

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ТАДЖИКИСТАНА  
Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии  
Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды  
Центральной Азии (Душанбе)

УДК 913: 556.5(575.3)

*На правах рукописи*



**ГУЛАЁЗОВ Маджид Шоназарович**

**ГЕОГРАФО-ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БАССЕЙНА РЕКИ ВАРЗОБ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание ученой степени кандидата географических наук по  
специальности **25.00.27** – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

**Душанбе – 2022**

Диссертация выполнена в лаборатории «Гидротехнические сооружения» Института водных проблем гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана, и в Научно-исследовательском центре экологии и окружающей среды Центральной Азии (Душанбе)

**Научный руководитель: Фазылов Али Рахматджанович**

доктор технических наук, доцент  
заведующий лабораторией «Гидротехнические сооружения» Института водных проблем,  
гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана

**Официальные  
оппоненты:**

**Муртазаев Уктам Исматович**

доктор географических наук, профессор, профессор  
кафедры физической географии Таджикского  
Государственного педагогического университета имени  
Садриддина Айни

**Рахимов Абдулфаттох Иброхимович**

доктор географических наук, профессор, заместитель  
ректора по образованию Худжандского государственного  
университета им. академика Бободжона Гафурова

**Ведущее учреждение:**

Бохтарский государственный университет  
имени Носира Хусрава

Защита состоится 16 февраля 2023 г. в 9.00 часов на заседании диссертационного совета 6D КОА-059 при Институте водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана по адресу: 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14А.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана и на сайте [www.imoge.tj](http://www.imoge.tj)

Автореферат разослан « 10 » \_\_\_\_\_ января \_\_\_\_\_ 2023 года

**Учёный секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук**



**Кодиров А.С.**

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы диссертации.** Водная безопасность является одним из ключевых вопросов, стоящих перед человечеством в XXI веке, который можно назвать “веком воды”. По данным ООН сегодня в мире от недостатка воды страдают более двух миллиардов человек и такая тенденция год за годом прогрессирует. Вода стремительно становится одним из самых дефицитных природных ресурсов.

Республика Таджикистан, как неотъемлемая часть мирового сообщества не может оставаться в стороне от воздействия глобальных угроз (продовольственная безопасность, изменение климата, глобальная экологическая ситуация, экологический кризис, проблема демографии и т.д.), и выступает со своими инициативами и активно участвует в разрешении этих проблем.

Учет ограниченности водного ресурса, экологически допустимого воздействия на речные бассейны, комплексного управления водными ресурсами (формирование, охрана, потребление и пользование) и обеспечение безопасности водохозяйственной инфраструктуры являются основой устойчивого развития экономики Республики Таджикистан. Одним из важнейших условий для развития большинства городов является наличие водных объектов (река, озеро, водохранилище) или возможные варианты обеспечения водой территории. При этом, если обратить внимание на географическую структуру городов и их развитие, то большинство из них расположены вдоль русла реки, берегов озер или водохранилищ.

Примером подобного развития, является город Душанбе, водообеспеченность которого осуществляется за счет водных ресурсов бассейна реки Кафирниган и в частности одного из его притоков - реки Варзоб, выбранный в качестве объекта для реализации исследований по оценке географо-гидрологических и экологических особенностей и состояния его водных ресурсов. Вместе с тем, проблемы сохранения ледников, предупреждение и возможное прогнозирование опасных гидрологических явлений, испарения воды в водных объектах, рациональное использование и охрана водных ресурсов, водопользование в различных секторах экономики, особенно в орошаемом земледелии, требуют своего решения.

Таким образом, реализация комплекса исследований с использованием современных методов отличающиеся совершенными технологиями картографии, учёта и моделирования с использованием компьютерных технологий, а также всемерным применением методов и средств дистанционного зондирования земли и геоинформационной технологии по географо-гидрологической оценке водных ресурсов и анализа экологического состояния бассейна реки Варзоб является весьма актуальной задачей.

**Степень изученности данной тематики.** В развитие теории и практики комплексного использования, управления и охраны водных ресурсов весомый вклад внесли А.Б. Авакян, И.Т. Айтматов, Н.И. Алексеевский, С.Т. Алтунин, К.Ф. Артамонов, Я.В. Бочкарев, Ю.И. Винокуров, М.А. Великанов, С.В. Григорьев, В.И. Данилов-Данильян, В.К. Дебольский, И.П. Дружинин, Ю.А. Ибад-заде, К.С. Кабанова, З.В. Кобули, К.А. Кожобаев, В.С. Лапшенков, Г.В. Лопатин, Д.М. Маматканов, К.И. Россинский., И.И. Саидов, В.П. Светицкий, А.А. Соколов, Ш.Э. Усупаев, А.Р. Фазылов, С.М. Флейшман, Я.Э. Пулатов, Р.С. Чалов, Г.И. Шамов, О.П. Щеглова, В.Л. Шульц, А.А. Эргешов и другие ученые. Науке географии, экологии, в том числе гидроэкологии Таджикистана, последние 30 лет, посвящены труды У.М. Мирсаидова, У.И. Муртазаева, Х.М. Мухаббатова, К.И. Пачаджанова Д.Н., Сафиева Х.С., Патиной Д.Л., Джураева А.А., Норматова И.Ш., Наврузова С.Т., Абророва Х., Рахимова А. И., Амирзода О.Х., Абдушукурова Д.А. и др.

Исследования бассейна реки Варзоб осуществляются рядом научно-исследовательских институтов Таджикистана, в том числе Институтом водных проблем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана (ИВП,ГЭиЭ НАНТ), Таджикским научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации (ТаджикНИИГиМ)

Министерства энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан, Государственным учреждением «Научно-исследовательский центр по охране водных ресурсов» (НИЦОВР) Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан, Научно-исследовательский центр Государственного комитета по землеустройству и геодезии при Правительстве Республики Таджикистана и отдельными структурами высших учебных заведений.

**Связь темы диссертационной работы с научными программами.** Исследования, послужившие основой диссертационной работы, связаны с научной тематикой Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, в разработке которых соискатель принимал также участие: Госбюджетная НИР, ГР 0115ТJ00481 «Динамика водного баланса бассейна реки Кафирниган», (2015-2019 гг.); Госбюджетная НИР, ГР 0115ТJ00480 «Оценка состояния подземных вод города Душанбе с использованием изотопной гидрологии», (2015-2019 гг.); Госбюджетная НИР, ГР 0120ТJ01029 «Проблемы формирования и регулирования твёрдого стока на водных объектах Таджикистана и пути их разрешения», (2020-2024гг).

Диссертационные исследования выполнялись также в рамках следующих программ республиканского и международного уровня: «Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года»; «Программа реформы водного сектора Таджикистана на период 2016-2025 годы; Научно-исследовательские проекты «Исследование и изучение водных ресурсов и их использование в Таджикистане», 2019-2021 гг., «Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга типичных горных опасностей в Таджикистане» реализующийся Научно-исследовательским центром экологии и окружающей среды Центральной Азии (Душанбе).

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

Детальные исследования режима рек бассейна реки Варзоб реализовываются в последние годы, но изучения связей гидрометеорологических элементов бассейна со стоковыми характеристиками рек бассейна практически не проводилось. Анализ и оценка существующих источников, позволяют утверждать, что, влияние гидрометеорологических факторов на формирование стока горных рек отличаются, от условий формирования стока предгорных рек. Своеобразное распределение осадков в горных районах, особенно твердых осадков и их аккумуляция, необычная для равнинных условий зональное распределение температуры воздуха и ее изменение с высотой, неравномерное и не одновременное таяние снежных запасов по всему бассейну, создают характерные особенности внутри годового распределения стока. Следует отметить, в связи с тем, что за последние годы образовался определенный объем банка данных, то выполнения водохозяйственных расчетов при решении проблемы орошения и рационального использования водно-энергетических ресурсов предопределилась необходимость сведения в одно целое все физико-географические и климатические характеристики, а также представление обобщенных данных по стоку рек бассейна.

Реализации комплекса исследований по географо-гидрологической оценке водных ресурсов и анализу экологического состояния бассейна реки Варзоб посвящена данная работа.

**Цель исследований** - изучение и оценка географо-гидрологических особенностей водных ресурсов и экологического состояния бассейна реки Варзоб.

Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие **задачи**:

1. Оценить географо-гидрологическое состояние территории бассейна реки Варзоб, водные ресурсы и их качество, исследовать возможные пути рационального использования его стока.

2. Изучить влияние изменения климата на водный баланс малых горных рек, на примере бассейна р. Варзоб.

3. Исследовать по климатическим зонам пространственное распределение атмосферных осадков и температурный фон бассейна реки Варзоб.

4. Осуществить мониторинг влияния залегания снежного покрова и оледенения территории бассейна реки Варзоб, в условиях климатических изменений, на сток реки.

5. Исследовать особенности экологической ситуации водных ресурсов в Варзобском районе.

6. Развить методику использования данных дистанционного зондирования и геоинформационных технологий для оценки изменения климата и водного баланса реки в условиях горной местности при недостатке информации наземных наблюдений.

7. Разработать рекомендации, с учётом экологических требований, рационального использования водных ресурсов бассейна реки Варзоб.

**Объект исследования** - водные ресурсы и водные объекты бассейна реки Варзоб.

**Предмет исследования** - географо-гидрологические и экологические особенности и водные ресурсы бассейна реки Варзоб; пути рационального использования водных ресурсов.

**Теоретической основой исследований** является выявление причинной связи вод района исследований, с географическим ландшафтом в целом, включая наряду с климатом, геологией, геоморфологией и на основе этой связи установление характеристики свойств самих вод, в зависимости от тех природных условий, в которых эти воды находятся, осознавая, важнейшую роль физико-географических факторов.

**Методы исследования.** В исследованиях использованы разные методы - от традиционных методов математической статистики и географо-гидрологических обобщений до геоинформационных методов, а также программные комплексы- Excel, Statistika, ArcGis. Анализ и оценка гидрометеорологических данных осуществлены построением графиков и карт, применением методов гидрологической аналогии и географо-гидрологической оценки. Исследование закономерностей формирования годового стока и выявление его основных факторов выполнено путем построения эмпирических графиков связи, надежность которых оценивалась корреляционным анализом. Оценка климата осуществлена методами расчетов и моделирования цифровых карт климатических параметров в программе ArcGIS, что позволило получить параметры водного баланса исследуемой территории. Для расчета полей осадков была использована информация из Всемирной климатической базы данных (WCD), а вычисление полей и объема твердых осадков (снега) выполнено при температуре воздуха  $T \leq 0$ . Испарения и испаряемость осуществлены с использованием эмпирических формул. Для оценки изменения гляциологических параметров были использованы архивные данные и снимки спутника Ландсат за 2021 г, а объем льда подсчитан по эмпирическим формулам. Реализация исследований осуществлена также использованием данных гидрометеорологических станций, справочников, архива ГМС и др. Расчеты реализованы с использованием современных компьютерных технологий.

**Основная информационная и экспериментальная база.**

Информационной базой настоящей диссертационной работы являются научные труды: учебники, статьи периодических научных журналов, материалы научных конференций, диссертации и монографии, посвященные географо-гидрологическим и экологическим исследованиям бассейнов рек горно-предгорной зоны

При выполнении диссертационной работы были использованы экспериментальная (лабораторная) база Научно-исследовательского центра экологии и окружающей среды Центральной Азии (Душанбе) Национальной академии наук Таджикистана.

**Научная новизна** диссертации: внесен вклад в исследования географо-гидрологических и экологических особенностей и водных ресурсов бассейна реки Варзоб с учетом влияния климатических изменений.

В частности:

- Впервые осуществлены комплексные исследования по географо-гидрологической и экологической оценке состояния бассейна и водных ресурсов реки Варзоб, с учетом влияния климатических изменений;

- Исследовано пространственное распределение осадков и температуры по климатическим зонам и их влияние на водные ресурсы бассейна реки Варзоб;

- Проведены мониторинговые исследования влияния залегания снежного покрова и оледенения бассейна реки Варзоб на формирование её водных ресурсов;- Оценено современное состояние и разработаны рекомендации по применению результатов исследований в водохозяйственных расчетах при решении проблем водной безопасности в Варзобском районе.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Результаты исследования водных ресурсов бассейна реки Варзоб и оценки его географо-гидрологических и экологических особенностей.

2. Выявленные тенденции пространственного распределения осадков и температуры по климатическим зонам бассейна реки Варзоб.

3. Результаты мониторинговых исследований залегания снежного покрова и оледенения бассейна реки Варзоб с учетом влияния климатических изменений.

4. Прикладные аспекты рационального использования водных ресурсов бассейна реки Варзоб при решении проблем водной безопасности.

**Теоретическая значимость** диссертационной работы заключается в решении задач, связанные с мониторингом, использованием и сохранением водных ресурсов бассейна реки Варзоб; в разработке прогнозов состояния водных ресурсов данного бассейна и создания возможной системы управления водными объектами, с учетом экологических требований и обеспечения водной безопасности.

**Практическая значимость** работы заключается в:

- проведении мониторинговых исследований климатических переменных, а также залегания снежного покрова и оледенения в условиях влияния изменения климата, используемые при прогнозе водности рек бассейна реки Варзоб;

- выявлении особенностей формирования водных ресурсов реки Варзоб, используемые при гидрологических, водохозяйственных и экологических расчетах по бассейну реки Варзоб;

- разработке конкретных планов мероприятий для улучшения водохозяйственной деятельности и водной безопасности, применяемые для рационального использования и охраны водных ресурсов реки Варзоб;

- оценке современного состояния водной и экологической безопасности Варзобского района.

- результаты исследований могут быть применены в учебном процессе в высших учебных заведениях и институтах, готовящие бакалавров и магистров соответствующего профиля, при чтении лекций и на практических занятиях, а также при проведении лабораторных и полевых работ для студентов по специальным курсам: «Гидрология», «Физическая география», «Гидрология, гидрометрия и регулирование стока», «Водообеспечение и рациональное использование», «Климатология и метеорология», «Рациональное использование и охрана водных ресурсов», «Комплексное использование и охрана водных ресурсов», «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов», а также по специальностям «Управление водными ресурсами», «Гляциология», «Интегрированное управление водными ресурсами» и другие;

- результаты исследований могут быть применены при разработке учебных планов, рабочих программ и syllabus по соответствующим дисциплинам.

**Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности.** Содержание диссертационной работы соответствует следующим пунктам паспорта специальности 25.00.27 - Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия:

1. Теоретические и методологические основы гидрологии, гидрографии речного стока, лимнологии, русловых и устьевых процессов, гидрохимии, гидроэкологии.

3. Проблемы региональной гидрологии подобия и различия водосборных территорий по условиям формирования речного стока, генезиса составляющих стока, физической и схластической природы колебаний водности рек, пространственно-временной изменчивости региональных и местных водных ресурсов.

9. Разработка теории и методологии гидроэкологии, изучение водных экосистем, теория взаимодействия абиотических и биотических компонентов этих систем, методы оценки экологически значимых гидрологических и гидрохимических характеристик.

10. Разработка научных основ обеспечения гидроэкологической безопасности территорий и хозяйственных объектов, экономически эффективного и экологически безопасного водопользования и водопотребления, планирования хозяйственной деятельности в областях повышенного риска опасных гидрологических процессов, защиты водных объектов от истощения, загрязнения, деградации, оптимальных условий существования водных и наземных экосистем.

**Достоверность результатов работы** заключается в:

- применении существующих современных методов и средств исследований;
- использовании большой базы данных по исследованиям бассейна реки Варзоб;
- подтверждении результатов натурных исследований в сравнении с результатами других исследователей;
- реализации экспериментальных лабораторных исследований с использованием существующих современных приборов и установок;
- использовании современных средств и технологий дистанционного зондирования земли;
- применении методов статического анализа и критериев статистической оценки результатов, подтвердившие необходимой повторяемостью полученных результатов и сопоставлением с данными других авторов;
- одобрении, на научных семинарах и конференциях различного уровня.

**Личный вклад автора.** Диссертация является результатом многолетних исследований проведенных на научно-исследовательской базе Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ и Научно-исследовательского центра экологии и окружающей среды Центральной Азии (Душанбе).

Постановка проблемы, целей и задач, осуществление обоснования снежного покрова и осадкам, заключения и предложения, а также формулирование основных выводов выполнены лично автором диссертации.

**Апробация результатов.** Основные результаты диссертации были доложены и обсуждены на международных и республиканских научно-практических конференциях (НПК): международном симпозиуме по географической среде и информатике (г. Гонконг, КНР, 2017); междунар. конф. ГИС в Центральной Азии – ГИСЦА 2017 “Геоинформационные науки для устойчивого развития” (г. Душанбе, 2017г.); междунар. НПК «Вода для устойчивого развития Центральной Азии» (г. Душанбе, 2018г.); междунар. НПК «Современные методы исследования и оценки для мониторинга окружающей среды, управления земельными и водными ресурсами в сельскохозяйственных ландшафтах Центральной Азии» (г. Алматы, 2019); междунар. НПК «Зеленая, эксклюзивная и устойчиво развивающаяся Азия» (г. Ченду, КНР, 2019); Международная онлайн-конференция «Оценка воздействия изменения климата на экосистемы Центральной Азии» (27 ноября 2020 г., г. Душанбе, Таджикистан); международной научно-практической

конференции (НПК) «Современное состояние ледников, оледенение и криосфера в процессе глобального потепления» (г. Душанбе, 2021); Международная научная конференция «Развитие Шелкового пути, адаптация к изменению климата, экология и защита окружающей среды» (20 октября 2021 г., г. Душанбе, Таджикистан); Международный онлайн-симпозиум «Водные ресурсы Центральной Азии: формирование, геоэкология, устойчивость в условиях изменения климата» (4 июня 2021 г., г. Душанбе, Таджикистан); Вторая международная Конференция высокого уровня по международной Декаде действий «Вода для устойчивого развития, 2018-2028», Республиканской научно-практической конференции «Водохозяйственный комплекс: проблемы и пути их решения» посвященная Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития» 2018-2028 годы (г. Душанбе, 2022); Международная научно-практическая конференция «Водная безопасность - основа устойчивого развития», посвященная, Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития», 2018-2028 гг. и 20-летию образования Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ (г. Душанбе, 5-6 октября 2022 г.)

В период с 2008 по 2019 гг. прошел подготовку и переподготовку в различных семинарах, тренингах, специализированных школах Таджикистана, Китая, Индии, Казахстана, Кыргызстана, (подтверждены соответствующими сертификатами и дипломами) по проблемам водных ресурсов, экологии и охраны окружающей среды.

**Публикации.** Основные результаты исследований по теме диссертации изложены в 14 научных трудах, в том числе 5 научных статей в ведущих рецензируемых научных журналах ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

По результатам исследований получены 2 малых патента Республики Таджикистан № TJ 1303; № TJ 1304 (Бюл. 188, 2022).

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертационная работа изложена на 155 стр. компьютерного текста, из них 131 стр. основного текста, и состоит из введения, 5 глав, общих выводов и приложений. В работе содержится 55 рисунков и 20 таблиц. Список использованной литературы включает 175 наименований, в том числе 13 на иностранных языках.

Автор глубоко благодарен и признателен своему научному руководителю, доктору технических наук, доценту, заведующему лабораторией «Гидротехнические сооружения» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ Фазылову Али Рахматджановичу, за чуткое руководство, советы, ценные замечания и помощь в работе над диссертацией на всех её этапах выполнения.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** обоснована актуальность работы, степень научной разработанности изучаемой проблемы, изложена общая характеристика работы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, научная новизна, теоретическая и научно-практическая значимость работы, освещен личный вклад автора, изложены основные защищаемые положения, приведена структура работы, сведения по ее апробации и реализации результатов, приведены сведения о публикации, краткое содержание диссертации.

**В первой главе «Физико-географическая характеристика Республики Таджикистан»** приведены результаты анализа географического положения, гидрологических и климатических условий, освещены вопросы водно-ресурсного потенциала и водообеспеченности, орографии бассейнов отдельных рек, особенности формирования стока рек, рассмотрены условия развития климатических и других природных процессов в горно-предгорной зоне Таджикистана. Проанализированы также процессы, определяющие гидрологическое состояние и режим водных объектов бассейна реки Кафирниган.

**Вторая глава «Территориально-природная характеристика бассейна реки Варзоб»** посвящена анализу и оценке состояния и развития Варзобского района Республики Таджикистан, природных условий, водно-ресурсного потенциала и выявлению основных причин обострения экологической ситуации в бассейне реки Варзоб. Варзобский район ( $38^{\circ} 45' 0'' \text{ N} / 68^{\circ} 45' 0'' \text{ E}$ ) - район республиканского подчинения (центр - село Варзоб), основан в (1939г) 1991 году, граничит с северной частью города Душанбе, на севере с Айнинским, на западе - с Гиссарским, на юге - Рудаки, на востоке - с Вахдатским районами. Варзобский район с севера на юг пересекает река Варзоб (рисунок 1). Водные ресурсы реки Варзоб, используется для нужд населения и промышленных предприятий не только Варзобского района, но что очень важно и г. Душанбе, а также для нужд орошения земель Гиссарской долины. На реке построен и эксплуатируется каскад Варзобских ГЭС (25,36 МВт) - комплекс из трёх малых гидроэлектростанций с безнапорной подводящей деривацией (рисунок 2).

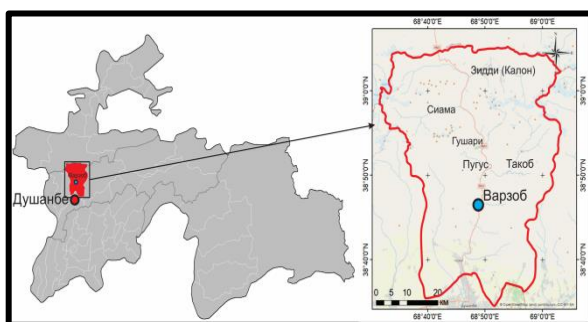
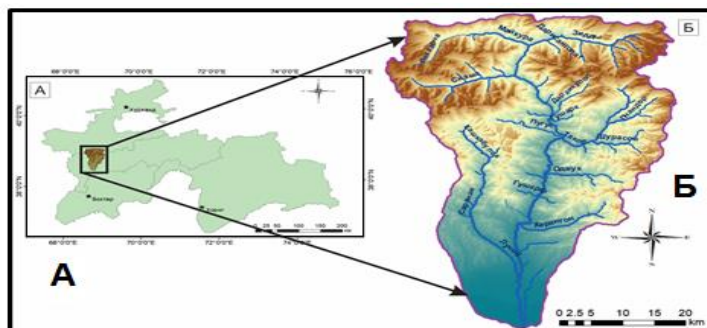


Рисунок 1. Карта РТ и административная схема-карта Варзобского района

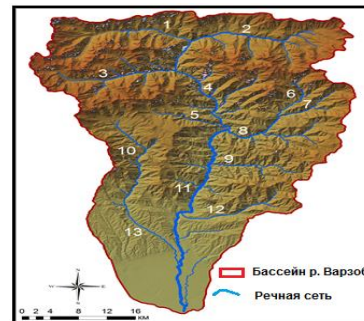


Рисунок 2. Схема участка реки Варзоб с каскадом ГЭС

Расчет, выполненный с использованием данных дистанционного зондирования, позволил установить, что площадь бассейна р. Варзоб (уровень оледенения - 2.01%, диапазон высот - 800-4900 м, изменение площади оледенения - 23%), с диапазоном высот от 800 м до 4900 м. над у.м, примерно равна  $1697 \text{ км}^2$ , в то время, как по данным других исследователей площадь водосбора определена от  $1680 \text{ км}^2$  до  $1900 \text{ км}^2$ . Северная граница бассейна реки Варзоб проходит по перевальной части Гиссарского хребта и ограничивается бассейнами рек Майхура и Зидды (рисунки 3,4). В верховьях бассейна широтно расположены горные хребты с крутыми склонами, достигающие отметки высоты 4900 м над у.м., способствующие быстрому стоку осадков с поверхности в речные русла и малому проникновению воды в почву. Вдоль русла реки Варзоб проходит автотрасса, соединяющая город Душанбе с северными районами РТ.



(3)



(4)

Рисунок 3. Объект исследования - бассейн реки Варзоб, на физической (А) и топогра-фических (Б) картах РТ. Рисунок 4. Бассейн р. Варзоб 1-Майхура, 2- Зидды, 3- Сиам, 4- Дараикуллол, 5- Пугус, 6- Чашмандарок, 7- Лачандор, 8-Такоб, 9- Оджук, 10- Саранан, 11- Доришаршар, 12- Харангон, 13- Лучоб

Средний расход взвешенных наносов, при средней мутности  $0.376 \text{ кг/м}^3$ , у выхода реки из гор в Гиссарскую долину составляет  $39.3 \text{ кг/сек}$ , т.е. 1250 тыс. тонн в год. Установлено, что основной причиной относительно небольшого объема выноса взвешенных наносов, является широкое распространение в водосборе интрузивных пород (полнокристаллические магматические горные породы). Качество воды реки Варзоб меняется в зависимости от периода года. В частности мутность изменяется в пределах от 1,25 до 7300 мг/л, что подтверждены нашими исследованиями.

В процессе исследований для определения мутности в лабораторных условиях был использован мутномер ЛН-NTUЗМ (V11). Для оценки состояния воды, был использован так называемый «Индекс загрязнения воды» (ИЗВ) относящийся к категории показателей, наиболее часто используемых для оценки качества водных объектов. Этот индекс является типичным аддитивным коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \quad (1)$$

где:  $C_i$  - концентрация компонента (в ряде случаев - значение физико-химического параметра);  $n$  - число показателей, используемых для расчета индекса,  $n=6$ ;  $\text{ПДК}_i$  - установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта.

Спецификой качества воды рек бассейна реки Кафирниган вообще и р. Варзоб в частности является то, что она классифицируется как очень чистая (**I класс**) а в некоторых отнесены к **II классу** (чистая вода) Но вместе с тем, по минерализации - между I и III классами, а по содержанию органических веществ отнесено между I и IV классами. Одним из основных факторов ухудшения экологического, в том числе и гидроэкологического состояния на территории бассейна реки Варзоб является значительное антропогенное воздействие, на водные ресурсы. В этой главе обосновано, также возможность применения, современных методов геоинформационных технологий (ГИС-технологий) и данные дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), в том числе беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

Таким образом, возникла необходимость реализации комплекса исследований по географо-гидрологической оценке водных ресурсов и анализ экологического состояния бассейна реки Варзоб, на основе сведения в одно целое все физико-географические и климатические характеристики бассейна, а также представление обобщенных данных по стоку рек бассейна, для использования их в водохозяйственных расчетах при решении проблем орошения, и рационального использования водно-энергетических ресурсов.

**В третьей главе «Географо-гидрологическая изученность территории бассейна Варзоб»** рассмотрены следующие вопросы: районирование; гидрологический режим и особенности формирования стока; анализ и оценка климатических условий; температура воздуха; особенности испарения в горной местности; оценка осадков по территории и высотным зонам бассейна реки Варзоб.

Установление специфики гидрологического режима рек осуществляется одним из широко применяемых методов каковым является метод районирования бассейна реки. В виду того, что в верхнем течение реки, р. Варзоб много незначительных по длине или действующие только в период таяния снегов, либо при прохождении ливневых дождей притоков. Наличие притоков зависят от сезона или от климатических условий (рисунок 4.).

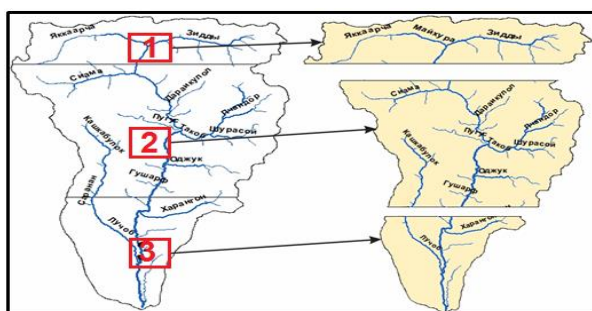
Из-за неучтенных мелких притоков коэффициент густоты речной сети составляет  $0,21 \text{ км/км}^2$ , но для отдельных частей бассейна данный коэффициент составляет более  $0,30 \text{ км/км}^2$ . В связи с относительно равномерным впадением по длине в р. Варзоб ее притоков, нарастание площади её водосбора от истока к устью происходит также

сравнительно равномерно. Распределение площадей водосбора между правым и левым берегами неравномерно: правый берег - 1020 км<sup>2</sup>, левый берег - 880 км<sup>2</sup>.

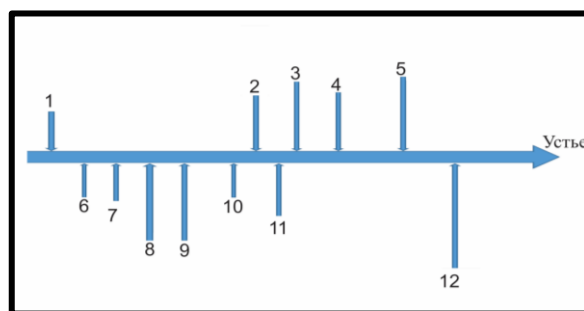
Основным источником питания р. Варзоб являются сезонные снега и ледники, залегающие в высокогорной зоне бассейна. Отнесение р. Варзоб к типу рек со снего-ледниковым питанием подтверждается также полученные, стоковым коэффициентом, подсчитанным по методу В.А. Шульца. Главная зона определения, находится в верховьях р. Зидды, с тремя ледниками, один с максимальной длиной до 4 км, а также до 10 небольших, с длиной не превышающая 1,5-2 км. Такая же ситуация характерна и для бассейна р. Майхура. Но несмотря на наличие в верховьях бассейна реки Варзоб ледников, все же удельный вес ледникового питания всей реки не может считаться значительным, т.к. площадь определения бассейна все же исключительно невелика.

По характеру долины и особенно русла, река Варзоб разделена на 3 участка: верхнее течение - р. Зидди, среднее течение - р. Варзоб от впадения р. Майхура до кишлака Дагана и, наконец, нижнее течение - от кишлака Дагана до устья (рисунок 5).

**Первый участок:** Длина - река Зидди (верхнее течение р. Варзоб) составляет 23 км, с площадью водосбора в 147 км<sup>2</sup>. **Второй участок** длиной 45 км, простирается от впадения р. Майхура до кишлака Дагана, где в р. Варзоб впадают почти все ее основные притоки. Прилегающая к долине на данном участке местность представляет из себя продолжение отрогов Гиссарского хребта. **Третий участок**, длиной в 29 км. простирается от кишлака Дагана до устья р. Варзоб. На участке в р. Варзоб впадает один из крупных притоков р. Лучоб - площадь водосбора около 262 км<sup>2</sup>, при среднем годовом расходе 6,13 м<sup>3</sup> и характерен резким понижением южных отрогов Гиссарского хребта, а в районе территории г. Душанбе, р. Варзоб выходит в Гиссарскую долину.



(5)



(5А)

Рисунок 7. Схема районирования бассейна реки Варзоб. Рисунок 5А. Притоки реки Варзоб: 1- р. Зидды, 2- р. Курортная, 3- р. Такоб, 4- р. Оджук, 5- р. Харангон, 6- р. Сангалт, 7- р. Дарисангалт, 8- р. Майхура, 9- р. Сиёма, 10- р. Ходжа оби гарм, 11- р. Гурке 12- р. Лучоб

Бассейн реки Варзоб, характерен природными условиями, способствующие развитию опасных природных явлений: оползни, осыпи-обвалы, сели, наводнения, лавины. В частности в бассейне р. Майхура повсеместно распространены и наибольшую реальную угрозу представляют лавины, для которых благоприятными для образования являются склоны крутизной 25-45°. Установлено, четыре климатических пояса: очень теплый пояс с недостаточным увлажнением и мягкой зимой; теплый с недостаточным увлажнением и умеренно мягкой зимой; умеренно теплый пояс с недостаточным увлажнением и умеренно мягкой зимой; умеренно теплый пояс с недостатком увлажнения и умеренно суровой, снежной зимой.

Используя полученные функции и технологию Геоинформационных Систем (ГИС) была разработана схема-карта распределения среднегодовой температуры по территории бассейна (рисунок 6), на которой синим цветом показаны районы с отрицательной среднегодовой температурой и где расположены ледники.

В настоящее время в бассейне р. Варзоб функционируют только 3 пункта наблюдения за качеством воды: г/п.п. р. Варзоб - Дагана, Хушъёри и р. Зидди – устье, при этом анализы качества воды реки Варзоб в полной мере проводятся только одним пунктом наблюдения - Хушъёри (Гушары). Площадь водосбора, составляет 1270 км<sup>2</sup>, а по расчетам с использованием современных средств ДЗЗ установлено, что площадь равна 1281 км<sup>2</sup>. Среднегодовой расход воды реки Варзоб (ГП Дагана) составляет 45,5 м<sup>3</sup>/с (рисунок 7).

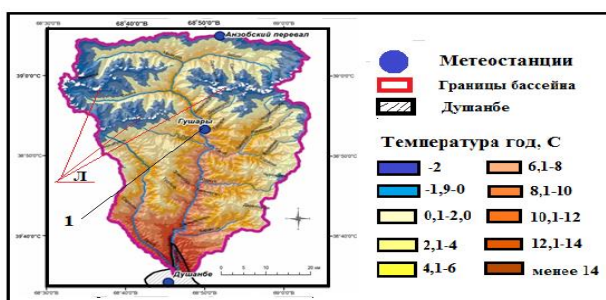


Рисунок 6. Распределение температуры воздуха. Л - ледники; 1- ГП Гушари.

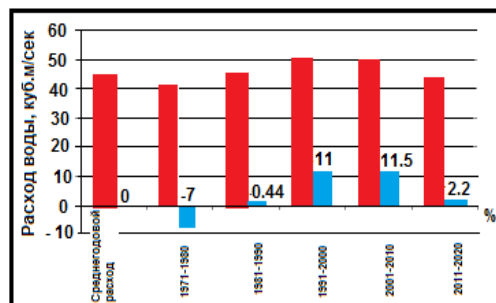


Рисунок 7. Сравнение расходов воды разных периодов

С 1971 по 1980 годы - расход воды был ниже среднегодовой на 7%, в период с 1981-1990 годы - выше на 0,44%, с 1991-2000 годы - на 11% выше, с 2000-2010 годы - на 11,5% выше, а с 2011-2020 годы - на 2,2% выше. Годовой сток по станции Дагана составляет 1.44 км<sup>3</sup> в год. На рисунке 8 приведены среднемноголетние расхода воды за период 1991-2016 гг. Расходы по станции Дагана составили: средний годовой - 49,7 м<sup>3</sup>/с; средний наибольший - 66 м<sup>3</sup>/с (1991, 1992, 1998, 2006 гг); наименьший - 35 м<sup>3</sup>/с (1989, 1995, 2000, 2008 годы). Наибольший расход был равен 326 м<sup>3</sup>/с. На основе результатов существующих исследований изменения годового стока, осуществленный с применением скользящих данных за тридцать лет, установлено, что среднегодовой расход за период 1990-2000гг. увеличился до 47,5 м<sup>3</sup>/сек. В 2008 году расход воды напротив расход уменьшился и был равен 33 м<sup>3</sup>/сек. По результатам наших дополнительных исследований (2208-2020 гг.) установлено, что в 2019 году расход составил 55 м<sup>3</sup>/сек, в 2020 году вновь снизился и составил 49 м<sup>3</sup>/сек, но в тоже время оно выше значения среднегодового расхода воды 47,5 м<sup>3</sup>/сек (рисунок 9).

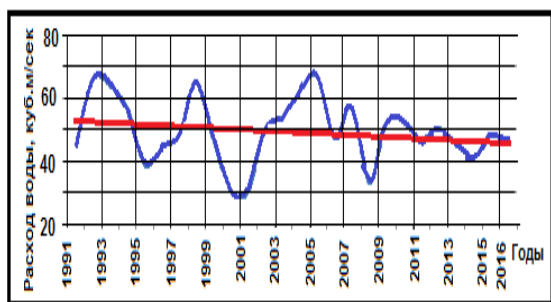


Рисунок 8. Среднемноголетний расход воды (1991-2016 гг.), (ГП «Дагана»).

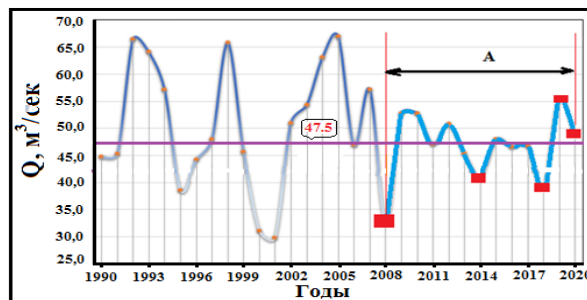


Рисунок 9. Расход воды в условиях климатических изменений. А - Область исследований

Следует отметить, что расход воды в реке возрастает весной и достигает максимума в июне - 115 м<sup>3</sup>/сек, а в зимой расход снижается до 15 м<sup>3</sup>/сек, что подтверждает преобладание снежного питания в бассейне реки, за счет весеннего летнего (начальный период) интенсивного таяния, накопившегося за зимний период, снега. Установлено, что с 1990 по 2020 годы по всему бассейну наблюдалось увеличение расхода воды в р. Варзоб на 11,0%. В тоже время климатическое изменение расхода воды (средние скользящие за 30 лет) менялось от 45 до 49 м<sup>3</sup>/с.

На основе результатов анализа и оценки среднегодовых данных, установлено, что за исследуемый период на всех станциях наблюдался положительный тренд температуры воздуха (рисунок 10) и в периоды с 1936 по 1943 годы и с 1978 по 1986 гг. рост температуры возрастал, а в другие периоды выявлено отрицательная тенденция такого изменения. Полученные результаты данных (рисунок 11) измеренные на станции Гушары, средней температуры воздуха позволили подтвердить о том, что за период с 1964 по 2014гг она превышала климатическую норму на 0,4°C, тенденция повышения температуры происходила со скоростью 0.05°C в год.

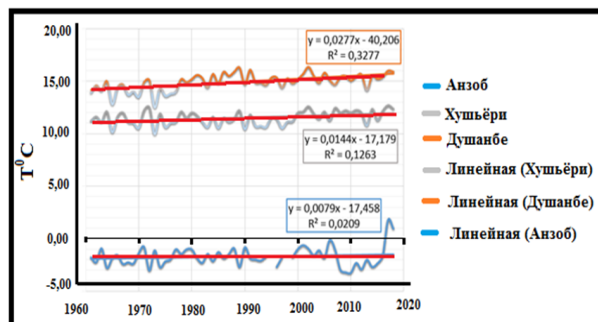


Рисунок 10. Тенденция изменения температуры

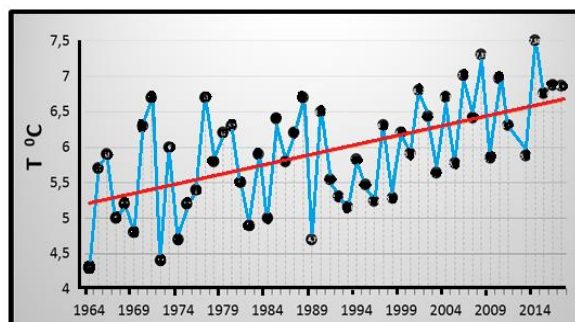


Рисунок 11. Величина средней температуры воздуха на станции Гушары (1964 по 2014гг)

Сравнительный анализ имеющихся климатических периодов позволил получить различные оценки изменения температуры за период инструментальных наблюдений. С учетом климатической нормы температуры (за 30 лет), на метеорологических станциях каждые 3 часа производятся наблюдения: среднесуточная – средняя из 8-ми сроков; среднемесячная – средняя из 30 или 31 среднесуточных данных. Наблюдения осуществляются через статические величины т.е. с учетом отклонений от нормы, рассчитываемые (сутки, месяц, сезон, год) по следующим зависимостям):

$$\Delta \bar{T}_{мес} = \frac{\sum_{k=1}^N \Delta \bar{T}_{сут}}{N} \quad \Delta \bar{T}_{мес} = \frac{\sum_{k=1}^N \Delta \bar{T}_{сут}}{N} \quad \Delta \bar{T}_{сез} = \frac{\sum_{k=1}^N \Delta \bar{T}_{сут}}{N} \quad \Delta \bar{T}_{год} = \frac{\sum_{k=1}^N \Delta \bar{T}_{сут}}{N} \quad (2)$$

Для оценки изменения температуры было выделено два климатических периода. Первый климатический период (Tclim 1) охватывает интервал времени от 1957 году до 1987 года, (30 лет). На наш взгляд данные, полученные за этот период можно считать климатической нормой. Второй климатический период (Tclim 2) включает средние данные с 1987 года по 2017 год, что соответствует хронологическому ряду в 30 лет. На рисунке 12 приведены результаты исследований, анализ и оценка изменения среднегодовой температуры за 60-летний период.

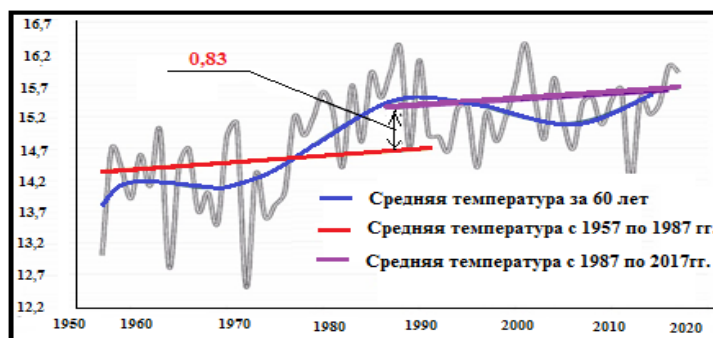


Рисунок 12 Изменение среднегодовой температуры за различные климатические периоды для ст. Душанбе

На основе полученных данных за весь период наблюдений на ст. Душанбе изменение данной температуры за принятый климатический период составил  $0,83^{\circ}\text{C}$ , т.е. наблюдается возрастание температуры воздуха.

Реальная оценка испарения, как в теоретическом, так и в экспериментальном плане сопровождается значительными трудностями. По закону Дальтона, скорость испарения  $Q$  в  $\text{кг}/\text{м}^2\text{сек.}$  имеет прямо пропорциональную дефициту влажности, определенному по температуре на испаряющей поверхности, и обратно пропорциональная зависимости атмосферному давлению:

$$Q = A \cdot (E - e) / p, \quad (3)$$

где  $E$  - упругость насыщения, принятая согласно температуры испаряющей поверхности;  $e$  - упругость пара в соответствующая окружающему воздуху,  $p$  - атмосферное давление;  $A$  - коэффициент пропорциональности, зависящий от многих параметров, в том числе и от ветра.

Сложность задачи связана с определением коэффициента  $A$ . В оценке процессов перехода вода - водяной пар, существует два понятия: испаряемость и испарение. Ивановым Н.Н. (1941) предложена эмпирическая формула (4) для расчета испаряемости:

$$Em = 0,0018 (25 + T)^2 (100 - F) \quad (4)$$

Температура и относительная влажность воздуха, входящие в эту формулу являются комплексными величинами, указывающие на наличие многих частных составляющих компонентов климата. Следует отметить, что для оценки водного баланса такой подход непригоден, т. к. испарение должно быть известной величиной, входящей в водный баланс. При климатических оценках за длительные промежутки времени испарение определяется методом водного баланса по формуле (5):

$$Z = X - Y, \quad (5)$$

где  $Z$  - годовая сумма испарения;  $X$  - годовая сумма осадков;  $Y$  - годовой сток.

Расчет испарения по бассейну реки Варзоб проводился по методике А. Р. Константинова, при наличии данных по температуре и абсолютной влажности (станции: Анзобский перевал; Харамкуль; Майхура; Ходжа-Обигарм; Гушары; Душанбе). По результатам расчетов величина среднего годового испарения, равная 76 мм принята по метеостанции Анзоб, а по остальным величина годового испарения определена как сумма средних месячных величин испарения. Сравнение результатов расчетов испарения различными методами (мм/год) приведены на рисунке 13. Исходя из этого, расчетная зависимость годовой величины испарения с поверхности водосбора от высоты местности в диапазоне высот 1000 - 4000 м н.у.м. проведена с учетом расчетных данных и реального соотношения элементов водного баланса. Основанием для построения зависимости является тот факт, что и расчетная испаряемость и расчетное испарение имеют четкую связь с высотой (рисунок 14).

| Станция           | Высота, м | Испаряемость (по Н.Н. Иванову) | Испарение (по А.Р. Константинову) | Испаритель ГГИ-3000 |
|-------------------|-----------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Анзобский перевал | 3373      | 518                            | —                                 | —                   |
| Харамкуль         | 2826      | 872                            | 317                               | —                   |
| Майхура           | 1921      | 951                            | 438                               | —                   |
| Ходжа-Обигарм     | 1874      | 1362                           | 461                               | —                   |
| Гушари            | 1359      | 1494                           | 512                               | 1092                |
| Душанбе           | 803       | 1622                           | 622                               | 1191                |

Рисунок 13. Сравнение результатов расчетов испарения (мм/год).

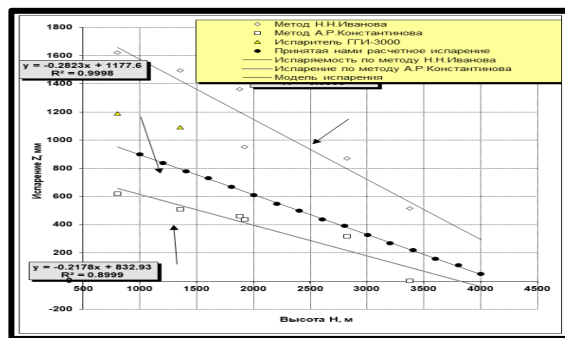


Рисунок 14. Зависимость испарения от высоты.

Зависимость испаряемости от высоты описывается уравнением:

$$E_m(\text{мм}) = 2002 - 427H(\text{км}) \quad (6)$$

при коэффициенте корреляции  $r = -0,89$

Испарение связано с высотой уравнением регрессии:

$$Z(\text{мм}) = 729 - 147H(\text{км}) \quad (7)$$

при коэффициенте корреляции  $r = -0,99$

Принятая линейная зависимость годового слоя испарения с поверхности водосбор от высоты местности имеет следующие параметры:

$$Z(\text{мм}) = 1178 - 282H(\text{км}). \quad (8).$$

Распределение годовых слоев испарения с поверхности водосбора р. Варзоб по высотным зонам (высота м., н.у.м. - слой испарения  $Z_0$ , мм) составили: 1000-940; 1400-780; 1600-730; 2000-610; 2400-500; 2800-390; 3200-270; 3600-160; 4000-50.

В формировании величины годовой суммы осадков в горной местности принимают непосредственное участие, как осадки влекущего потока общей циркуляции, так и осадки местной циркуляции. Атмосферные осадки на территории бассейна р. Варзоб, также как и для подобных горных территорий, образуются в результате взаимодействия атмосферной циркуляции и рельефа местности. На рисунке 15 приведена карта (уточненная) изменения слоя осадков по бассейну реки Варзоб, с учетом выполненных ранее Финаевым А.Ф. исследований. Используя модель распределения осадков с высотой, построенную на климатических данных осадкомеров, и ЦМР была построена климатическая карта распределения осадков по территории бассейна (рисунок 16). В районе Анзобского перевала происходит уменьшение количества осадков, отчасти это подтверждается сравнением годовой суммы осадков по данным наблюдения, в районе перевала (3580 м) и районе Майхуринского месторождения (3300 м), но имеющий несколько другие ориентации склона и направление ущелья. Установлена (рисунок 16) большая разница в месячных суммах осадков (Анзобской перевал 250 мм, Майхуринское месторождение 1517 мм. - осень, весна) в то время как летом это разница фактически равна нулю.

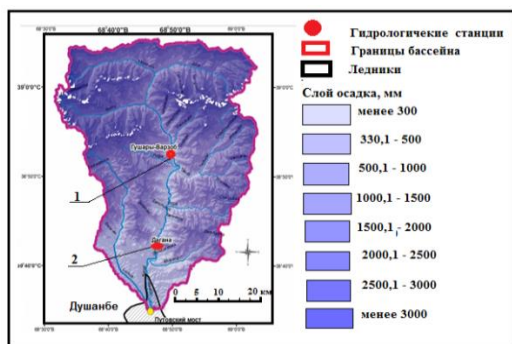


Рисунок 15 Величина слоя осадков на территории бассейна р. Варзоб.

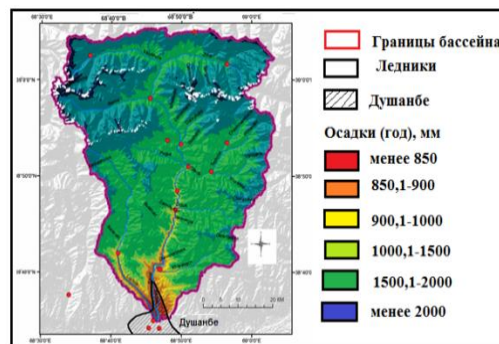


Рисунок 16. Климатическое распределение осадков по бассейну реки Варзоб.

На станции Гушары (рисунок 17,18) за период с 1988 по 2002 года осадки были выше нормы на 3,4%. За указанный выше период на территории бассейна за год выпадало  $1.46 \text{ км}^3$  осадков, что указывает на слабую тенденцию снижения со скоростью 0,2% в год.



Рисунок 17. График колебания месячного количества осадков.

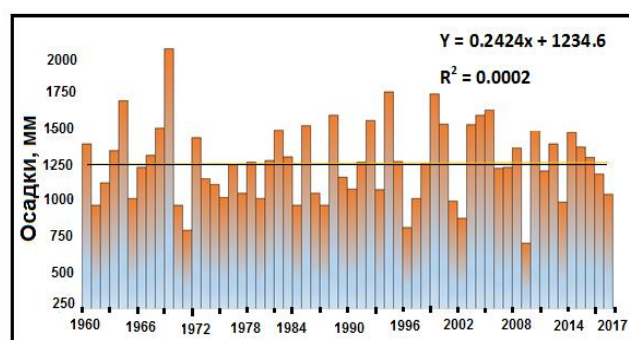


Рисунок 18. Многолетний ход осадков на ГМС Гушары.

Анализ и оценка изменений количества осадков за период с 1963 по 2005 годы были осуществлены по данным станций Душанбе, Харамкулъ и Гушары, позволившие выявить положительную тенденцию осадков (рисунок 19), а на основе полученных результатов исследований получены данные по уточнению тенденции изменения осадков до 2017 г. по станциям Хушёри и Душанбе (рисунок 20). Результаты исследований позволили установить, что скорость увеличения осадков в предгорьях за 10 лет составляла 11 мм или 1,7%. В тоже время в горах Гиссара осадки за 10 лет увеличивались на 18 мм или 1,4 %. Таким образом, несмотря на относительно высокое увеличение осадков в предгорьях, в горах, по абсолютной величине, стало выпадать больше осадков.

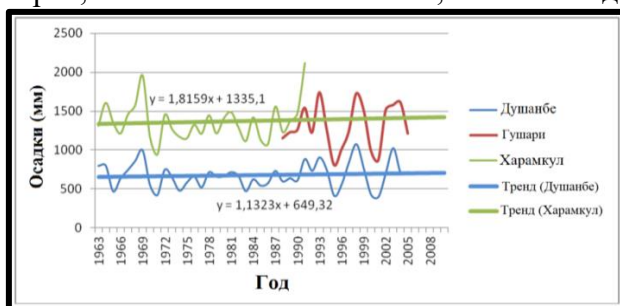


Рисунок 19. Тенденция изменения осадков.

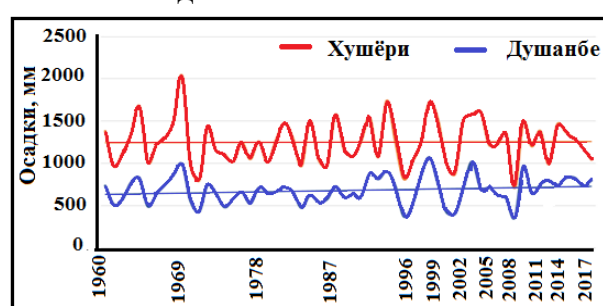
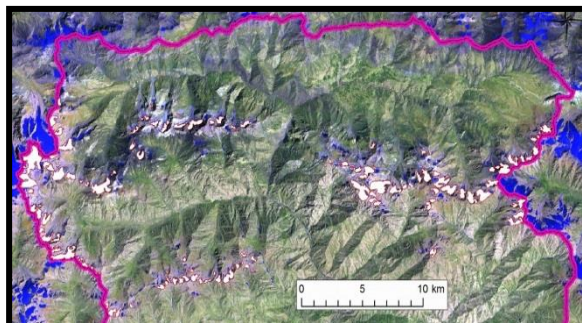
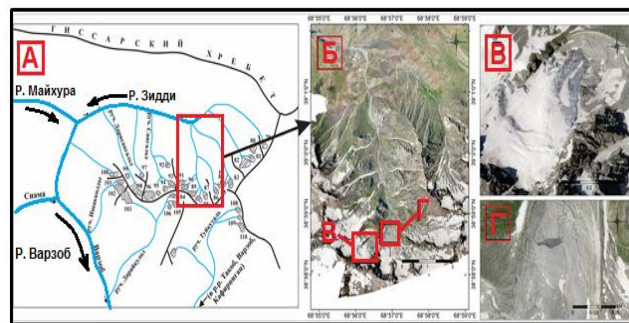


Рисунок 20. Тенденция (уточненная) изменения осадков.

Оценка современного состояния оледенения бассейн реки Варзоб, осуществлен в разные годы после абляции по программе Landsat, с применением цифровой карты рельефа. По состоянию на 1980 год в бассейне р. Варзоб насчитывалось 147 ледников, размером более 0,1 км<sup>2</sup>, с общей площадью 26,99 км<sup>2</sup>. В тоже время на основе расчета оледенения по данным спутниковых снимков Landsat (рисунок 21 (I)) за 2001 год показывает, установлено, что общая площадь оледенения составляет в 26,97 км<sup>2</sup>.



(I)



(II)

Рисунок 21. (I) - Оледенение бассейна р. Варзоб. (II) - А- Схема расположения ледников в бассейнах рек Зидды и Варзоб; Б, В, и Г – Результаты аэрофотосъемки ледников бассейна р. Зидды с использованием беспилотных летательных аппаратов.

(Аэрофотосъемки осуществлены Сафаровым М.С и Гулаёзовым М.Ш.)

Оценка объема льда осуществляется по формуле (9) учитывающая корреляционную связь между объемом (Q) и площадью (S) ледника:

$$Q = kS^p \quad (9)$$

где  $k$  - коэффициент учитывающий тип ледника;  $p$  - коэффициент учитывающий расположение горно-ледниковой системы. Значения  $k$  и  $p$  изменяются в широких пределах. На основе анализа и оценки методов расчета, для условий Центрально-Азиатского региона, установлено, что при расчете объема оледенения наиболее точные результаты, с наименьшими ошибками, можно получить применив формулу (11) В.А. Кузьмиченка. Сравнительный анализ расчетных величин объема оледенения бассейна осуществлен по:

- формуле Ерасова Н.В. ( $Q = 0.027 \cdot S^{1.5}$ ), (10)

- формуле Кузьмиченка В.А. ( $Q = 0.03782 \cdot S^{1.23}$ ). (11)

Нами с использованием БПЛА самолетного типа QC-2 Micro (14-16 июля 2022 г.) произведены фотографирование ледников бассейна рек Зидды (левый приток). Полученные аэрофотоснимки с разрешением 22 см позволили подтвердить уменьшение площади оледенения на территории исследований (рисунок 21 (II)). Современное оледенение территории бассейна реки Варзоб было получено также посредством космических снимков Sentinel 2A на 2021 год. Контуры ледников проводились вручную в программе QGIS. Снимки скачивались в период конец августа начало сентября так как в это время ледники максимально открыты от снежного покрова. Общая площадь (приблизительная) оледенения бассейна р. Варзоб, (2021 г.) составляет примерно 26.95 км<sup>2</sup>. В таблице 1 приведены результаты анализа и оценки изменения характеристик оледенения бассейна р. Варзоб.

Таблица 1. Изменение характеристик оледенения в бассейне р. Варзоб

| Характеристика         | Площадь, км <sup>2</sup><br>всего Каталог<br>(1957) | Площадь, всего, км <sup>2</sup><br>(Щетинников)<br>(1980) | Площадь, всего<br>км <sup>2</sup> по Landsat<br>(07.08.1998) | Площадь,<br>всего км <sup>2</sup> по<br>Landsat (2001) |
|------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Общая площадь          | 35.02                                               | 26.99                                                     | 37.71                                                        | 26.97                                                  |
| Количество ледников    | 95                                                  | 95                                                        | 95                                                           | 95                                                     |
| Площадь ледников       | 0.37                                                | 0.28                                                      | 0.40                                                         | 0.28                                                   |
| Отклонение (от 1957г.) |                                                     | 22.9%                                                     |                                                              | 23.0%                                                  |

Выявлено, что по состоянию на 1957 год, в 2001 году площадь оледенения уменьшилась на 23%, а относительно 1980 года, на 0,1%. Таким образом, проведенный анализ позволил установить, что за 27 лет, (с 1953 г. по 1980 г.), и за 21 год с 1980 г. по 2001 г. она уменьшилась на 0,1%. Такая тенденция продолжилась и в 2021 г. по сравнению с 2001 годом уменьшение составило на 0.1%. Установлено, что одной из причин уменьшения площади оледенения, связано с учетом, в конце зимы, территорий заснеженных склонов верхних зон ледников, где в основном и происходило уменьшение общей площади. Второй, более реальной причиной может быть увеличение климатической температуры воздуха. На наш взгляд, в условиях бассейна реки Варзоб, преобладают оба эти факторов.

**В четвертой главе «Особенности зоны формирования стока реки Варзоб в условиях изменения климата»** представлены результаты исследований и оценки водного баланса, климатических переменных зоны формирования стока реки Варзоб и влияния залегания снежного покрова на его сток в условиях климатических изменений.

В настоящей работе исследовались ряды данных с периодом наблюдений 58 года. Для оценки изменений среднемесячных осадков весь временной интервал был разделен на 2 климатических периода (КП): с 1960 по 1990 (рисунок 21, 22), и с 1990 по 2018 (рисунок 23,

24) по данным метеорологической станции «Анзобский перевал». На основе мониторинга осадков за период 1960-1990 годы в верховьях реки Варзоб по данным метеорологической станции «Анзобский перевал» (зона зарождения) установлено, что самым интенсивным месяцем по осадкам является апрель и самым маловодным – сентябрь (рисунок 21). Анализ линии тренда (рисунок 22) за исследуемый промежуток времени позволил установить, что в целом наблюдается период относительно стабильного многолетнего выпадения осадков. Анализ и оценка полученных результатов (рисунок 24) за период 1991-2018 годы позволил установить, что период выпадения осадков частично изменился во временном выпадении, т.е. наблюдается увеличение осадков в феврале и марте и уменьшение их в апреле месяце. Подтверждено, что наиболее сухой период - август месяц.

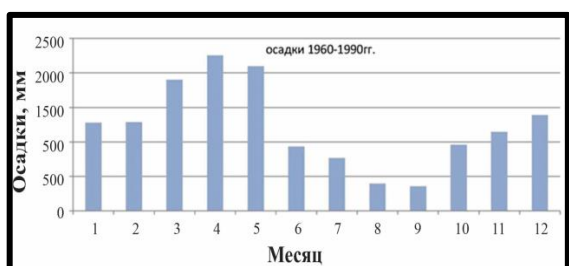


Рисунок 21. Среднемесячные осадки (1960-1990 годы)

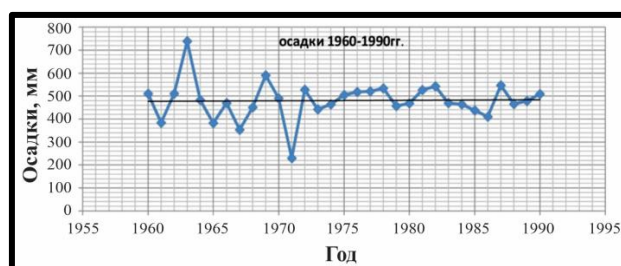


Рисунок 22. Тенденция изменения осадков (1960-1990 гг.)

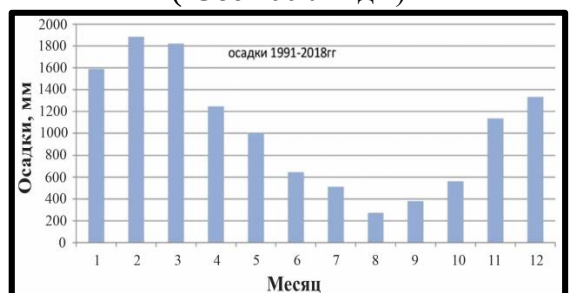


Рисунок 23. Среднемесячные осадки (1991-2018 гг.)

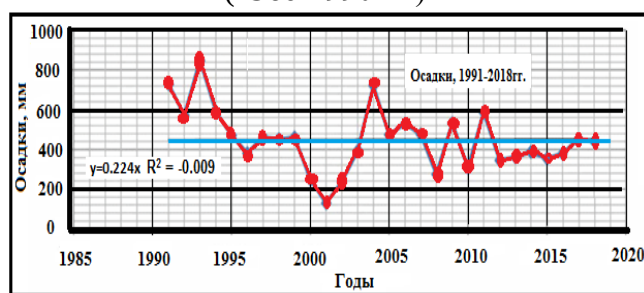


Рисунок 24. Многолетний ход осадков (1991-2018 гг.)

Результаты исследований (рисунок 24) позволили определить годы: с максимальным количеством выпадения осадков - 1991, 1993, 2004, 2006, 2009, 2011; с минимальным количеством - 1996, 2000, 2001, 2002, 2003, 2008, 2010, 2012-2016. Установлена цикличность повторения годов с неустойчивым выпадением осадков, т.е. резкие скачки по выпадению осадков, а также сильные всплески для годов как с большим, так и с наименьшим количеством осадков. Установлено, что за исследуемый период общий тренд зафиксировал частичное небольшое увеличение осадков.

Таким образом, проведенные исследования позволили: выявить характер распределения атмосферных осадков, как жидких, так и твердых, для горных и предгорных условий Таджикистана (на примере бассейна р. Варзоб); подтвердить, что величина атмосферных осадков зависит не только от общей циркуляции воздушных масс, но и от особенностей орографии местности и главным образом от экспозиции и направления главных хребтов и их отрогов.

На основе анализа результатов исследований метеорологических данных за период 1960-1990 годы установлено, что июль - самый теплый месяц, а январь - самый холодный, т.е. за этот период (30 лет) не наблюдается понижение температуры, что свидетельствует о стабильности данного периода, а для второго периода (1991-2018гг.) самый теплый месяц - июль и август, самый холодный - январь. Ниже представлены данные по изменению среднегодовой температуры за различные климатические периоды для станции «Анзобский перевал» за 1960-1990гг. (рисунок 25А) и за период 1991-2018гг. (рисунок 25 Б).

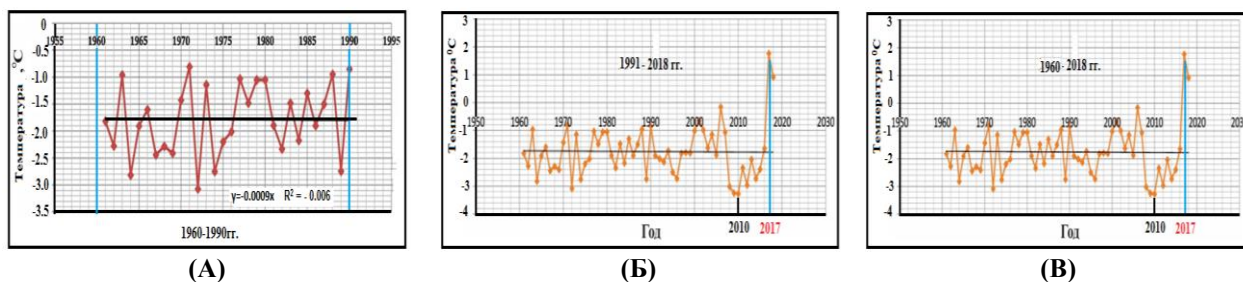


Рисунок 25. Изменение среднегодовой температуры за различные климатические периоды для станции «Анзобский перевал»: А - 1960-1990гг, Б – 1991-2018гг. Итоговая оценка мониторинга температуры, В - 1960-2018 гг.

Итоговая оценка мониторинга температуры, за рассматриваемый полный промежуток времени исследований, с 1960-2018 годы, подтвердила факт того, что линия тренда (рисунок 25В) отображает не значительное падение температуры, равная относительно значению  $-0.1^{\circ}\text{C}$  мороза. При этом, установлено, что общее количество зимних месяцев составляет 7 холодных месяцев, а остальные 5 месяцев отнесены к тёплым месяцам в году. Твердые атмосферные осадки выпадая, главным образом, в виде снега в холодный период года являются мощным фактором аккумуляции влаги.

Исследования и мониторинг запаса снега в бассейне реки Варзоб был осуществлен с использованием данных Анзобской метеостанции, Майхуринской снеголавинной станции и Селевой станции Агентства по гидрометеорологии Комитета охраны окружающей среды при Правительстве Республики Таджикистан. На рисунке 26-А приведен график среднегодового залегания снежной толщи в период 2015-2020 годов. Установлено, что за 2016 – 2017гг. наблюдается уменьшение снежной толщи (42-46см.), а в 2020году составил 81 см., т.е. толщина снежного покрова увеличилась. На наш взгляд, одной из причин может быть прекращение интенсивного движения транспорта по старой трассе через перевал Анзоб (проезд через тоннель «Истиклол»), резкое уменьшение загазованности окружающей среды от выхлопных газов транспортных средств.

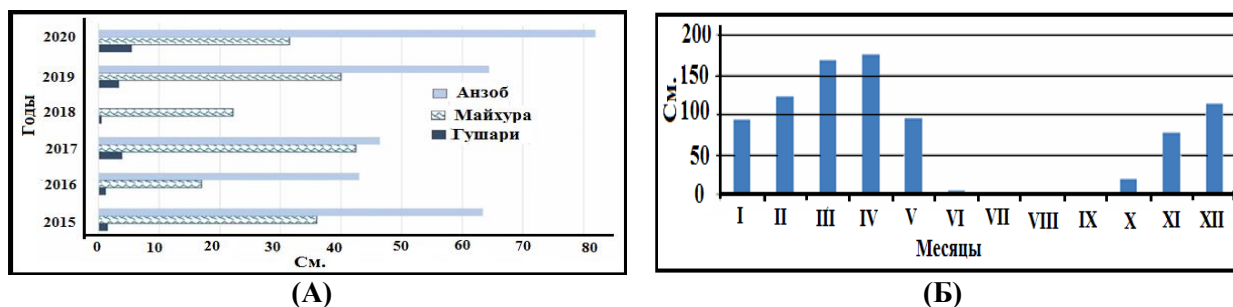


Рисунок 26. А - Среднегодовое залегание снежной толщи (2015-2020гг.). Б - Средняя высота снега (метеостанция «Анзобский перевал»).

Установлено (рисунок 26-Б), что снежный покров наблюдается девять месяцев (январь - июнь, октябрь - декабрь) и только июль - сентябрь - считаются практически нулевыми (при возможном выпадении небольших осадков в виде дождя). Следует отметить, что влажно-сухой снег начинает накапливаться в высокогорной части реки Варзоб и его выпадение не влияет на общий сток реки. Минусовая температура прочно удерживает снежный наст до наступления календарной весны, когда тёплые лучи света начинают насыщать снежный покров теплом в дневное время суток и «выжимать» образовавшуюся воду в ночное время суток. Сток реки в этот период времени считается наиболее полноценным и полноводным.

**В пятой главе диссертации «Анализ и оценка состояния бассейна реки Варзоб»** приведена методология и технические средства оценки качества воды реки Варзоб; результаты исследований и оценки степени возможного ущерба от загрязнения водных

ресурсов на экологическое и социально-экономическое состояние Варзобского района а также изложены рекомендации по решению проблем качества водных ресурсов и обеспечения водной безопасности на территории бассейна реки Варзоб.

Исследования качества воды реализованы с учетом существующих информационных данных Агентства по гидрометеорологии и собственных, полученные в процессе отбора проб, относящиеся к периоду рекреационной нагрузки на реку Варзоб.

Определение качества сопровождался анализом и оценкой температуры, величины расходов и скоростей течения, а также кинетики изменения уровня воды в реке и установлено, что характерной особенностью воды реки Варзоб является то, что её температура низкая, с не значительными изменениями. Полученные результаты (1-2 июня 2019 г.) позволили сделать вывод о том, что температура воды не изменяется в течение суток ( $8.3^{\circ}\text{C}$ - $12.2^{\circ}\text{C}$ ), а уровень колеблется от 422см. до 427см. Исследованиями динамики изменения скорости воды подтверждено, что в утренние часы скорости воды минимальные, а к ночному периоду наблюдается тенденция её снижения, при средней равной 2,4 м/с.

Исследования образцов по определению величины показателей качества воды были проведены непосредственно, после отбора проб (в полевых условиях), а также в лаборатории Научно-исследовательского центра экологии и окружающей среды Центральной Азии (Душанбе), с использованием современных приборов и оборудования: Атомно-абсорбционный спектрометр Hitachi ZA3000; Ионный хроматограф Dionex ICS-900; pH метр PHS-3C (для высокоточного измерения pH жидкостей). Полученные данные не превышают нормативные значения ПДК<sub>х-п</sub> (предельно-допустимых концентраций воды хозяйственно-питьевого типа). Единственным исключением является превышение значения показателя мутности, наиболее явно проявляющийся в период паводка. Следовательно во время паводковых расходов воды в р. Варзоб, необходимо повысить дозу применяемого коагулянта.

В целом экологическую ситуацию с загрязнением водных объектов Варзобского района следует характеризовать как достаточно сложную, требующую дальнейшей разработки и применения комплекса мер по улучшению экологического состояния водотоков района. Таким образом, решение проблем водной безопасности является архиважной задачей.

На основе полученных данных определены основные экологические проблемы района: отсутствие систем водоснабжения и водоотведения в населенных пунктах; востребованность создания банка данных о качестве воды источников; необходимость создания зон санитарной охраны водоисточников; дефицит воды в течение года. Разработаны рекомендации по исключению изложенных проблем с учетом обеспечения водной безопасности; организации санитарно-эпидемиологических зон; достижение регулярного водообеспечения в течение года; создания экологической охранной зоны.

Для обеспечения эффективного управления, развитие системы нами разработан базовый алгоритм изучения ситуации - **SWOT анализ** включающий в себя четыре фактора: **S** (Strengths) - сильные стороны, характеристики системы, которые выгодно отличаются от подобных систем; **W** (Weaknesses) - слабые стороны, которые делает систему уязвимой; **O** (Opportunities) - возможности, элементы окружения, используемые для улучшения и развития; **T** (Threats) - препятствия и угрозы, элементы окружения, которые могут нанести ущерб разрабатываемой системе.

Основными задачами при решении водохозяйственных проблем Варзобского района определены: решение институциональных компонентов; повышение потенциала; решение финансовых проблем; создание системы водоснабжения и водоотведения; реализация нормативно-правовых проблем; стимулирование населения в участие мероприятий связанные с водной безопасностью.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Значительная расчленённость южного склона Гиссарского хребта благоприятствует образованию множества рек и речек, являющихся притоками реки

Кафирниган, основными из которых считается - река Варзоб. Бассейн реки Варзоб расположен в горной зоне - в зоне формирования водных ресурсов р. Амударья (горная зона), на высотах от 800 до 4900 м над у.м., с наблюдательной сетью от 880 до 3330 м. над у.м. и разделена на 3 гидрологических участка: верхнее - р. Зидди; среднее - р. Варзоб (от впадения р. Майхура до кишлака Дагана); нижнее - от кишлака Дагана до устья. После впадения последнего притока - Лучоб она называется Душанбинка (последние 13 км) и впадает в р. Кафирниган на 253 км от ее устья. Основными источниками питания р. Варзоб являются сезонные снега и ледники [1-А, 6-А].

2. Водные ресурсы реки Варзоб, востребованы для Варзобского района, населенных пунктов и агломераций в низовьях, в том числе и г. Душанбе; для решения водноэнергетических проблем и т.д., относится к типу рек, водный баланс, которой формирует климат образованной рельефом местности, а изменение климата в свою очередь влияет на её изменение. [2-А, 4-А]

3. На основе расчетов, с использованием данных дистанционного зондирования, установлено, что фактическая площадь водосбора р. Варзоб, с диапазоном высот от 800 м до 4900 м. над у.м, равна 1697 км<sup>2</sup>, при коэффициенте густоты речной сети 0,21 км/км<sup>2</sup>, но для отдельных частей бассейна он может составлять более 0,30 км/км<sup>2</sup>. Площади водосбора между правым и левым берегами неравномерны: правый-1020 км<sup>2</sup>, левый - 880 км<sup>2</sup>[2-А, 9-А].

4. В период с 1971 по 1980 годы - расход воды реки Варзоб был ниже среднегодовой величины на 7%. С 1981 г. он начал увеличиваться: 1981-1990 гг.-на 0,44%, с 1991-2000 гг.-на 11%, с 2000-2010 гг.-на 11,5%, с 2011-2020 годы - на 2,2%. Среднегодовой расход за 1990-2000гг. увеличился до 47,5 м<sup>3</sup>/сек, однако в 2008 году он составлял 33 м<sup>3</sup>/сек. Дополнительными исследованиями (2008-2020 гг.) установлено, что в 2019 году расход составил 55 м<sup>3</sup>/сек, в 2020 году вновь снизился до 49 м<sup>3</sup>/сек. Климатическое изменение расхода воды (средние скользящие за 30 лет) менялось от 45 до 49 м<sup>3</sup>/с. Годовой сток реки Варзоб, по станции Дагана составляет 1.44 км<sup>3</sup>/год. Основными факторами, сокращения речного стока р. Варзоб являются уменьшение запасов снега и рост межгодовых колебаний, наблюдавшиеся за последние 20 лет [3-А, 10-А].

5. Установлено, что в периоды 1936 - 1943 гг., 1978 - 1986 гг. наблюдался рост температуры, а в другие периоды выявлена отрицательная тенденция. На станции Гушары, средняя температура воздуха с 1964 по 2014гг. превышала климатическую норму на 0,4°C, (тенденция повышения 0.05°C/год). На ст. Душанбе увеличение, за принятый климатический период составило, 0,830C[5-А, 6-А].

6. Расчет зависимости годовой величины испарения с поверхности водосбора в диапазоне высот 1,0-4,0 км н.у.м. рекомендуется проводить с учетом расчетных данных и реального соотношения элементов водного баланса [2-А, 6-А].

7. Атмосферные осадки на территории бассейна р. Варзоб, расположенная на наиболее благоприятном для образования осадков южном склоне Гиссарского хребта, образуются в результате взаимодействия атмосферной циркуляции и рельефа местности. Установлено, что в горной зоне (Гушары, 1988-2002гг.) осадки были выше нормы на 3,4%, в предгорьях (Душанбе) на 1,7%. Несмотря на относительное высокое увеличение осадков в предгорьях, в горах стало выпадать больше осадков [3-А, 5-А].

8. За период 2016 - 2017 гг. наблюдается уменьшение снежной толщи (42-46см.), а в 2020 году увеличение до 81 см. Одной из причин данной ситуации может быть проезд через тоннель «Истиклол» минуя старую трассу через перевал Анзоб и как следствие уменьшение загазованности окружающей среды от выбросов выхлопных газов. Среднее значение (оптимальные для многолетних), максимального прироста снежного покрова (188 см) установлен в апреле. Выявлены периоды с приростом снега до 240 см, видимо это связано, с горизонтальным переносом снега. Установление зависимости стока р. Варзоб от

снежных запасов, с определением максимального стока и периода межени, осуществлено по данным метеостанция «Анзобский перевал» (3000 м. н. у.м.) [5-А].

9. По состоянию на 1980 год в бассейне р. Варзоб насчитывалось 147 ледников, размерами более 0,1 км<sup>2</sup>, общей площадью 26,99 км<sup>2</sup>. Установлено, что с 1953 по 1980 гг. и за период с 1980 по 2001 гг. площадь оледенения уменьшилась на 0,1%. Такая тенденция выявлена и в 2021 г., а исследования ледников в бассейне реки Зидды, (14-16.07.2022 г.), с использованием БПЛА подтвердили тренд уменьшения площади оледенения. Основными причинами уменьшения площади оледенения, являются: учет в конце зимы, территорий заснеженных склонов верхних зон ледников, а также увеличение климатической температуры воздуха [9-А, 11-А].

10. Подтверждено, что в условиях горного рельефа, современных методов геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования земли, в том числе с применением беспилотных летательных аппаратов значительно расширяют возможности мониторинга с воздуха, обеспечивают высокую детализацию в процессе аэрофотосъёмки, способствуют получению оперативной информации о состоянии исследуемой территории [12-А].

11. Практически все показатели, воды реки Варзоб за исключением мутности воды, находятся в пределах значений нормативной величины-предельно-допустимых концентраций воды хозяйственно-питьевого типа (ПДКх-п). При увеличении величины мутности воды реки Варзоб, для целей водоснабжения рекомендуется увеличить дозировку используемого коагулянта.

Определение качества воды должно сопровождаться анализом и оценкой температуры, величины расходов и скоростей течения, а также кинетики изменения уровня в реке [10-А].

12. Основными причинами ухудшения экологического, в том числе гидроэкологического состояния на территории бассейна реки Варзоб являются значительное антропогенное воздействие на водные ресурсы, а также загрязнители (песчаные и глинистые частицы почвы, смываемые со склонов; взвеси от размыва русла реки; промышленные и бытовые отходы; отходы, возникающие от застройки зон санитарной охраны водоемов; освоение горных склонов (распашка); отходы частных домов и хозяйствующих субъектов, не имеющие или не подключенные в систему водоотведения и т.д.

Экологическая ситуация загрязнения водотоков Варзобского района весьма сложная, требующая разработку и использование эффективных мер по коренному улучшению их качества [3-А, 4-А, 6-А]

13. Существующие 3 гидрологических поста (р. Варзоб – станции Дагана и Хушгёри; р. Зидди - устье) явно недостаточны для выявления источников загрязнения, оперативного и долгосрочного прогнозирования качества воды и создания банков данных по гидрохимическим показателям и не обеспечивают оперативной информацией о её состоянии [6-А, 10А].

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ**

1. Реализация результатов проведенных исследований по водности и климатических характеристик рекомендуются при определении основных факторов изменения стока р. Варзоб. Выявленные параметры гидрологических характеристик (изменение запасов снега, роста внутригодовых колебаний), наблюдавшиеся за последние 20 лет следует использовать при прогнозировании гидрологического состояния бассейна на ближайшую перспективу, так как климатические процессы носящий характер постоянного изменения, в настоящее время переживающий фазу потепления однозначно влияют на водный баланс бассейна рек Варзоб.

2. При гидрологических расчетах следует иметь в виду, что сток реки наиболее полноценен и полноводен в весенний период, связанный с накоплением влажно-сухого снега в высокогорной части реки Варзоб тем, а минусовая температура прочно удерживает снежный наст до наступления календарной весны. Река Варзоб относится к типу рек со снегово-ледниковым питанием, с возрастанием расхода до 115 м<sup>3</sup>/сек, весной (июнь) и со снижением до 15 м<sup>3</sup>/сек зимой..

3. Следует осуществлять постоянный мониторинг среднегодового залегания снежной толщи в бассейне реки Варзоб, связанное с его увеличением, за последние годы до 81 см. Основная причина проезд транспорта через тоннель «Истиклол» и прекращение интенсивного движения по старой трассе через перевал «Анзоб».

4. Необходимо учитывать, что осадки в виде дождя, пагубно влияющие на снежные зимние запасы снега, в горной местности увеличились, а количество твердых осадков и запас снежного покрова, зависящие в основном от орографии как в высокогорной зоне аккумуляции, (среднее течение реки Варзоб) уменьшаются.

5. Необходимо учитывать, что уменьшение запасов снега и рост межгодовых колебаний, наблюдавшиеся за последние 20 лет, установленные в процессе исследований водности и климатических изменений, являются основными факторами сокращения жидкого стока р. Варзоб.

6. «Устройство для измерения уровня жидкости в пьезометрической скважине» (Малый патент Республики Таджикистан № TJ 1303) и «Способ измерения уровня жидкости в пьезометрической скважине» (Малый патент Республики Таджикистан № TJ 1304) рекомендуется применять для выявления взаимосвязи изменения уровня подземных вод в пьезометрических скважинах от колебания уровня воды в реках бассейна реки Кафирниган вообще и реки Варзоб в частности.

7. Применение предложенной системы, необходимых мероприятий позволить улучшить общую экологическую, гидроэкологическую и в целом водную безопасность, а также будут способствовать организации рационального использования и охраны водных ресурсов бассейна реки Варзоб.

**Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК при  
Президенте Республики Таджикистан и других зарубежных  
рецензируемых журналах.**

[1-А]. Гулаёзов М.Ш. Географические особенности руслового режима реки Варзоб/Гулаёзов М.Ш., Кодиров А.С.//Вестник Технологического Университета Таджикистана-Научный журнал, № 2(45) 2021.С. 28-36.

[2-А]. Гулаёзов М.Ш. Водные ресурсы реки Варзоб и интегральный показатель их качества/Гулаёзов М.Ш., Амирзода О.Х., Кобули З.В.// Кишоварз-Научный журнал, № 2(92) 2021.С. 104.

[3-А]. Гулаёзов М.Ш. Пространственное распределение осадков по климатическим зонам бассейна реки Варзоб/ Гулаёзов М.Ш., Кобули З.В., Яоминг Л., Кодиров А.С. // - Педунивер. Научный журнал.-2021.-№1.-С. 207-212.

[4-А]. Гулаёзов М.Ш. Развитие экологического предпринимательства в рамках «Экономического пояса Шёлкового пути»/ Одинаев М., Чен Ш., Гулаёзов М., Кобули З.В., Амирзода О., Аминов Дж. //Известия Национальной Академии наук Таджикистана..№2 (263)-2021.С. 99-102.

[5-А]. Гулаёзов М.Ш. Мониторинг залегания снежного покрова в Таджикистане/ М.Ш. Гулаёзов // Научный журнал «Наука и инновация». Таджикский национальный университет. Серия геологических и технических наук 2022. №1. С.141-146.

**Публикации в материалах научных конференций**

[6-А]. Гулаёзов М.Ш., Географо-гидрологическое и экологическое состояние бассейна реки Варзоб// Гулаёзов М.Ш., Фазылов А.Р.// Научно-практический журнал «Водные

ресурсы, энергетика и экология» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии национальной академии наук Таджикистана. Том 2, №3., 2022. С 40-52.

[7-А]. **Гулаёзов М.Ш.** Мониторинг деформации плотины Сарезкого озера./ 韩军强 , 涂锐 , 王伟胜 赵峰, 巴音达来, Gulayozov Majid Shonazarovich, Ayubzoda Eronsho, 刘文江, 卢晓春, Журнал. «Satellite Application» На китайском языке. 2022. С.35-40.

[8-А]. **Гулаёзов М.Ш.** Проблема устойчивого решения для снижения уровней риска в районе Сарезского озера, Таджикистан. // Джафар Ниязов, Мирзо Саидов, Маджид Гулаёзов, Мустафо Сафаров, Сухбатулло Саидов// Материалы конференции «Eurasian RISK 2019», 22-24 май, 2019 – Баку, Азербайджан. с.108.

[9-А]. **Гулаёзов М.Ш.** Управление водными ресурсами в Республике Таджикистан//Ли Т. ,Сапаров А., Гулахмадов А., Гулаёзов М.// .//American Geophysical Union, Fall Meeting 2019, abstract #GC51P-1014, December 2019.

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019AGUFMGC51P1014L/ab>

[10-А]. **Гулаёзов М.Ш.** Рациональное использование и охрана водных ресурсов бассейна реки Варзоб// Гулаёзов М.Ш., Фазылов А.Р.//Научно-практический журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии национальной академии наук Таджикистана. Том 2, №2., 2022. С 45 -53.

[11-А]. **Гулаёзов М.Ш.** Опасные природные процессы экзогенного характера бассейна реки Зеравшан (Пенджикент, Таджикистан) / Сафаров М.С., А.Р.Фазылов, Х.Д. Наврузшоев // Международный научно-практический журнал "Endless Light in Science".- Алматы, Казахстан,10.09.2022.С. 218-227.

DOI 10.244/2709-1201-2022-218-227

[12-А]. **Гулаёзов М.Ш.** Перспективы применения аэрокосмического мониторинга при проведении географо-гидрологических и экологических исследований / М.С. Сафаров, М.Ш. Гулаёзов, М.В. Охонниёзов, А.Р. Фазылов, Wang Weisheng, Bayandalai, M.X. Муродов // Научно-практический журнал «Водные ресурсы, энергетика и экология» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии национальной академии наук Таджикистана. Том 2, №2., 2022. С. 146-155.

#### **Патенты Республики Таджикистан**

[13-А]. **Гулаёзов М.Ш.**, Сафаров М.С., Фазылов А.Р., Рахимов И.М., Давлатшоев С.К. Малый патент Республики Таджикистан № TJ 1303 Устройство для измерения уровня жидкости в пьезометрической скважине (Бюл. 188,2022).

[14-А]. **Гулаёзов М.Ш.**, Сафаров М.С., Фазылов А.Р., Рахимов И.М., Давлатшоев С.К. Малый патент Республики Таджикистан № TJ 1304 Способ измерения уровня жидкости в пьезометрической скважине (Бюл. 188, 2022).

АКАДЕМИЯИ МИЛЛИИ ИЛМҲОИ ТОҶИКИСТОН  
Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология  
Маркази илмӣ-таҳқиқотии экология ва муҳити зисти  
Осиёи Марказӣ (Душанбе)

УДК 913:556.5(575.3)

Ба ҳуқуқи дастнавис



ГУЛАЁЗОВ МАЧИД ШОНАЗАРОВИЧ

**АРЗЁБИИ ҲОЛАТИ ГЕОГРАФИЮ ГИДРОЛОГӢ ВА  
ЭКОЛОГИИ ҲАВЗАИ ДАРӢИ ВАРЗОБ**

**АВТОРЕФЕРАТИ**

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи илмӣ номзади илмҳои география  
аз рӯи ихтисоси 25.00.27 – Гидрологияи ҳушкӣ, захираҳои об, гидрохимия

Душанбе – 2022

Кори диссертатсионӣ дар лабораторияи “Иншоотҳои гидротехникӣ”-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ ва Маркази илмӣ-таҳқиқотии экология ва муҳити зисти Осиёи Марказӣ (Душанбе) иҷро шудааст.

**Рохбари илмӣ:** **Фазылов Али Рахматджанович**  
доктор илмҳои техники, дотсент, мудири лабораторияи «Иншоотҳои гидротехникӣ»-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

**Муқарризи расмӣ:** **Муртазаев Уктам Исмаилович**  
доктор илмҳои география, профессори кафедраи географияи физикии Донишгоҳи давлатии педагогии Тоҷикистон ба номи Садриддин Айнӣ

**Раҳимов Абдуфаттоҳ Иброҳимович**  
доктор илмҳои география, муовини ректор оид ба таълими Донишгоҳи давлатии Хучанд ба номи академик Бобочон Ғафуров

**Муассисаи пешбар:** Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав

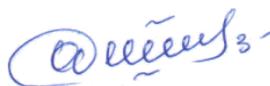
Ҳимояи диссертатсия санаи 16 феввали соли 2023 соати 9.00 дар ҷаласаи шӯрои диссертатсионии 6D.KOA-059 назди Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, суроғи 734042, шаҳри Душанбе, кӯчаи Айнӣ, 14А баргузор мегардад.

Бо диссертатсия дар китобхонаи Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон ва дар сомонаи [www.imoge.tj](http://www.imoge.tj) шинос шудан мумкин аст.

Автореферат санаи « 10 » -январӣ- -соли 2023 ирсол гардид.

Котиби илмӣ

шӯрои диссертатсионии 6D.KOA-059  
номзади илмҳои техники



Қодиоров А.С.

## МУҚАДДИМА

**Мубрами мавзӯи диссертатсия.** Бехатарии об яке аз масъалаҳои калидии башарият дар асри XXI махсуб меёбад, ки онро метавон “асри об” номид. Тибқи маълумоти СММ, имрӯз дар ҷаҳон беш аз ду миллиард нафар аз норасоии об азият мекашанд ва ин тамоюл сол то сол зиёд гашта истодааст. Об бо суръати тез ба яке аз сарватҳои камёби табиӣ табдил ёфта истодааст.

Ҷумҳурии Тоҷикистон ҳамчун ҷузъи ҷудонашавандаи ҷомеаи ҷаҳонӣ наметавонад аз таъсири таҳдидҳои глобалӣ (амнияти озуқаворӣ, тағйирёбии иқлим, вазъи ҷаҳонии экологӣ, бӯҳрони экологӣ, мушкилоти демография ва ғ.) дар канор бошад ва бо ташаббусҳои худ дар ҳалли ин масъалаҳо ҷаҳолана иштирок мекунад.

Баҳисобгирии захираҳои маҳдуди об, таъсири аз ҷиҳати экологӣ ҷоиш ба ҳавзаҳои дарёҳо, идоракунии маҷмӯи захираҳои об (ташақкул, ҳифз, истеъмол ва истифода) ва таъмини бехатарии инфрасохтори хоҷагии об асоси рушди устувори иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон мебошанд. Яке аз шартҳои муҳими рушди аксари шаҳрҳо мавҷудияти объектҳои обӣ (дарё, кӯл, обанбор) ё роҳҳои имконпазири бо об таъмин кардани ҳудуди онҳо мебошад. Дар баробари ин, агар ба сохти географии шаҳрҳо ва инкишофи онҳо эътибор диҳем, пас аксарияти онҳо дар қад-қад маҷрои дарёҳо, соҳилҳои кӯлҳо ё обанборҳо воқеъ гардидаанд.

Ба сифати яке аз намунаҳои ҷунин тараққиёт метавон шаҳри Душанберо мисол овард, ки обтаъминкунии он аз ҳисоби захираҳои оби ҳавзаи дарёи Кофарниҳон ва махсусан яке аз шохобҳои он - дарёи Варзоб амалӣ мешавад, ки он ба сифати объект барои гузаронидани таҳқиқот оид ба арзёбии хусусиятҳои географӣ, гидрологию экологӣ ва ҳолати захираҳои оби он интиҳоб шудааст. Дар баробари ин, масъалаҳои ҳифзи пирияхҳо, пешгирӣ ва пешгӯии имконпазири падидаҳои хатарноки гидрологӣ, бухоршавии об дар объектҳои обӣ, истифодаи оқилона ва ҳифзи захираҳои обӣ, истифодаи об дар соҳаҳои гуногуни иқтисодиёт, баҳусус дар кишоварзӣ ҳалли ҳудро талаб доранд.

Ҳамин тариқ, гузаронидани маҷмӯи таҳқиқотҳо бо истифода аз усулҳои муосири мутахассисон бо технологияҳои пешрафтаи харитасозӣ, баҳисобгирӣ ва моделсозӣ бо татбиқи технологияи компютерӣ, инчунин истифодаи пурраи усулҳо ва воситаҳои зондкунони фосолавӣ (дистансионӣ) ва технологияи геопитилоотӣ оид ба арзёбии географию гидрологии захираҳои об ва таҳлили ҳолати экологии ҳавзаи дарёи Варзоб аҳамияти хеле муҳим дорад.

**Дарҷаи таҳқиқи мавзӯи илмӣ.** Дар рушди назариявӣ ва амалии истифодаи комплексӣ, идоракунии ва ҳифзи захираҳои обӣ А.Б. Авакян, И.Т. Айтматов, Н.И. Алексеевский, С.Т. Алтуни, К.Ф. Артамонов, Я.В. Бочкарев, Ю.И. Винокуров, М.А. Великанов, С.В. Григорьев, В.И. Данилов-Данильян, В.К. Дебольский, И.П. Дружинин, Ю.А. Ибад-заде, К.С. Кабанова, З.В. Кобули, К.А. Кожобаев, В.С. Лапшенков, Г.В. Лопатин, Д.М. Маматканов, К.И. Россинский, И.И. Саидов, В.П. Светицкий, А.А. Соколов, Ш.Э. Усупаев, А.Р. Фазылов, С.М. Флейшман, Я.Э. Пулатов, Р.С. Чалов, Г.И. Шамов, О.П. Щеглова, В.Л. Шульц, А.А. Эргешов ва дигар олимони саҳми калон гузоштаанд. Ба илмҳои география, экология, аз ҷумла гидроэкологияи Тоҷикистон дар тӯли 30 соли охир асарҳои илмӣ У.М. Мирсаидов, У.И. Муртазоев, Х.М. Муҳаббатова, Д.Н. Почочонов, Ҳ.С. Сафиев, Д.Л. Патино, А.А. Ҷураев, И.Ш. Норматов, С.Т. Наврузов, Ҳ. Абровов, А.И. Раҳимов, О.Ҳ. Амирзода, Ҷ.А. Абдушукуров ва дигарон бахшида шудаанд.

Таҳқиқоти ҳавзаи дарёи Варзобро як қатор институтҳои илмию таҳқиқотии Тоҷикистон, аз ҷумла Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, Институти илмию тадқиқотии гидротехника ва мелиоратсияи Тоҷикистони назди Вазорати энергетика ва захираҳои оби Ҷумҳурии Тоҷикистон, Муассисаи давлатии «Маркази илмӣ-тадқиқотии ҳифзи захираҳои об»-и Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди

Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон, Маркази илмию таҳқиқотии Кумитаи давлатии заминсозӣ ва геодезии назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон ва сохторҳои алоҳидаи муассисаҳои таҳсилоти олии анҷом медиҳанд. Дар раванди таҳқиқот дар доираи барномаҳои байналмилалӣ ташкилотҳои байналмилалӣ ва ғайриҳукуматӣ ширкат намуданд.

**Робитаи мавзӯи кори диссертатсионӣ бо барномаҳои илмӣ.** Таҳқиқотҳое, ки асоси кори диссертатсиониро ташкил медиҳанд, ба мавзуоти илмии Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ марбутанд, ки дар қоркарди онҳо унвонҷӯ низ иштирок кардааст: аз ҷумла қорҳои илмию таҳқиқотии аз буҷети давлатӣ маблағгузоришаванда, РД 0115ТJ00481 “Динамикаи тавозуни оби ҳавзаи дарёи Қофарниҳон” (солҳои 2015-2019); қорҳои илмию таҳқиқотии аз буҷети давлатӣ маблағгузоришаванда, РД 0115ТJ00480 “Арзёбии ҳолати обҳои зеризаминии шаҳри Душанбе бо истифода аз гидрологияи изотопӣ” (солҳои 2015-2019); қорҳои илмию таҳқиқотии аз буҷети давлатӣ маблағгузоришаванда, РД 0120ТJ01029 “Масъалаҳои ташаккул ва танзими маҷрои саҳт дар объектҳои оби Тоҷикистон ва роҳҳои ҳалли онҳо” (солҳои 2020-2024).

Таҳқиқоти диссертатсионӣ, инчунин, дар доираи барномаҳои зерини сатҳи ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ иҷро карда шудааст: “Стратегияи миллии рушди Ҷумҳурии Тоҷикистон барои давраи то соли 2030”; “Барномаи ислоҳоти соҳаи оби Тоҷикистон барои солҳои 2016-2025”; лоиҳаи илмию таҳқиқотии “Таҳқиқ ва омӯзиши захираҳои обӣ ва истифодаи онҳо дар Тоҷикистон барои солҳои 2019-2021”, “Истифодаи ҳавопаймоҳои бесарнишин барои мониторинги ҳатарҳои маъмулии кӯҳӣ дар Тоҷикистон”, ки ин лоиҳахоро Маркази илмӣ - таҳқиқотии экология ва муҳити зисти Осиёи Марказӣ (Душанбе) амалӣ намудааст.

#### **ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ**

Дар солҳои охир таҳқиқоти гуногуни речаи ҳавзаи дарёи Варзоб гузаронида шуда бошад ҳам, вале омӯзиши алоқаи унсурҳои гидрометеорологияи ҳавза бо хусусиятҳои ҷараёнии дарёҳои ҳавза амалан гузаронида нашудааст. Таҳлил ва арзёбии манбаъҳои мавҷуда имкон медиҳад, ки фарқияти таъсири омилҳои гидрометеорологӣ ба ташаккули ҷараёни дарёҳои кӯҳӣ аз шароити ташаккули ҷараёни дарёҳои доманакӯҳиро тасдиқ намоем. Тақсими хоси боришот дар ноҳияҳои кӯҳӣ, махсусан боришоти барф ва ҷамъшавии онҳо, тақсими минтақавии ҳарорати ҳаво ва тағйирёбии он бо баландӣ, ки барои минтақаҳои ҳамвор ғайриоддӣ аст, нобаробар ва дар як вақт об нашудани захираҳои барф дар тамоми ҳавза хусусиятҳои хоси тақсими солони ҷараёно ба вучуд меорад. Бояд зикр намуд, ки аз сабаби дар солҳои охир ҳаҷми муайяни ҳазинаи маълумот ташаккул ёфтааст, иҷрои ҳисобҳои захираҳои об зимни ҳалли масъалаи обёрӣ ва истифодаи самараноки захираҳои оби энергетикӣ зарурати маълумотро дар як мушаххасаҳои пурраи география гидрологӣ ва экологияи ҳолати ҳавза муайян намуд.

Кори мазкур ба амалисозии маҷмӯи таҳқиқот оид ба арзёбии география гидрологияи захираҳои обӣ ва таҳлили ҳолати экологияи ҳавзаи дарёи Варзоб бахшида шудааст.

**Мақсади таҳқиқот** - омӯзиш ва арзёбии хусусиятҳои география гидрологияи захираҳои обӣ ва ҳолати экологияи ҳавзаи дарёи Варзоб махсуб меёбад.

Барои ноил шудан ба ин ҳадафҳо ҳақиқатан **вазифаҳои** зерин лозим мебошад:

1. Арзёбии вазъи география гидрологияи ҳудуди ҳавзаи дарёи Варзоб, захираҳои обӣ ва сифати онҳо, таҳқиқи роҳҳои имконпазир истифодаи самараноки маҷрои он;
2. Омӯзиши таъсири тағйирёбии иқлим ба тавозуни оби дарёҳои хурди кӯҳӣ дар мисоли ҳавзаи дарёи Варзоб;
3. Таҳқиқи тақсими фазои боришоти атмосферӣ ва ҳарорати ҳавзаи дарёи Варзоб аз рӯи минтақаҳои иқлимӣ;

4. Амалӣ намудани мониторинги таъсири пушиши қабати барф ва яхбандӣ дар ҳудуди ҳавзаи дарёи Варзоб, дар шароити тағйирёбии иқлим ба чараёни дарё;
5. Таҳқиқи хоси вазъи экологии захираҳои обӣ дар ноҳияи Варзоб;
6. Рушди методикаи истифодабарии маълумотҳои зондкунони фосолавӣ ва технологияҳои геотитлоотӣ барои арзёбии тағйирёбии иқлим ва тавозуни оби дарёҳо дар минтақаҳои кӯҳӣ ҳангоми набудани иттилооти мушоҳидаҳои заминӣ;
7. Таҳияи тавсияҳо бо назардошти талаботи экологӣ, истифодаи самараноки захираҳои оби ҳавзаи дарёи Варзоб.

**Объекти таҳқиқот** захираҳои обӣ ва объектҳои оби ҳавзаи дарёи Варзоб мебошад.

**Мавзӯи таҳқиқот** хусусиятҳои географияи гидрологӣ, экологӣ ва захираҳои оби ҳавзаи дарёи Варзоб, ҳамчунин роҳҳои самаранок истифода бурдани захираҳои обӣ мебошад.

**Асосҳои назариявии таҳқиқот** муайян кардани сабабҳои алоқамандии обҳои минтақаи таҳқиқотӣ бо ландшафтҳои географӣ дар маҷмӯъ, бо назардошти иқлим, геология, геоморфология ва дар робита ба ин муқаррар намудани хусусиятҳои хоси ҳуди обҳо вобаста ба шароити табиӣ ҷойдошта бо дарки нақши муҳими омилҳои физикии географӣ мебошад.

**Усулҳои таҳқиқот.** Дар таҳқиқот усулҳои гуногун – аз усулҳои анъанавии оморӣ риёзӣ ва ҷамъбасти географияи гидрологӣ то усулҳои геотитлоотсионӣ, инчунин барномаҳои комплексӣ – Excel, Statistika, ArcGis истифода шудаанд. Таҳлил ва арзёбии маълумоти гидрометеорологӣ бо истифода аз усулҳои қиёсӣ гидрологӣ ва арзёбии географияи гидрологӣ, бо графикҳо ва харитаҳо анҷом дода шуд. Омӯзиши қонуниятҳои ташаккули маҷрои солони ва муайян кардани омилҳои асосии он бо роҳи сохтани графикҳои иртиботии эмпирикӣ анҷом дода шуд, ки эътимоднокии онҳо тавассути таҳлили коррелятсионӣ баҳо дода шуд. Арзёбии иқлим бо усулҳои ҳисобкунӣ ва моделсозии харитаҳои рақамии параметрҳои иқлимӣ дар барномаи ArcGIS гузаронида шуд, ки ин имконияти ба даст овардани параметрҳои тавозуни оби минтақаи таҳқиқотиро дод. Баҳодиҳии ҳолати пирахҳои ҳавза аз рӯи маълумотномаҳо ва тасвирҳои спектралӣ моҳвораии Ландсат гузаронида шуд. Барои ҳисоб кардани майдонҳои боришот, маълумотҳо аз Пойгоҳи ҷаҳонии иқлим (WCD) истифода шуда, ҳисобкунии майдонҳо ва ҳаҷми боришот (барф) дар ҳарорати ҳавои  $T \leq 0$  анҷом дода шуд. Бухоршавӣ ва ноустуворӣ бо истифода аз формулаҳои эмпирикӣ амалӣ карда шудаанд. Барои арзёбии тағйирёбии параметрҳои яхбандӣ, маълумоти бойгонӣ ва тасвирҳои моҳвораии Landsat барои соли 2021 истифода шуда, ҳаҷми ях бо формулаҳои эмпирикӣ ҳисоб карда шуд. Таҳқиқот инчунин бо истифода аз маълумотҳои пойгоҳҳои гидрометеорологӣ, маълумотномаҳо, бойгонии пойгоҳҳои гидрометеорологӣ гузаронида шуд. Ҳисобҳо бо истифода аз технологияҳои муосири компютерӣ анҷом дода шудаанд.

**Базаи асосии иттилоотӣ ва таҷрибавии** қори диссертатсионӣ асарҳои илмӣ: китобҳои дарсӣ, мақолаҳои маҷаллаҳои илмӣ даврӣ, маводи конференсияҳои илмӣ, рисолаҳо ва монографияҳо оид ба омӯзиши ҷуғрофӣ, гидрологӣ ва экологии ҳавзаҳои дарёҳои минтақаи доманакӯҳҳои кӯҳӣ мебошанд.

Ҳангоми иҷрои қори диссертатсионӣ озмоишгоҳи Маркази илмӣ-таҳқиқотии экология ва муҳити зисти Осиёи Марказӣ (Душанбе)-и Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон истифода шудааст.

**Навгонии илмӣ диссертатсия** дар омӯзиши хусусиятҳои географияи гидрологӣ ва экологӣ ва захираҳои оби ҳавзаи дарёи Варзоб бо назардошти таъсири тағйирёбии иқлим зоҳир мегардад.

Аз ҷумла:

- оид ба арзёбии географияи гидрологӣ ва экологии ҳолати ҳавза ва захираҳои оби дарёи Варзоб бо назардошти таъсири тағйирёбии иқлим таҳқиқоти ҳамаҷониба гузаронида шуд;

- тақсимои фазои боришот ва ҳарорат аз рӯи минтақаҳои иқлимӣ ва таъсири онҳо ба захираҳои обии ҳавзаи дарёи Варзоб таҳқиқ карда шуд;
- таҳқиқоти мониторингии таъсири пушиши барф ва яхбандии ҳавзаи дарёи Варзоб ба ташаккули захираҳои обии он гузаронида шуданд;
- арзёбии вазъияти имрӯза ва тавсияҳо оид ба татбиқи натиҷаҳои таҳқиқот ҳангоми ҳисобкуниҳои идоракунии об барои ҳалли масъалаҳои бехатарии об дар минтақаи Варзоб таҳия карда шуданд.

#### **Нуктаҳои асосие, ки ба ҳимоя пешниҳод мешаванд:**

1. Натиҷаҳои омӯзиши захираҳои обии ҳавзаи дарёи Варзоб ва арзёбии хусусиятҳои географияи гидрологӣ ва экологии он;
2. Тамоюлҳои муайяншудаи тақсимои фазои боришот ва ҳарорат дар минтақаҳои иқлимии ҳавзаи дарёи Варзоб;
3. Натиҷаи таҳқиқоти мониторингии пайдоиши барф ва яхбандӣ дар ҳавзаи дарёи Варзоб бо назардошти таъсири тағйирёбии иқлим;
4. Ҷанбаҳои амалии истифодаи оқилонаи захираҳои обии ҳавзаи дарёи Варзоб дар ҳалли масъалаҳои бехатарии об.

**Аҳамияти назариявӣ** кори диссертационӣ дар ҳалли масъалаҳои мониторинг, истифода ва ҳифзи захираҳои обии ҳавзаи дарёи Варзоб; таҳияи дурнамои ҳолати захираҳои обии ин ҳавза ва ташкили системаи имконпазири идоракунии объектҳои обӣ бо назардошти талаботи экологӣ ва таъмини амнияти об ифода меёбад.

#### **Аҳамияти амалии** кор аз инҳо иборат аст:

- гузаронидани таҳқиқоти мониторингии тағйирёбандаҳои иқлимӣ, инчунин пушиши барф ва яхбандӣ дар зери таъсири тағйирёбии иқлим, ки ҳангоми пешгӯии обҳои дарёҳои ҳавзаи дарёи Варзоб истифода мешаванд;
- муайян намудани хусусиятҳои ташаккули захираҳои обии дарёи Варзоб, ки дар ҳисобҳои гидрологӣ, обистифодабарӣ ва экологии ҳавзаи дарёи Варзоб истифода мешаванд;
- таҳияи нақшаи чорабиниҳои мушаххас оид ба бехтар намудани идоракунии об ва бехатарии об, ки барои истифодаи самаранок ва ҳифзи захираҳои обии дарёи Варзоб истифода мешаванд;
- арзёбии ҳолати кунунии бехатарии обӣ ва экологии ноҳияи Варзоб;
- натиҷаҳои таҳқиқотро дар раванди таълим дар муассисаҳои таҳсилоти олӣ ва донишгоҳҳои, ки бакалавр ва магистрҳои ихтисоси дахлдор тайёр мекунанд, ҳангоми хондани лексияҳо ва дарсҳои амалӣ, инчунин ҳангоми гузаронидани корҳои лабораторӣ ва саҳроӣ барои донишҷӯён дар курсҳои махсус истифода бурдан мумкин аст: «Гидрология» «Географияи физикӣ», «Гидрология, гидрометрия ва танзими чараёни об», «Таъмини об ва истифодаи оқилонаи он», «Иқлимшиносӣ ва метеорология», «Истифодаи самаранок ва ҳифзи захираҳои об», «Истифодаи комплексӣ ва ҳифзи захираҳои обӣ», «Таъмини об, санитария ва ҳифзи захираҳои обӣ», инчунин аз рӯи ихтисосҳои «Идоракунии захираҳои обӣ», «Гляциология», «Идоракунии маҷмӯи захираҳои обӣ» ва ғайра.
- натиҷаҳои таҳқиқотро дар таҳияи нақшаҳои таълимӣ, барномаҳои корӣ ва силлабусҳо аз ҷанҳои дахлдор низ истифода бурдан мумкин аст.

**Эътимоднокии натиҷаҳои кор** аз истифодаи усулҳои мавҷуда ва воситаҳои таҳқиқот; истифодаи заминаи калони таҳқиқотии ҳавзаи дарёи Варзоб; тасдиқи натиҷаҳои таҳқиқоти саҳроӣ дар муқоиса бо натиҷаҳои дигар таҳқиқотчиён; амалисозии таҳқиқоти таҷрибавии озмоишгоҳӣ бо истифодаи асбобу дастгоҳҳои ҳозиразамон; истифодабарии воситаҳои технологияи муосири зондкунии фосилавии Замин; татбиқи усулҳои таҳлили омӯрӣ ва меъёрҳои арзёбии омӯрии натиҷаҳо, ки бо тақрирпазирии зарурии натиҷаҳои гирифташуда ва муқоиса бо маълумоти муаллифони дигар тасдиқ шудаанд; тасдиқ дар семинарҳо ва конференсияҳои илмӣ сатҳҳои гуногун ифода меёбад.

#### **Мутобиқати мазмунӣ диссертация ба шиносномаи ихтисос.**

Мазмунӣ кори диссертационӣ ба нуктаҳои зерини шиносномаи ихтисоси 25.00.27 – Гидрологияи ҳушкӣ, захираҳои обӣ, гидрохимия мувофиқат мекунанд:

1. Асосҳои назариявӣ методологии гидрология, гидрографияи маҷроӣ дарё, лимнология, равандҳои маҷроӣ, гидрохимия, гидроэкология;
3. Масъалаҳои гидрологияи минтақавӣ, шабоҳат ва тафовути минтақаҳои ҳавзаҳои об аз ҷиҳати ташаккули маҷроӣ дарёҳо, генезиси таркибҳои ҷараёнҳо, хусусияти физикию сҳластикӣ тағйирёбии сатҳи оби дарёҳо, тағйирёбии фазой ва вақтии захираҳои обии минтақавӣ ва маҳаллӣ;
9. Таҳияи назария ва методологияи гидроэкология, омӯзиши экосистемаҳои обӣ, назарияи таъсири мутақобилаи ҷузъҳои абиотикӣ ва биотикӣ ин системаҳо, усулҳои баҳодихӣ хусусиятҳои аз ҷиҳати экологӣ муҳими гидрологӣ ва гидрохимиявӣ;
10. Таҳияи асосҳои илмӣ таъмини бехатарии гидроэкологии ҳудудҳо ва иншооти хоҷагӣ, сарфакорона ва аз ҷиҳати экологӣ оқилона идора ва истеъмоли об, банақшагирии фаъолияти хоҷагидорӣ дар минтақаҳои зиёдшавии хавфи равандҳои хатарноки гидрологӣ, ҳифзи объектҳои обӣ аз камшавӣ, ифлосшавӣ, таназзул, шароити муносибии мавҷудияти экосистемаҳои обӣ ва заминӣ.

**Саҳми шахсии муаллиф.** Диссертатсия натиҷаи таҳқиқоти ҷандинсола мебошад, ки дар заминаи илмӣ Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ ва Маркази илмӣ - таҳқиқотии экология ва муҳити зистӣ Осиёи Марказӣ (Душанбе) гузаронида шудааст. Гузориши масъала, равандҳои пӯшиши қабати барф ва боришот ҳулосаю пешниҳодҳо, инчунин тартиб додани ҳулосаҳои асосиро шахсан муаллифи рисола иҷро кардааст.

**Тасдиқи натиҷаҳо.** Натиҷаҳои асосии диссертатсия дар конфронсҳои илмӣ амалии байналмилалӣ ва ҷумҳуриявӣ гузориш ва муҳокима карда шуданд: симпозиуми байналмилалӣ оид ба муҳити географӣ ва информатика (Ҳонконг, Чин, 2017); GIS дар Осиёи Марказӣ - GISCA 2017 «Илмҳои геотитлоотӣ барои рушди устувор» (ш. Душанбе, 2017); «Таъсири тағйирёбии иқлим ва омилҳои антропогенӣ ба экосистемаҳои Осиёи Марказӣ» (ш. Ханян, Чин, 2018); «Об барои рушди устувори Осиёи Марказӣ» (ш. Душанбе, 2018); «Усулҳои муносири таҳқиқот ва арзёбии мониторинги муҳити зист, идоракунии замин ва об дар ландшафтҳои кишоварзии Осиёи Марказӣ» (ш. Алмаато, 2019); "Осиёи сабз, истисноӣ ва устувор" (Ченду, Чин, 2019); "Арзёбии таъсири тағйирёбии иқлим ба экосистемаҳои Осиёи Марказӣ" (27 ноябри 2020, ш. Душанбе,); «Ҳолати кунунии пирахҳо, яхбандӣ ва криосфера дар раванди гармшавии глобалӣ» (ш. Душанбе, 2021); «Рушди Роҳи абрешим, мутобиқшавӣ ба тағйирёбии иқлим, экология ва шароити тағйирёбии иқлим» (ш. Душанбе, 20 октябри соли 2021); «Захираҳои обии Осиёи Марказӣ: ташаккул, геоэкология, устуворӣ дар шароити тағйироти иқлим» (4 июни 2021, Душанбе, Тоҷикистон); Конфронси дуҷуми байналмилалӣ сатҳи баланд оид ба Даҳсолаи байналмилалӣ амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028»; «Маҷмааи идоракунии об: мушкilot ва роҳҳои ҳалли онҳо» бахшида ба Даҳсолаи байналмилалӣ амал «Об барои рушди устувор» солҳои 2018-2028 (Душанбе, 2022); Конфронси байналмилалӣ илмӣ-амалии «Бехатарии об – асоси рушди устувор», бахшида ба Даҳсолаи байналмилалӣ амал «Об барои рушди устувор», солҳои 2018-2028 ва 20-умин солгарди таъсиси Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ (Душанбе, 5-6 октябри соли 2022).

Аз соли 2008 то соли 2019 дар семинару тренингҳои гуногун, мактабҳои таҳассуси Тоҷикистон, Чин, Ҳиндустон, Қазоқистон, Қирғизистон, (сертификату дипломҳои дахлдор тасдиқ менамоянд) оид ба захираҳои об, экология ва ҳифзи муҳити зист таълим ва бозомӯзӣ гузаштааст.

**Интишорот.** Натиҷаҳои асосии таҳқиқот оид ба мавзӯи рисола дар 14 мақолаи илмӣ, аз ҷумла 5 мақолаи илмӣ дар маҷаллаҳои илмӣ тақризшавандаи Комиссияи олии аттестатсионӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ба нашр расидаанд.

Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқот 2 патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № TJ 1303; № TJ 1304 (бюл. 188, 2022) ба даст оварда шудааст.

**Сохтор ва ҳаҷми кори диссертатсионӣ.** Кори диссертатсионӣ дар 155 саҳифаи матни компютерӣ пешниҳод шудааст, ки аз он 131 саҳифааш матни асосӣ буда, аз муқаддима, 5 боб, хулосаҳои умумӣ ва замимаҳо иборат аст. Дар қор 55 расм ва 20 ҷадвал мавҷуд аст. Рӯйхати адабиёти истифодашуда аз 175 номгӯй, аз ҷумла 13 номгӯй ба забонҳои хориҷӣ мебошад.

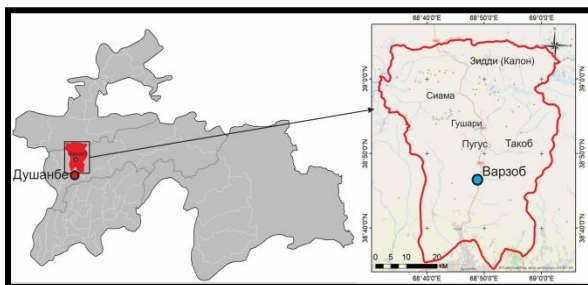
Муаллиф ба роҳбари илми худ, доктори илмҳои техникӣ, дотсент, мудири лабораторияи «Иншооти гидротехникӣ»-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ Фазылов Али Раҳматджанович барои роҳбарӣ, маслиҳат, эродҳои пураризиш ва кӯмак дар омода кардани диссертатсия дар тамоми марҳилаҳои иҷрои он изҳори сипоси самимӣ менамояд.

### **МУҲТАВОИ АСОСИИ ДИССЕРТАТСИЯ**

**Дар муқаддима** муҳимияти қор, дараҷаи қорқарди илмӣ масъалаи таҳқиқшаванда асоснок қарда шуда, хусусиятҳои умумии қор баён қарда шудааст, мақсад ва вазифаҳои таҳқиқот тартиб дода шуда, объект ва предмети таҳқиқот, навоариҳои илмӣ, аҳамияти назариявӣ, илмию амалии қор муайян қарда шудааст, саҳми шахсии муаллиф равшан қарда шуда, нуқтаҳои асосии ба ҳимоя пешниҳодшаванда баён қарда шудааст, сохти қор, маълумот оид ба тасдиқи он ва татбиқи натиҷаҳо, маълумот оид ба нашр, мазмуни мухтасари диссертатсия оварда шудаанд.

**Дар боби якум - «Тавсифи физикӣ-географияи Ҷумҳурии Тоҷикистон»** натиҷаҳои таҳлили ҷойгиршавии географӣ, шароити гидрологӣ ва иқлимӣ оварда шуда, масъалаҳои иқтидори захираҳои обӣ ва таъмини об, орографияи ҳавзаҳои алоҳидаи дарёҳо, хусусиятҳои ташаккули маҷрои дарёҳо, шароити инкишофи иқлимӣ ва дигар равандҳои табиӣ минтақаи наздикӯҳии Тоҷикистон баррасӣ қарда шудаанд. Равандҳое, ки ҳолати гидрологӣ ва речаи объектҳои обии ҳавзаи дарёи Қофарниҳонро муайян мекунанд, низ таҳлил қарда шудаанд.

**Боби дуюм - «Тавсифи ҳудудию табиӣ ҳавзаи дарёи Варзоб»** ба таҳлил ва арзёбии вазъият ва рушди минтақаи Варзоби Ҷумҳурии Тоҷикистон, шароити табиӣ, иқтидори захираҳои обӣ ва муайян намудани сабабҳои асосии тезу тунд шудани вазъии экологии ҳавзаи дарёи Варзоб бахшида шудааст. Ноҳияи Варзоб ( $38^{\circ} 45' 0'' \text{ N} / 68^{\circ} 45' 0''$ ) — ноҳияи тобеи ҷумҳурӣ (марказаш — деҳаи Варзоб) соли 1991 таъсис ёфтааст, бо қисми шимолии шаҳри Душанбе, аз шимол — бо ноҳияи Айни, аз ғарб — бо ноҳияи Ҳисор, аз ҷануб — бо ноҳияи Рӯдакӣ, аз шарқ — бо ноҳияи Ваҳдат ҳамсарҳад аст. Ноҳияи Варзобро дарёи Варзоб аз шимол ба ҷануб убур мекунад (расми 1). Захираҳои обии дарёи Варзоб барои эҳтиёҷоти аҳоли ва қорхонаҳои саноатӣ на танҳо дар ноҳияи Варзоб, балки барои шаҳри Душанбе, инчунин барои эҳтиёҷоти обёрии заминҳои водии Ҳисор хеле муҳим аст. Дар дарё як каскади НБО-и Варзоб (25,36 МВт) — маҷмаа аз се нерӯгоҳи барқии обии хурд бо дериватсияи бефишор сохта шуда, мавриди истифода қарор дорад (расми 2).



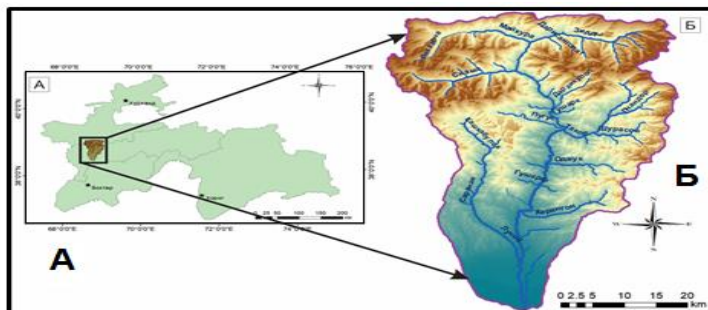
Расми 1. Харитаи ҚТ ва схема-харитаи маъмурии ноҳияи Варзоб



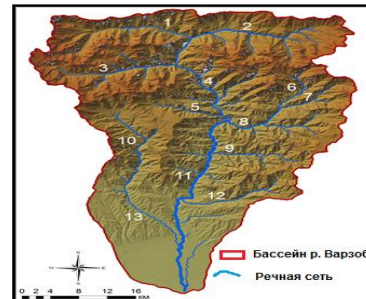
Расми 2. Схемаи китъаи дарёи Варзоб бо каскади НБО

Ҳисобкуниё, ки бо истифода аз маълумотҳои зондкунии фосилавӣ анҷом дода шудааст, нишон дод, ки масоҳати майдони ҳавзаи дарёи Варзоб (сатҳи яхбандӣ - 2,01%, фосилаи баландӣ - 800-4900 метр аз сатҳи баҳр, тағирёбии майдони яхбандӣ - 23%), тақрибан ба 1697 км<sup>2</sup> баробар буда, ҳамзамон тибқи маълумоти дигар муҳаққиқон,

масоҳати обанбор аз 1680 км<sup>2</sup> то 1900 км<sup>2</sup> муайян карда шудааст. Сарҳади шимолии ҳавзаи дарёи Варзоб қад-қад ағбаи қаторкӯҳҳои Ҳисор мегузарад ва бо ҳавзаҳои дарёҳои Майхура ва Зиддӣ маҳдуд мешавад (расми 3,4). Дар қисмати болооби ҳавза қаторкӯҳҳо бо нишебиҳои сарзёр бо баландии то 4900 м аз сатҳи баҳр ҷойгир буда, ба зуд ҷорӣ шудани боришот аз рӯи замин ба маҷрои дарё ва кам ворид шудани об ба ҳок мусоидат мекунанд. Дар қад маҷрои дарёи Варзоб роҳи автомобилгард воқеъ аст, ки шаҳри Душанберо бо ноҳияҳои шимоли ҷумҳурии мепайвандад.



Расми 3.



Расми 4.

Расми 3. Объекты таҳқиқот - ҳавзаи дарёи Варзоб, дар харитаи табиӣ (А) топографӣ (Б)-и ҚТ.

Расми 4. Ҳавзаи дарёи Варзоб 1-Майхура, 2- Зиддӣ, 3- Сиёма, 4- Дараикулол, 5- Пугус, 6- Чашмандарок, 7- Лачандор, 8-Такоб, 9- Очук, 10- Саранан, 11- Доришаршар, 12- Харангон, 13- Лучоб

Ҳаҷми миёнаи таҳшинҳои муаллақ ҳангоми 0,376 кг/м<sup>3</sup> будани тирагии миёна, дар баромади дарё аз кӯҳҳо ба водии Ҳисор 39,3 кг/с, яъне 1250 ҳазор тоннаро дар як сол ташкил медиҳад. Муқаррар карда шудааст, ки сабаби асосии нисбатан кам будани ҳаҷми бурдашудаи таҳшинҳои муаллақ дар минтақаи обгир васеъ паҳн шудани чинсҳои интрузивӣ (чинсҳои кӯҳии магматии комилан кристалл) мебошад. Сифати оби дарёи Варзоб вобаста ба фасли сол фарқ мекунад. Махсусан, тирагӣ аз 1,25 то 7300 мг/л фарқ мекунад, ки онро таҳқиқоти мо тасдиқ кардааст.

Дар раванди таҳқиқот, барои муайян кардани тирагӣ дар шароити озмоишгоҳӣ тирасанҷи навъи LH-NTU3M (V11) истифода шуд.

Барои арзёбии ҳолати об ба истилоҳ "Индекси олулашавии об" (ИОО) истифода шудааст, ки ба категорияи нишондиҳандаҳое тааллуқ дорад, ки аксар вақт барои арзёбии сифати объектҳои обӣ истифода мешаванд. Ин индекс як заиб (коэффисиент)-и ҳосил аз изофӣ буда, ҳиссаи миёнаи зиёдшавии ҳадди ақали ҷоиш (ҲАҶ) аз рӯи шумораи қатъии маҳдуди ингредиентҳои инфиродӣ ифода мекунад:

$$ИЗВ = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \quad (1)$$

ки дар он:  $C_i$  - консентратсияи компонент (дар баъзе мавридҳо қимати параметри физикию химиявӣ);  $n$  - шумораи нишондиҳандаҳое, ки барои ҳисоб кардани индекс истифода мешаванд,  $n = 6$ ;  $ПДК_i$  - қимати муқарраршудаи меъёрӣ барои навъи дахлдори объектҳои обӣ.

Хусусиятҳои сифати оби дарёҳои ҳавзаи дарёи Кофарниҳон, умуман, дарёи Варзоб аз ҷумла ин аст, ки он ба синфи хеле соф (синфи I) ва дар баъзе мавридҳо ба синфи II (оби соф) тасниф мешавад, вале дар баробари ин аз ҷиҳати маъданшавӣ - байни синфҳои I ва III ва аз ҷиҳати таркиби моддаҳои органикӣ байни синфҳои I ва IV мансуб доништа мешавад. Яке аз омилҳои асосии бад шудани вазъии экологӣ, аз ҷумла гидроэкологӣ дар ҳудуди ҳавзаи дарёи Варзоб ин таъсири антропогенӣ ба захираҳои обӣ мебошад. Дар ин боб инчунин имкони истифодаи усулҳои муосири технологияҳои геоиттилоотӣ (ГИС-технологияҳо) ва маълумотҳои зондкунӣи фосолавӣ, аз ҷумла ҳавопаймоҳои бесарнишин асоснок карда шудааст.

Ҳамин тариқ, зарурати амалӣ намудани маҷмӯи таҳқиқот оид ба арзёбии географӣ ва гидрологии захираҳои обӣ ва таҳлили вазъии экологии ҳавзаи дарёи Варзоб дар асоси маълумоти умумӣ оид ба тамоми хусусиятҳои физикӣ, географӣ ва иқлимии ҳавза,

инчунин пешниҳод намудани маълумоти умумикардашуда дар бораи чараёни дарёҳои ҳавза, барои истифода бурдани онҳо дар ҳисобҳои обистифодабарӣ ҳангоми ҳалли масъалаҳои обёрӣ ва истифодаи самаранок захираҳои обию энергетикӣ ба миён омадааст.

**Дар боби сеюм «Дарачаи омӯзиши географию гидрологии ҳудуди ҳавзаи дарёи Варзоб»** масъалаҳои зерин чун ноҳиябандӣ, речаи гидрологӣ ва хусусиятҳои ташаккули чараёни об, таҳлил ва арзёбии шароити иқлим, ҳарорати ҳаво, хусусиятҳои бухоршавӣ дар маҳаллаҳои кӯҳӣ, баҳодиҳии боришот дар ҳудуд ва минтақаҳои баланди ҳавзаи дарёи Варзоб баррасӣ шудаанд.

Муқаррар намудани хусусиятҳои речаи гидрологии дарёҳо бо яке аз усулҳои васеъ истифодашаванда, ки усули ноҳиябандии ҳавзаи дарё мебошад, амалӣ карда мешавад. Бо назардошти он ки дар болооби дарёи Варзоб шохобҳои зиёде ҳастанд, ки дарозияшон ночиз аст ё танҳо дар давраи обшавии барф, ё ҳангоми гузаштани борони шадид мавҷуданд. Мавҷудияти шохобҳо аз мавсим ё шароити иқлим вобаста аст (расми 4).

Аз сабаби ба ҳисоб нагирифтани шохобҳои хурд коэффитсиенти зичии шабакаи дарёҳо  $0,21 \text{ км/км}^2$ -ро ташкил медиҳанд, вале дар баъзе қитъаҳои ҳавза ин коэффисиент зиёда аз  $0,30 \text{ км/км}^2$  мебошад. Вобаста ба резиши нисбатан мунтазами шохобҳо ба дарёи Варзоб, зиёдшавии майдони ташаккули он аз сарчашма то резишгоҳ низ нисбатан мунтазам мегузарад. Тақсими майдонҳои ҳавза дар байни соҳилҳои рост ва чап нобаробар аст: соҳили рост -  $1020 \text{ км}^2$ , соҳили чап -  $880 \text{ км}^2$ .

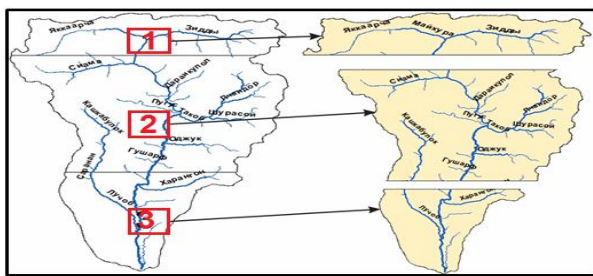
Манбаи асосии ғизогирии дарёи Варзоб барфу пирахҳои мавсимӣ мебошанд, ки дар минтақаи баландкӯҳи ҳавза ба вучуд меоянд. Ба навъи дарёҳо бо ғизогирии барфию пирахӣ мансуб будани дарёи Варзобро коэффитсиенти чараёнии бо усули В.А. Шултс ҳисобкардашуда тасдиқ менамояд. Минтақаи асосии муайянкунӣ дар болооби дарёи Зиддӣ ҷойгир аст, ки се пирах дорад, як пирахӣ дарозияш то 4 километр, инчунин то 10 пирахӣ хурд, ки дарозияшон аз 1,5-2 километр зиёд нест. Ҳамин гуна ҳолат ба ҳавзаи дарёи Майхура хос аст. Аммо сарфи назар аз мавҷуд будани пирахҳо дар болооби ҳавзаи дарёи Варзоб, ҳиссаи ғизодиҳии пирахҳои тамоми дарёро назаррас ҳисоб кардан мумкин нест, зеро майдони муайянкунии ҳавза ҳанӯз бениҳоят хурд аст.

Дарёи Варзобро мувофиқи табиати водӣ ва махсусан маҷрои он ба 3 қитъа тақсим кардан мумкин аст: маҷрои болоӣ — дарёи Зиддӣ, маҷрои миёна - дарёи Варзоб аз резиши дарёи Майхура то деҳаи Даҳана ва ниҳоят, маҷрои поёнӣ — аз деҳаи Даҳана то резишгоҳ (расми 5).

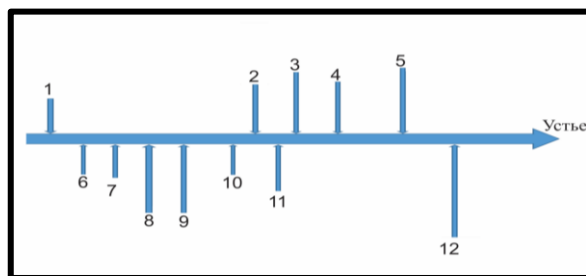
**Қитъаи якум:** Дарозии дарёи Зиддӣ (маҷрои болоии дарёи Варзоб) - 23 км буда, масоҳати ҳавза -  $147 \text{ км}^2$  мебошад.

**Қитъаи дуюм** бо дарозии 45 километр, аз резишгоҳи дарёи Майхура то деҳаи Даҳана, ки ба дарёи Варзоб қариб ҳамаи шохобҳои асосии он мерезанд, тӯл мекашад. Маҳаллаи ҳамсоии водӣ дар ин мавзё идомаи қаторкӯҳҳои Ҳисор мебошад.

**Қитъаи сеюм** бо дарозии 29 километр, аз деҳаи Даҳана то охири дарёи Варзоб тӯл мекашад. Дар ин қитъа ба дарёи Варзоб яке аз шохобҳои калон — дарёи Лучоб мерезад, ки масоҳати ҳавзайи он тақрибан  $262 \text{ км}^2$  бо  $6,13 \text{ м}^3$  масрафи миёнаи солона буда, ба он якбора камшавии доманаҳои ҷанубии қаторкӯҳҳои Ҳисор аст ва дар ҳудуди шаҳри Душанбе, дарёи Варзоб ба водии Ҳисор ҷорӣ мешавад.



(5)



(5A)

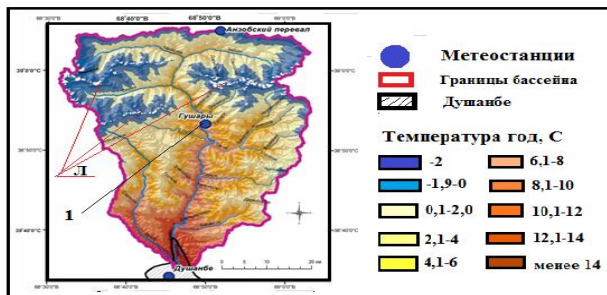
Расми 5. Схемаи тақсимшавии ҳавзаи дарёи Варзоб ба се қитъа. Расми 5A. Шохобҳои дарёи Варзоб: 1-ш. Зиддӣ, 2-ш. Курортная, 3-ш. Такоб, 4-ш. Одчук, 5-ш. Харангон, 6-ш. Сангалт, 7-ш.

Дарисангалт, 8-ш. Майхура, 9-ш. Сиёма, 10-ш. Хоҷа оби гарм, 11-ш. Гурке 12-ш. Лучоб

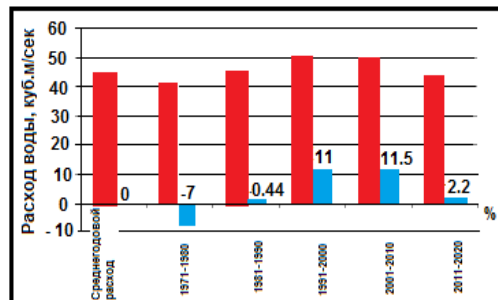
Шароити табиӣ ҳавзаи дарёи Варзоб ба инкишофи ҳодисаҳои ҳатарноки табиат, аз ҷумла ярҷ, сел, обхезӣ, тарма ва ғайра мусоидат мекунад. Махсусан дар ҳавзаи дарёи Майхура ҳавфи калонтарин фаромадани тарма хос мебошад, ки ба ин ташаккул нишебиҳои сарзериашон  $25-45^\circ$  мусоид мекунад. Чор минтақаи иқлимӣ муқаррар карда шудааст, ки инҳо минтақаи хеле гарм бо намии нокифоя ва зимистони мулоим; гарм бо намии нокифоя ва зимистони муътадил; минтақаи муътадил гарм бо намии нокифоя ва зимистони муътадил; минтақаи гарми муътадил бо нарасидани намӣ ва зимистони муътадил саҳту барфбор мебошанд.

Бо истифода аз функсияҳо ва технологияи системаҳои иттилоотии географӣ (ГИС) схема-харитаи тақсимои ҳарорати миёнаи солона дар ҳудуди ҳавза тартиб дода шуд, ки дар он бо ранги кабуд минтақаҳо бо ҳарорати миёнаи солонаи манфӣ ва ҷойгиршавии пирахҳо нишон дода шудааст (расми 6).

Айни замон дар ҳавзаи дарёи Варзоб ҳамагӣ 3 нуқтаи назорати сифати об амал мекунад: дидбонгоҳҳои гидрологии дарёи Варзоб-Даҳана, Ҳушёрӣ ва Зиддӣ – резиншох, дар ин маврид таҳлили сифати оби дарёи Варзоб танҳо аз ҷониби як нуқтаи мушоҳидавӣ – Ҳушёрӣ пурра анҷом дода мешавад. Масоҳати обҷамъшавӣ 1270 километри мураббаъ буда, аз рӯи ҳисобу китоб бо истифода аз асбобҳои муосири таҳлили фосилавӣ масоҳати он ба  $1281 \text{ км}^2$  баробар мебошад. Масрафи миёнаи солонаи оби дарёи Варзоб (дидбонгоҳи Даҳана)  $45,5 \text{ м}^3$  ташкил медиҳад (расми 7).



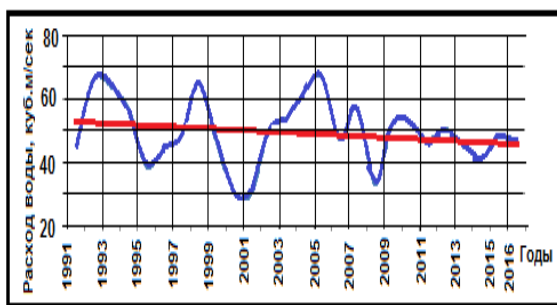
Расми 6. Тақсимои ҳарорати Ҳавза. 1 - пирахҳо; 1- дидбонгоҳи Ҳушёрӣ.



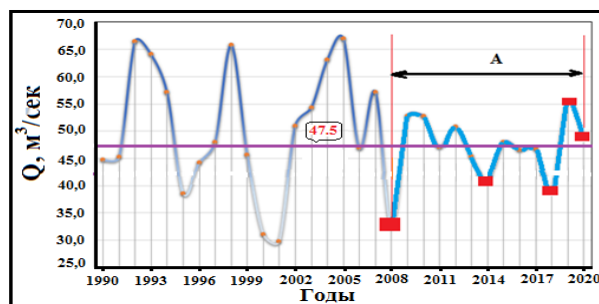
Расми 7. Муқоисаи масрафи об дар давраҳои гуногун

Аз соли 1971 то соли 1980 – ҳамаи об ба ҳисоби миёнаи солона 7 % кам, дар давраи солҳои 1981-1990 – зиёда аз 0,44 %, солҳои 1991-2000 – зиёда аз 11 %, аз соли 2000-2010 – зиёда аз 11,5 % ва аз соли 2011-2020 - 2,2% зиёд шудааст. Ҷориши солона дар пойгоҳи Даҳана  $1,44 \text{ км}^3$  –ро дар як сол ташкил медиҳад. Дар расми 8 ҳаҷми миёнаи солонаи масрафи об дар давраи солҳои 1991-2016 оварда шудааст. Сарфаҳо дар пойгоҳи Даҳана: миёнаи солона —  $49,7 \text{ м}^3/\text{с}$ ; миёнаи зиёдтарин -  $66 \text{ м}^3/\text{с}$  (1991, 1992, 1998, 2006); камтарин -  $35 \text{ м}^3/\text{с}$  (1989, 1995, 2000, 2008). Масрафии аз ҳама баланд  $326 \text{ м}^3/\text{с}$  буд.

Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқоти мавҷуда тағйироти ҷориши солона, ки бо истифода аз маълумотҳои тағйирёбанда дар давоми 30 сол гузаронида шудааст, муайян карда шуд, ки масрафи миёнаи солона дар давраи солҳои 1990—2000 то  $47,5 \text{ м}^3/\text{с}$  зиёд шуд. Дар соли 2008 масрафи об, баръакс, кам шуда, ба  $33 \text{ м}^3/\text{с}$  баробар шуд. Дар асоси натиҷаҳои таҳқиқоти иловагӣ мо (солҳои 2008-2020) маълум гардид, ки масрафи об дар соли 2019  $55 \text{ м}^3/\text{с}$  буд, соли 2020 боз кам шуда,  $49 \text{ м}^3/\text{с}$ -ро ташкил дод, вале ба ҳар ҳол он назар ба масрафи миёнаи солонаи об  $47,5 \text{ м}^3/\text{с}$  зиёдтар аст (расми 9).



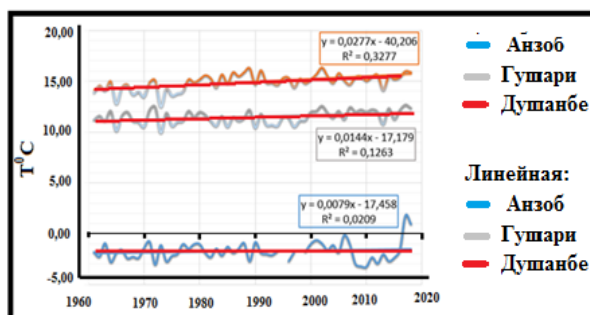
Расми 8. Масрафи миёнаи бисёрсолаи об (солҳои 1991-2016), (ГП «Даҳана»).



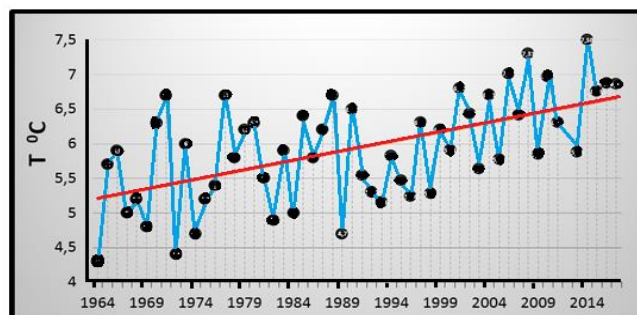
Расми 9. Масрафи об дар шароити тағйироти иқлимӣ. А – соҳаи таҳқиқот.

Зикр кардан мебояд, ки масрафи об дар дарё дар фасли баҳор зиёд шуда, дар моҳи июн ба ҳадди максималӣ - 115 м³/с мерасад ва дар фасли зимистон то 15 м³/с кам мешавад, ки ин бартарӣ доштани захираи барфиро дар ҳавзаи дарё аз ҳисоби обшавии пуршиддати баҳорию тобистонии барфи дар фасли зимистон чамъшуда (давраи аввал) тасдиқ мекунад. Муайян карда шуд, ки аз соли 1990 то соли 2020 дар тамоми ҳавза афзоиши масрафи об дар дарёи Варзоб 11,0 % мушоҳида шудааст. Дар баробари ин, тағйирёбии иқлимии масрафи об (тағйирёбии миёна дар давоми 30 сол) аз 45 то 49 м³/с-ро ташкил дод.

Дар асоси натиҷаҳои таҳлил ва баҳодиҳии маълумоти миёнаи солони маълум гардид, ки дар давраи таҳқиқот дар ҳамаи пойгоҳҳо тамоюли мусбати ҳарорати ҳаво (расми 10) ва дар давраи аз соли 1936 то соли 1943 ва аз соли 1978 то соли 1986 баланд шудани ҳарорат мушоҳида карда мешавад ва дар дигар даврҳо тамоюли манфии чунин тағйирот ошкор гардид. Маълумоти бадастомада ҳарорати миёнаи ҳаво (расми 11), ки дар пойгоҳи Хушёрӣ чен карда шудааст, ба мо имкон дод тасдиқ кунем, ки дар давраи аз соли 1964 то соли 2014 он аз меъёри иқлимӣ 0,4°C зиёд шуда, тамоюли баландшавии ҳарорат ба 0,05°C дар як сол рух додааст.



Расми 10. Тамоюли тағйирёбии ҳарорат



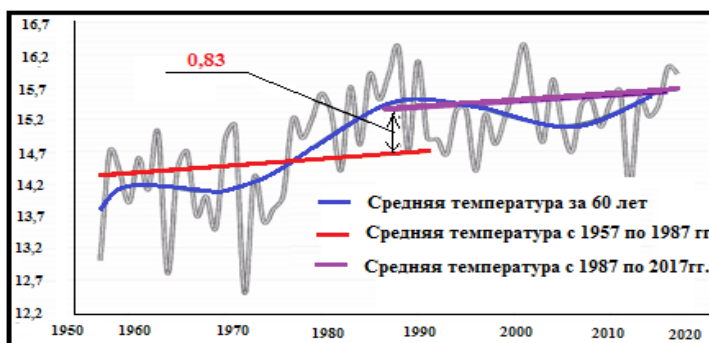
Расми 11. Бузургии ҳарорати миёнаи ҳаво дар пойгоҳи Хушёрӣ (аз соли 1964 то соли 2014)

Таҳлили муқоисавии даврҳои мавҷудаи иқлимӣ имкон дод, ки дар давраи мушоҳидаҳои асбобӣ баҳоҳои гуногуни тағйирёбии ҳарорат гирифта шавад.

Бо назардошти меъёри иқлимии ҳарорат (дар давоми 30 сол) дар пойгоҳҳои метеорологӣ дар ҳар 3 соат: миёнаи шабонарӯзӣ — ба ҳисоби миёна 8 давра; миёнаи моҳона - ба ҳисоби миёна 30 ё 31 маълумоти миёнаи рӯзона мушоҳидаҳо гузаронида шуданд. Мушоҳидаҳо тавассути бузургиҳои статикӣ, яъне, бо назардошти тамоюлот аз меъёр (рӯз, моҳ, мавсим, сол) аз рӯи вобастагии зерин (1) ҳисоб карда мешавад:

|                                                                      |                                                                      |                                                                      |                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| $\Delta \bar{T}_{мес} = \frac{\sum_{k=1}^N \Delta \bar{T}_{сум}}{N}$ | $\Delta \bar{T}_{мес} = \frac{\sum_{k=1}^N \Delta \bar{T}_{сум}}{N}$ | $\Delta \bar{T}_{сез} = \frac{\sum_{k=1}^N \Delta \bar{T}_{сум}}{N}$ | $\Delta \bar{T}_{год} = \frac{\sum_{k=1}^N \Delta \bar{T}_{сум}}{N}$ |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|

Барои арзёбии тағйироти ҳарорат ду давраи иқлимӣ ҷудо карда шуд давраи якуми иқлимӣ (Tclim1) фосилаи вақтро аз соли 1957 то 1987 (30 сол) фаро мегирад. Ба фикри мо, маълумотҳои дар ин давра ба даст овардашударо меъёри иқлимӣ ҳисоб кардан мумкин аст. Давраи дуюми иқлимӣ (Tclim 2) маълумоти миёнаи солҳои 1987 то 2017-ро дар бар мегирад, ки ба қатори хронологии 30 сол мувофиқат мекунад. Дар расми 12 натиҷаҳои таҳқиқот, таҳлил ва арзёбии тағйирёбии ҳарорати миёнаи соллона дар давоми 60 сол нишон дода шудааст.



Расми 12. Тағйирёбии ҳарорати миёнаи соллона дар давраҳои гуногуни иқлимӣ барои пойгоҳи Душанбе

Дар асоси маълумоте, ки барои тамоми давраи мушоҳида дар пойгоҳи Душанбе ба даст оварда шудааст, тағйирёбии ин ҳарорат дар давраи иқлимӣ қабулшуда  $0,83^{\circ}\text{C}$ -ро ташкил дод, яъне. баланд шудани ҳарорати ҳаво мушоҳида карда мешавад.

Дар баҳодиҳии воқеии бухоршавӣ ҳам аз ҷиҳати назариявӣ ва ҳам аз ҷиҳати таҷрибавӣ душвориҳои назаррас дучор меоянд. Тибқи қонуни Далтон, суръати бухоршавӣ  $Q$  дар  $\text{кг}/\text{м}^2\text{с}$  норасоии мутаносибан рости намиро, ки аз рӯи ҳарорат дар сатҳи бухоршавӣ муайян карда мешавад ва вобастагии мутаносибан баръакс фишори атмосфериро дорад:

$$Q = A \cdot (E - e) / p, \quad (3)$$

ки дар он  $E$  – чандирии сершавӣ, ки аз рӯи ҳарорати сатҳи бухоршавӣ гирифта шудааст;  $e$  - фишори бухор, ки ба ҳавои муҳит мувофиқ аст,  $p$  - фишори атмосферӣ;  $A$  - коэффисиенти мутаносибӣ мебошад, ки аз бисёр параметрҳо, аз ҷумла шамол вобаста аст.

Мушкилии масъала ба муайян кардани коэффисиенти  $A$  вобаста аст. Ҳангоми баҳодиҳии равандҳои гузариши об - буғи об ду мафҳум вучуд дорад: бухоршавандагӣ ва бухоршавӣ. Иванов Н.Н. (1941) формулаи (4) зерини таҷрибавиро барои ҳисоб кардани бухоршавандагӣ пешниҳод кардааст:

$$E_m = 0,0018 (25 + T)^2 (100 - F) \quad (4)$$

Ҳарорат ва намии нисбии ҳаво, ки ба ин формула дохил карда шудаанд, бузургҳои комплексие мебошанд, ки мавҷудияти бисёр ҷузъҳои хусусии иқлимро нишон медиҳанд. Бояд гуфт, ки ин равиш барои арзёбии тавозуни об номувофиқ аст, зеро бухоршавӣ бояд бузургии маълуме бошад, ки ба тавозуни обӣ дохил карда шавад. Ҳангоми арзёбии иқлим дар муддати тӯлонӣ бухоршавӣ бо усули тавозуни обӣ мувофиқи формулаи (5) зерин муайян карда мешавад:

$$Z = X - Y, \quad (5)$$

дар он  $Z$  - ҷамъи соллоии бухоршавӣ;  $X$  - ҷамъи соллоии боришот;  $Y$  - ҷараёни соллоии.

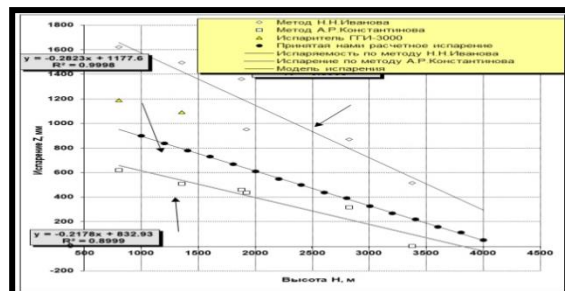
Ҳисобкунии бухоршавӣ дар ҳавзаи дарёи Варзоб аз рӯи усули А.Р. Константинов дар ҳолати мавҷуд будани маълумот дар бораи ҳарорат ва намии мутлақ гузаронида шуд. (пойгоҳҳо: ағбаи Анзоб; Ҳаромкул; Майхура; Ҳоча-Обигарм; Ҳушёрӣ, Душанбе). Аз руи

натиҷаҳои ҳисобу китоб дар пойгоҳи обуҳавосанҷии Анзоб қимати миёнаи солонаи бухоршавӣ ба 76 мм баробар ва барои боқимонда қимати бухоршавии солона ҳамчун ҷамъии қиматҳои миёнаи якмоҳаи бухоршавӣ муайян карда шуд. Муқоисаи натиҷаҳои ҳисоби бухоршавӣ бо усулҳои гуногун (мм/сол) дар расми 13 нишон дода шудааст.

Бинобар ин, вобастагии ҳисобшудаи бухоршавии солона аз сатҳи ташаккули об аз баландии маҳал дар фосилаи баландии 1000 - 4000 м аз сатҳи баҳр бо назардошти маълумоти ҳисобшуда ва таносуби воқеии элементҳои тавозуни обӣ гузаронида мешавад. Асос барои сохтани вобастагӣ он далел аст, ки ҳам бухоршавандагии ҳисобшуда ва ҳам бухоршавии ҳисобшуда бо баландӣ робитаи аниқ доранд (расми 14).

| Станция           | Высота, м | Испаряемость (по Н.Н. Иванову) | Испарение (по А.Р. Константинову) | Испаритель ГТН-3000 |
|-------------------|-----------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| Анзобский перевал | 3373      | 518                            | —                                 | —                   |
| Харамқуль         | 2826      | 872                            | 317                               | —                   |
| Майхура           | 1921      | 951                            | 438                               | —                   |
| Ходжа-Обигарм     | 1874      | 1362                           | 461                               | —                   |
| Гушари            | 1359      | 1494                           | 512                               | 1092                |
| Душанбе           | 803       | 1622                           | 622                               | 1191                |

Расми 13. Муқоисаи натиҷаҳои ҳисобҳои бухоршавӣ (мм/сол).



Расми 14. Вобастагії бухоршавӣ аз баландӣ.

Вобастагії бухоршавӣ аз баландӣ бо муодилаи зерин тавсиф карда мешавад:

$$Эм(мм) = 2002 - 427Н(км) \quad (6)$$

бо коефіцієнти корелятсїї  $r = -0,89$

Бухоршавӣ ба баландӣ бо муодилаи регресійної алоқаманд аст:

$$Z(мм) = 729 - 147Н(км) \quad (7)$$

бо коефіцієнти корелятсїї  $r = 0,99$

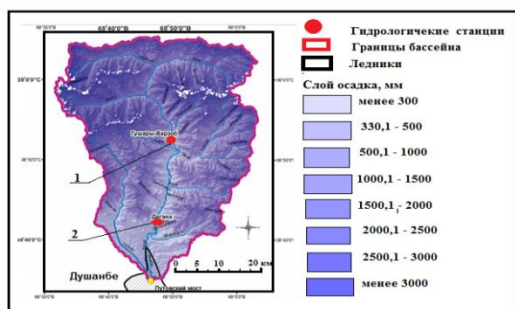
Вобастагії хаттїї қабулшудаї кабатї солонї бухоршавӣ аз сатҳї ташаккули об ба баландїї маҳал дорої параметрҳои зерин аст:

$$Z(мм) = 1178 - 282Н(км) \quad (8).$$

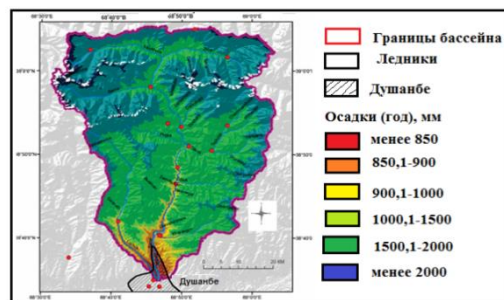
Таксїмотї кабатҳои солонї бухоршавӣ аз сатҳї ташаккули обї дарїї Варзоб аз рўїї мїнтақаҳои баландїї (баландїї м, аз сатҳї баҳр - кабатї бухоршавї  $Z_0$ , мм) 1000-940; 1400-780; 2000-610; 2400-500; 3200-270; 3600-160; 4000-50 мебошад.

Дар ташаккули бузургїї боришотї солонї дар маҳаллаҳои кўхїї ҳам боришотї чараїї селї гїрдгардїш (сїркултсїя)-ї умумї ва ҳам боришотї гїрдгардїшї маҳаллїї бевосїта иштірок мекунанд.

Боришотї атмосферїї дар худудї ҳавзаї дарїї Варзоб, їнчунїн барої ҳамїн гуна худудҳои кўхїї дар натиҷаї таїсїрї мутақобїлї сїркулятсїяї атмосфера ва релєф ба вучуд меояд. Дар расмї 15 харїтаї (тачдїдшуда) тағїрїбїї кабатї боришот дар ҳавзаї дарїї Варзоб бо назардошті таҳкїкот қаблан анҷомдодаї А.Ф.Фїнаев оварда шудааст. Бо їстїфода аз моделї таксїмотї боришот бо баландїї, кї дар асосї маълумотҳои їклїмїї ченакҳои боришот ва моделї рақамїї релєф тартїб дода шудааст, харїтаї їклїмїї таксїмотї боришот дар худудї ҳавзаї сохта шудааст (расмї 16). Дар мавзеї ағбаї Анзоб камшавїї мїқдорїї боришот ба назар мерасад, кї он бо муқоїсаї мїқдорїї солонї боришот аз рўїї маълумотҳои мушохїда дар мавзеї ағба (3580 м) ва мавзеї конї Майхура (3300 м) тасдїқ карда мешавад. Фарқї калон дар мїқдорїї боришотї моҳона мукаррар карда шуд (ағбаї Анзоб 250 мм, конї Майхура 1517 мм - тїрамоҳ, баҳор), дар ҳолї кї дар тобїстон їн фарқїят воқеан ба сїфр баробар аст (расмї 17).



Расми 15. Бузургии кабати боришот дар ҳудуди ҳавзаи дарёи Варзоб.

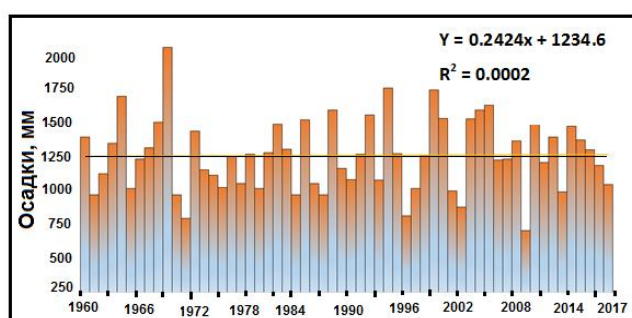


Расми 16. Тақимоти иқлимии боришот дар ҳавзаи дарёи Варзоб.

Дар пойгоҳи Хушёрӣ (расми 18) дар давраи аз соли 1988 то соли 2002 боришот аз меъёр 3,4 Ҷ зиёд буд. Дар давраи дар боло зикршуда дар ҳудуди ҳавза 1,46 км<sup>3</sup> боришот дар як сол рост омад, ки ин аз тамоюли сусти пастшавӣ бо суръати 0,2% дар як сол шаҳодат медиҳад.

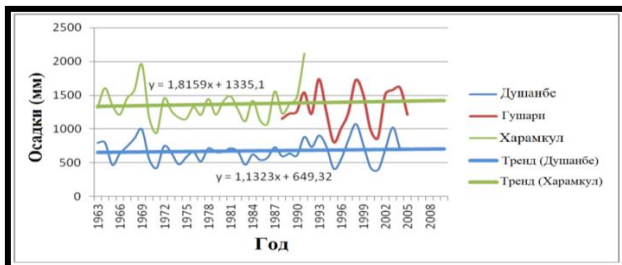


Расми 17. Графики тағйирёбии миқдори моҳонаи боришот.

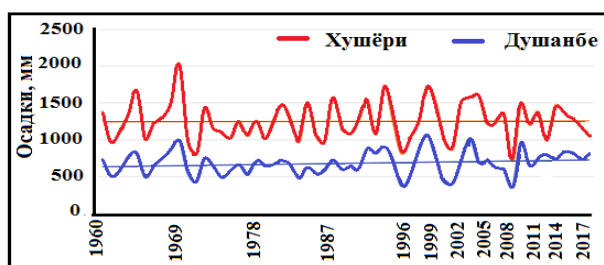


Расми 18. Рафти бисёрсолаи боришот дар пойгоҳи обунавосанӣи Хушёрӣ.

Таҳлил ва арзёбии тағйироти ҳаҷми боришот дар давраи аз соли 1963 то соли 2005 тибқи маълумоти пойгоҳҳои Душанбе, Ҳаромқул ва Хушёрӣ гузаронида шуд, ки ин имкон дод тамоюли мусбати боришот муайян карда шавад (расми 19) ва дар асоси натиҷаҳои бадастомадаи таҳқиқот маълумотҳо оид ба мукамал намудани тамоюли тағйирёбии боришот то соли 2017 дар пойгоҳҳои Хушёрӣ ва Душанбе ба даст оварда шуданд (расми 20). Натиҷаи таҳқиқот имконияти муайян намудани суръати афзоиши боришот дар доманакӯҳҳо дар давоми 10 солро дод, ки он ба 11 мм ё 1,7 % - ро ташкил дод. Дар баробари ин дар кӯҳҳои Ҳисор боришот дар давоми 10 сол 18 мм ё 1,4 % афзудааст. Ҳамин тавр, сарфи назар аз зиёд шудани боришот дар доманакӯҳҳо, дар кӯҳҳо аз рӯйи бузургии мутлақ, боришот бештар рух додааст.



Расми 19. Тамоюли тағйирёбии боришот.



Расми 20. Тамоюли тағйирёбии боришот.

Арзёбии вазъи кунунии яхбандӣ дар ҳавзаи дарёи Варзоб дар солҳои гуногун пас аз аблиятсия аз рӯйи барномаи Ландсат бо истифода аз харитаи релефи рақамӣ анҷом дода шуд. То соли 1980 дар ҳавзаи дарёи Варзоб 147 пирах бо андозаи бештар аз 0,1 км<sup>2</sup>, дар масоҳати умумии он 26,99 км<sup>2</sup> ба ҳисоб гирифта шуда буд. Дар баробари ин, дар асоси баҳисобгирии яхбандӣ аз рӯйи маълумоти аксҳои маҳворагии Ландсат (расми 21 (I))

барои соли 2001 муайян карда шудааст, ки масоҳати умумии пиряхшавӣ 26,97 км<sup>2</sup> мебошад.

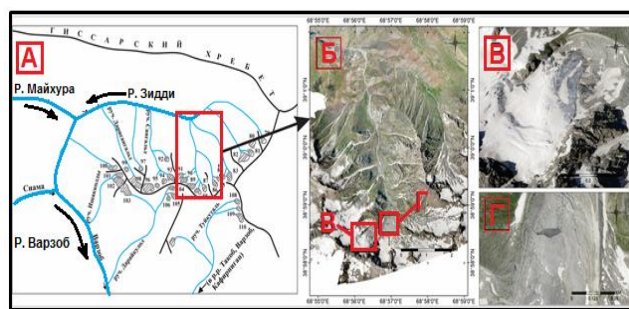
Баҳодиҳии ҳаҷми ях аз рӯи формула (9) бо назардошти таносуби байни ҳаҷм (Q) ва масоҳати (S) пирях анҷом дода мешавад:

$$Q = k S^p \quad (9)$$

ки дар он k - коэффисиенти баназаргирандаи навъи пирях; p – коэффисиенти баназаргирандаи ҷойгиршавии системаи кӯҳию пиряхӣ. Қиматҳои k ва p дар ҳудудҳои васеъ тағйир меёбанд.



(I)



(II)

Расми 21. (I) – яхбандии ҳавзаи дарёи Варзоб. (II) - А- Схемаи ҷойгиршавии пиряхҳо дар ҳавзаҳои дарёҳои Зиддӣ ва Варзоб; Б, В, ва Г – натиҷаҳои тасвири ҳавоии пиряхҳои ҳавзаи дарёи Зиддӣ бо истифодаи дастгоҳҳои парвозии бесарнишин

Дар асоси таҳлил ва баҳодиҳии усулҳои ҳисобу китоб барои шароити минтақаи Осиёи Миёна маълум гардид, ки ҳангоми ҳисоб кардани ҳаҷми яхбандӣ натиҷаҳои саҳеҳтаринро бо ҳатогиҳои камтарин бо истифода аз формулаи (11) В.А. Кузьмиченко ба даст овардан мумкин аст. Таҳлили муқоисавии бузургҳои ҳисобшудаи ҳаҷми яхбандии ҳавза тибқи формулаҳои зерин гузаронида шуд:

$$\text{- формулаи Н.В Ерасов. } (Q=0,027 \cdot S^{1,5}), \quad (10)$$

$$\text{- формулаи В.А. Кузьмиченко } (Q=0,03782 \cdot S^{1,23}) \quad (11)$$

Бо истифода аз ҳавопаймои бесарнишини навъи QC-2 Micro (14-16 июли соли 2022) мо пиряхҳои ҳавзаи дарёи Зиддиро (шоҳоби чап) акс гирифтём. Аксҳои фазоии бадастомада бо саҳеҳияти 22 см имкон доданд, ки камшавии майдони яхбандии дар минтақаи таҳқиқот тасдиқ намоем (расми 21 (II)). Яхбандии кунунии ҳудуди ҳавзаи дарёи Варзоб низ бо истифода аз аксҳои моҳвораии Sentinel 2A барои соли 2021 ба даст оварда шудааст. Дар барномаи QGIS контурҳои пиряхҳо дастӣ кашида шудаанд. Тасвирҳо дар охири моҳи август дар аввали сентябр гирифта шудаанд, зеро дар ин вақт пиряхҳо аз қабати барф ба ҳадди аксар кушода мешаванд. Масоҳати умумии яхбандии ҳавзаи дарёи Варзоб (соли 2021) тахминан 26,95 км<sup>2</sup> аст. Дар чадвали 1 натиҷаҳои таҳлил ва арзёбии тағйирёбии хусусиятҳои яхбандӣ дар ҳавзаи дарёи Варзоб оварда шудааст.

Чадвали 1. Тағйирёбии мушаххасаҳои яхбандӣ дар ҳавзаи дарёи Варзоб

| Мушаххаса             | Масоҳат, км <sup>2</sup><br>ҳамаи<br>Фехрист<br>(1957) | Масоҳат, ҳамагӣ,<br>км <sup>2</sup><br>(Шетинников)<br>(1980) | Масоҳат,<br>ҳамагӣ км <sup>2</sup><br>тибқи Landsat<br>(07.08.1998) | Масоҳат,<br>ҳамагӣ км <sup>2</sup><br>тибқи Landsat<br>(2001) |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Масоҳати умумӣ        | 35.02                                                  | 26.99                                                         | 37.71                                                               | 26.97                                                         |
| Микдори пиряхҳо       | 95                                                     | 95                                                            | 95                                                                  | 95                                                            |
| Масоҳати пиряхҳо      | 0.37                                                   | 0.28                                                          | 0.40                                                                | 0.28                                                          |
| Тамоюл (аз соли 1957) |                                                        | 22.9%                                                         |                                                                     | 23.0%                                                         |

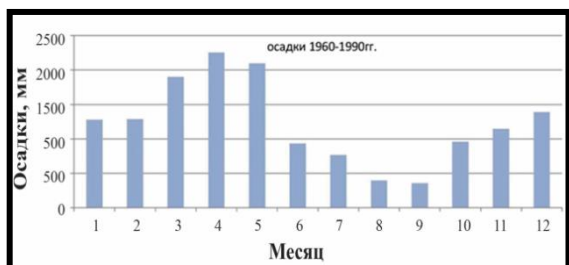
Муайян карда шуд, ки ба ҳолати соли 1957 масоҳати яхбандӣ дар соли 2001 23 % ва нисбат ба соли 1980 0,1 % кам шудааст. Ҳамин тавр, таҳлил имкон дод муайян намоем, ки

дар давоми 27 сол (аз соли 1953 то соли 1980) ва дар давоми 21 сол аз соли 1980 то соли 2001 0,1 % кам шудааст. Ин тамоюл дар соли 2021 нисбат ба соли 2001 идома ёфта, камшавӣ 0,1 %-ро ташкил дод. Сабаби дуум, ва бештар воқеӣ, метавонад баланд шудани ҳарорати ҳавои иқлимӣ бошад. Ба фикри мо, дар шароити ҳавзаии дарёи Варзоб ҳар ду ин омил ҷой доранд.

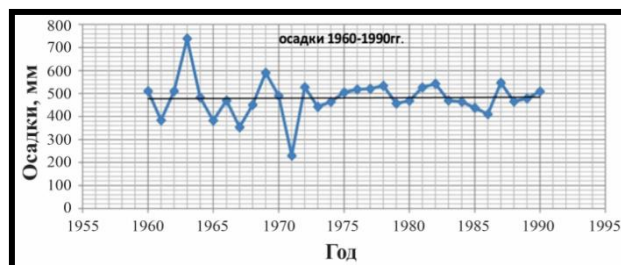
**Дар боби чорум - «Хусусиятҳои минтақаи ташаккулиҳои ҷараёни дарёи Варзоб дар шароити тағйирёбии иқлим»** натиҷаҳои таҳқиқот ва арзёбии тавозуни обӣ, тағйирёбандаҳои иқлимӣ минтақаи ташаккулиҳои ҷараёни дарёи Варзоб ва таъсири пушиши қабати барф ба ҷараёни он дар шароити тағйирёбии иқлим оварда шудааст.

Дар кори мазкур силсилаи маълумотҳо бо давраи мушоҳидаи 58 сол таҳқиқ карда шуд. Барои арзёбии тағйироти боришоти миёнаи моҳона тамоми фосилаи вақт ба 2 давраи иқлимӣ ҷудо карда шуд: аз соли 1960 то 1990 (расмҳои 21, 22) ва аз соли 1990 то 2018 (расмҳои 23, 24) аз рӯи маълумотҳои пойгоҳи обҳавосанҷии «Ағбаи Анзоб». Дар асоси мониторинги боришот дар давраи солҳои 1960-1990 дар болооби дарёи Варзоб, аз рӯи маълумотҳои пойгоҳи обҳавосанҷии «Ағбаи Анзоб» (минтақаи пайдоиш) маълум карда шуд, ки моҳи пуршиддати боришот - моҳи апрел ва камобтарин - моҳи сентябр мебошад (расми 22). Таҳлили хатти тамоюл (расми 23) дар фосилаи вақти таҳқиқшуда имкони дар умум муқаррар намудани давраи нисбатан устувори боришоти бисёрсолро дод. Таҳлил ва арзёбии натиҷаҳои бадастомада (расми 24) дар давраи солҳои 1991-2018 имкон дод, ки давраи боришот дар резиши муваққатӣ қисман тағйир ёфтара муқаррар намоем, яъне бориш дар моҳҳои феврал ва март зиёд ва дар моҳи апрел кам мешавад. Тасдиқ карда шуд, ки моҳи август давраи хушктарин мебошад.

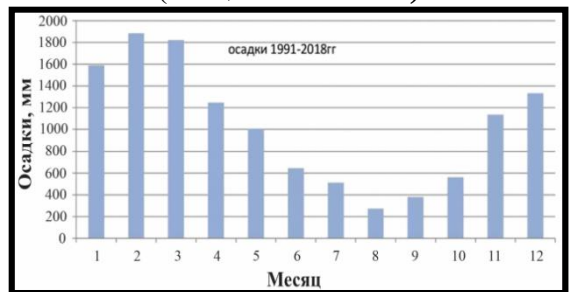
Натиҷаҳои таҳқиқот (расми 24) имкони муайян намудани солҳои: бо миқдори максималии боришот - солҳои 1991, 1993, 2004, 2006, 2009, 2011 ва бо миқдори камтарин – солҳои 1996, 2000, 2001, 2002, 2003, 2008, 2010, 2012-2016 - ро дод. Такроршавии давраҳои солҳои боришоти ноустувор, яъне тамоюл дар боришот, ҳамчунин тағйироти назаррас барои солҳо ҳам бо миқдори зиёд ва ҳам бо миқдори ками боришот муқаррар карда шуд. Муайян карда шуд, ки дар давраи таҳқиқот тамоюли умумӣ қисман зиёд шудани боришотро ба қайд гирифтааст.



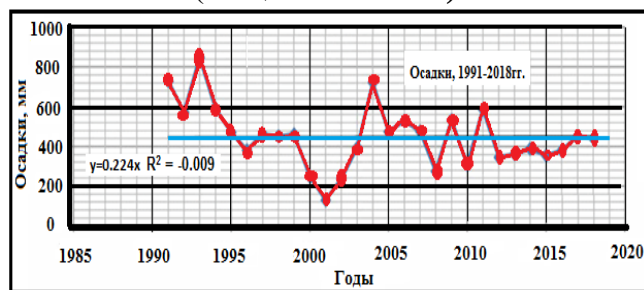
Расми 21. Боришоти миёнаи моҳона (солҳои 1960-1990)



Расми 22. Тамоюли тағйирёбии боришот (солҳои 1960-1990)



Расми 23. Боришоти миёнаи моҳона (солҳои 1991-2018)

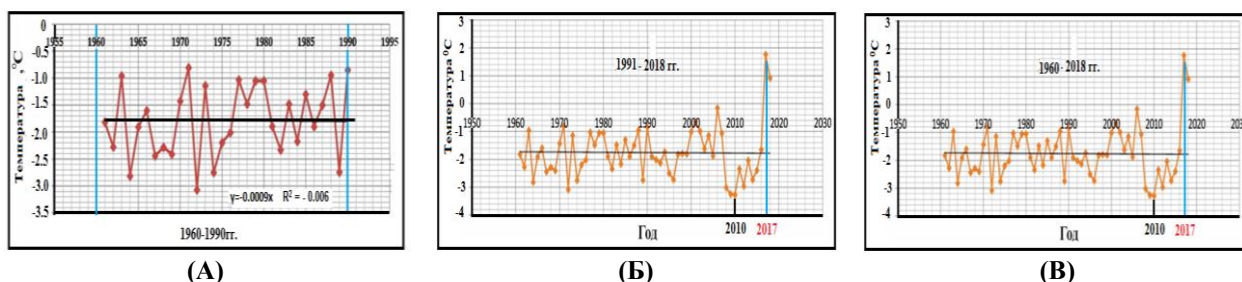


Расми 24. Рафти бисёрсолаи боришот (солҳои 1991-2018)

Ҳамин тариқ, таҳқиқотҳои гузаронидашуда имкон доданд, ки хусусияти тақсими боришоти атмосферӣ ҳам борон ва ҳам барф барои шароити кӯҳистон ва доманакӯҳҳои

Тоҷикистон (дар мисоли ҳавзаи дарёи Варзоб) муайян карда намоем, ки вобастагии боришот на танҳо ба гирдгардиш (сиркулятсия)-и умумии массаҳои ҳаво, балки ба орографияи маҳал ва асосан ба экспозитсия ва самти қаторкӯҳҳои асосӣ ва шохаҳои онҳо вобастагӣ дорад.

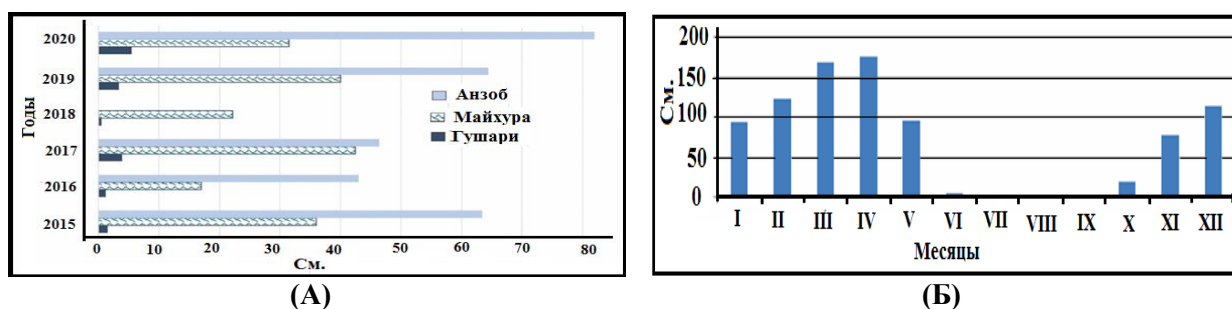
Дар асоси таҳлили натиҷаҳои таҳқиқоти маълумотҳои метеорологӣ дар давраи солҳои 1960—1990 маълум карда шуд, ки июл моҳи гармтарин ва январ моҳи хунуктарин аст, яъне, дар ин давра (30 сол) пастшавии ҳарорат ба назар намерасад, ки ин аз устувории ин давра гувоҳӣ медиҳад ва дар давраи дуум (солҳои 1991-2018) гармтарин моҳ - июл ва август, хунуктарин моҳ - январ мебошад. Дар поён маълумот дар бораи тағйирёбии ҳарорати миёнаи солоне дар давраҳои гуногуни иқлимӣ барои пойгоҳи «Ағбаи Анзоб» таби солҳои 1960—1990 (расми 25А) ва барои солҳои 1991-2018 оварда шудааст (расми 25 Б).



Расми 25. Тағйирёбии миёнаи солоне ҳарорат дар давраҳои гуногуни иқлимӣ барои пойгоҳи «Ағбаи Анзоб»: А – солҳои 1960-1990, Б – солҳои 1991-2018. Арзёбии ниҳии мониторинги ҳарорат, В – солҳои 1960-2018.

Арзёбии ниҳии мониторинги ҳарорат барои давраи пурраи таҳқиқоти мавриди назар аз солҳои 1960-2018 далели онро тасдиқ кард, ки хати тамоюл (расми 25 В) каме пастшавии ҳароратро нишон медиҳад, ки ба қимати нисбӣ  $-0,1^{\circ}\text{C}$  сардӣ баробар аст. Дар ин маврид муқаррар карда шуд, ки шумораи умумии моҳҳои зимистон 7 моҳи сард буда, 5 моҳи боқимонда ба моҳҳои гарми сол мансуб мебошанд. Боришоти атмосферӣ саҳт, ки асосан дар шакли барф дар давраи хуноки сол меборад, омили тавоноии ҷамъшавии намӣ мебошад.

Таҳқиқот ва мониторинги захираи барф дар ҳавзаи дарёи Варзоб бо истифода аз маълумоти пойгоҳи обуҳавошиносии Анзоб, пойгоҳи барфутармасанҷии Майхура ва пойгоҳи селсанҷии Агентии обуҳавошиносии Кумитаи ҳифзи муҳити зисти назди Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон гузаронида шуд. Дар расми 26-А графיקи пушиши миёнаи солоне барф дар давраи солҳои 2015-2020 нишон дода шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки барои солҳои 2016-2017 камшавии ғафсии барф (42-46 см) мушоҳида мешавад ва дар соли 2020 81 см-ро ташкил медиҳад, яъне ғафсии қабати барф афзудааст. Ба андешаи мо, яке аз сабабҳои метавонад қатъ гардидани ҳаракати пуршиддати нақлиёт дар масири кӯҳна тавассути ағбаи Анзоб (гузариш тавассути нақби «Истиқлол»), ки якбора кам шудани олудаҷавии муҳити зист аз газҳои ихроҷи воситаҳои нақлиёт мебошад.



Расми 26. А – Пушиши миёнаи солоне ғафсии барф (солҳои 2015-2020). Б – Баландии миёнаи барф (пойгоҳи обуҳавосанҷии «Ағбаи Анзоб»).

Муқаррар карда шудааст, ки қабати зиёди барф дар давоми 9 моҳ (январ-июн, октябр-декабр) мушоҳида мешавад ва танҳо моҳҳои июл—сентябр қабати барф амалан сифрӣ (бо андаке боришот дар шакли борон) ҳисобида мешавад (расми 26-Б). Бояд гуфт, ки дар қисми баландкӯҳи дарёи Варзоб барфи тару хушк ҳам мешавад ва фаромадани он ба маҷрои умумии дарё таъсир намерасонад. Ҳарорати зери сифр (минусӣ) қабати барфро то баҳори тақвимӣ устувор нигоҳ медорад, вақте ки шуоъҳои гарми рӯшноӣ рӯзона қабати барфро бо гармӣ сер мекунад ва шабона оби ҳосилшударо "мефишоранд". Маҷрои дарё дар ин давра мукамалтарин ва пуроб ба ҳисоб меравад.

**Дар боби панҷуми рисола - «Таҳлил ва арзёбии ҳолати ҳавзаи дарёи Варзоб»** методология ва воситаҳои техникии баҳодиҳии сифати оби дарёи Варзоб; натиҷаҳои таҳқиқот ва арзёбии дараҷаи зарари имконпазир аз олудашавии об ба вазъи экологӣ ва иҷтимоию иқтисодии ноҳияи Варзоб, инчунин тавсияҳо оид ба ҳалли масъалаҳои сифати об ва таъмини бехатарии об дар ҳавзаи дарёи Варзоб мавриди омӯзиш ва таҳқиқ қарор дода шудааст.

Таҳқиқи сифати об бо назардошти маълумоти мавҷудани Агентии обуҳавошиносии кишвар ва маълумоти ҳуди мо, ки дар чараёни интиҳоби намунаҳо ба даст омадаанд, вобаста ба давраи сарбории рекреатсионӣ дар дарёи Варзоб гузаронида шуд.

Муайян намудани сифат аз таҳлилу арзёбии ҳарорат, бузургиҳои сарф ва суръати чараён, инчунин кинетикаи тағйирёбии сатҳи оби дарё иборат буд ва муайян карда шуд, ки хусусияти ҳоси оби дарёи Варзоб ин аст, ки ҳарорати он паст буда, кам тағйир меёбад. Натиҷаҳои бадастомада (1-2 июни соли 2019) нишон доданд, ки ҳарорати об дар давоми рӯз тағйир намеёбад ( $8,3^{\circ}\text{C}$  -  $12,2^{\circ}\text{C}$ ) ва сатҳ аз 422 см то 427 см тағйир меёбад. Таҳқиқи динамикаи тағйирёбии суръати об собит кард, ки дар соатҳои субҳгоҳӣ суръати об хеле кам буда, шабонгоҳ тамоюли пастшавии он ба ҳисоби миёна 2,4 м/с мушоҳида мешавад.

Таҳқиқи намунаҳо барои муайян кардани бузургии нишондиҳандаҳои сифати об бевосита пас аз гирифтани намуна (дар саҳро), инчунин дар озмоишгоҳи Маркази илмӣ-таҳқиқотии экология ва муҳити зисти Осиеи Марказӣ (Душанбе) бо истифода аз асбобу таҷҳизоти муосир гузаронида шуданд: спектрометри атомӣ-абсорбсионии Hitachi ZA3000; хроматографи ионии Dionex ICS-900; pH-метри PHS-3C (барои ченкунии дақиқи pH-и моеъҳо). Маълумоти бадастомада аз қиматҳои меъёрии КХЧх-п (концентратсияҳои ҳудудан ҷоиби оби нӯшокӣ) зиёд нест. Ягона истисно ин зиёд будани қимати нишондиҳандаҳо мебошад, ки дар давраи обхезӣ хеле равшан зоҳир мегардад. Бинобар ин дар вақти сарфҳои обхезӣ дар дарёи Варзоб, миқдори коагулянти истифодашударо зиёд кардан лозим аст.

Умуман, вазъияти экологии олудашавии объектҳои обии минтақаи Варзобро бояд хеле мураккаб тавсиф кард, ки коркарди минбаъда ва татбиқ намудани маҷмуи тадбирҳои бехтаргардонии вазъияти экологии обро талаб мекунад. Ҳамин тавр, ҳалли масъалаҳои бехатарии об аҳамияти аввалиндараҷа дорад.

Дар асоси маълумотҳои ба даст овардашуда масъалаҳои асосии экологии минтақа муайян карда шуданд, ки набудани системаҳои обтаъминкунӣ ва канализатсия дар маҳалҳои аҳолинишин; талабот ба ташкили захираи маълумот оид ба сифати манбаъҳои об, зарурати таъсиси минтақаҳои ҳифзи санитарии манбаъҳои об, норасоии об дар давоми сол ба ҳисоб мераванд. Барои рафъи мушкilotи дар боло зикршуда бо назардошти таъмини бехатарии об ташкили минтақаҳои санитарии эпидемиологӣ, дар давоми сол таъмин намудани мунтазами об ва таъсиси минтақаи буферии экологӣ тавсия дода мешавад.

Барои таъмини самаранокии идоракунӣ, рушди система, мо алгоритми асосии омӯзиши вазъият - таҳлили SWOT-ро таҳия кардем, ки ҷаҳор омилро дар бар мегирад: S (Strengths) - ҷиҳатҳои қавӣ, хусусиятҳои система, ки бо системаҳои шабех мувофиқат мекунад; W (weaknesses) - заъфҳои система, ки системаро осебпазир мегардонанд; O (opportunities) - имкониятҳои, унсурҳои муҳити зист, ки барои тақмил ва рушд истифода мешаванд; T

(тахдидҳо) - монеаҳо ва таҳдидҳо, унсурҳои муҳити зист, ки метавонанд ба системаи таҳияшаванда зарар расонанд.

Вазифаҳои асосии ҳалли масъалаҳои хоҷагии оби минтақаи Варзоб инҳо ҳалли ҷузъҳои институтсионалӣ, баланд бардоштани иқтидор, ҳалли мушкилоти молиявӣ, бунёди системаи обтаъминкунӣ ва канализатсия, татбиқи масъалаҳои ҳуқуқӣ ва меъёрий, ҳавасмандгардонии аҳоли ҷиҳати иштирок дар чорабиниҳои марбут ба бехатарии об муайян карда шудаанд.

## ХУЛОСАҲОИ АСОСӢ

1. Иқтидори назарраси нишебии ҷанубии қаторкӯҳҳои Ҳисор ба ташаккули дарёву рӯдҳои зиёд мусоидат мекунад, ки шохобҳои дарёи Кофарниҳон буда, яке аз шохобҳои асосӣ - дарёи Варзоб ба ҳисоб меравад. Ҳавзаи дарёи Варзоб дар минтақаи кӯҳӣ - минтақаи ташаккули захираҳои обии Амударё (минтақаи кӯҳӣ), дар баландии аз 800 то 4900 м аз сатҳи баҳр, бо шабакаи мушоҳидавии аз 880 то 3330 м аз сатҳи баҳр ҷойгир мебошад. Аз руи табиати водӣ ва махсусан маҷрои дарё ба 3 қитъаи гидрологӣ тақсим мешавад: маҷрои болоӣ — дарёи Зиддӣ; маҷрои миёна – дарёи Варзоб (аз маҷрои дарёи Майхура то деҳаи Даҳана); маҷрои поёӣ — аз деҳаи Даҳана то резишгоҳ. Баъди аз резиши шохоби охирин — Лучоб дарё номи Душанбинка (13 километри охир) мегирад ва ба дарёи Кофарниҳон дар 253 км ҷорӣ мешавад. Манбаҳои асосии фizioгирии дарёи Варзоб барфҳои мавсимӣ ва пиряхҳо мебошанд [1-М, 6-М].

2. Захираҳои обии дарёи Варзоб барои талаботи ноҳияи Варзоб, маҳалҳои аҳолинишин ва агломератсияҳои поёноб, аз ҷумла шаҳри Душанбе барои ҳалли масъалаҳои обию энергетикӣ ва ғайра зарур буда, ба навъи дарёҳое дохил мешавад, ки иқлим аз рӯи релефи маҳал ташаккул ёфта, тавозуни обро ташкил медиҳад ва тағйирёбии иқлим дар навбати худ ба тағйирёбии он таъсир мерасонад [2-М].

3. Ҳисобкунӣ бо истифода аз маълумотҳои зондкунии фосолавӣ анҷом дода шуда, муайн намуд, ки майдони воқеии обгирии дарёи Варзоб бо баландии аз 800 то 4900 метр аз сатҳи баҳр тақрибан ба  $1697 \text{ км}^2$  баробар аст, дар вақте, ки тибқи маълумоти дигар муҳакикон, масоҳати обанбор аз  $1680 \text{ км}^2$  то  $1900 \text{ км}^2$  муайян карда шудааст. Коэффитсиенти зичии шабакаи дарё  $0,21 \text{ км/км}^2$  ташкил медиҳад, вале дар баъзе қитъаҳои ҳавза он метавонад аз  $0,30 \text{ км/км}^2$  зиёд бошад. Тақсимои масоҳати обанбор дар байни соҳилҳои рост ва чап нобаробар буда, соҳили рост -  $1020 \text{ км}^2$ , соҳили чап -  $880 \text{ км}^2$  - ро ташкил медиҳад [2-М, 9-М].

4. Аз соли 1971 то соли 1980 қараёни оби дарёи Варзоб аз ҳисоби миёнаи солона 7 % паст буд. Аз соли 1981 он зиёд шуда, солҳои 1981-1990 ба 0,44%, аз соли 1991-2000 ба 11%, аз соли 2000-2010 ба 11,5% ва солҳои 2011-2020 ба 2,2 % ташкил меод. Сарфаи миёнаи солона дар солҳо 1990-2000 то  $47,5 \text{ м}^3/\text{с}$  афзудааст, вале дар соли 2008 он ба  $33 \text{ м}^3/\text{с}$  баробар буд. Аз рӯи натиҷаҳои таҳқиқоти иловагии мо (2008-2020) муқаррар гардид, ки ҳаҷми об дар соли 2019 баробар ба  $55 \text{ м}^3/\text{с}$  буда, соли 2020 бошад то  $49 \text{ м}^3/\text{с}$  коҳиш ёфтааст. Тағйирёбии иқлимии масрафи об (тағйирёбии миёна дар давоми 30 сол) аз 45 то  $49 \text{ м}^3/\text{с}$ -ро ташкил медиҳад. Маҷрои солонии дарёи Варзоб дар пойгоҳи Даҳана  $1,44 \text{ км}^3$  дар як сол аст. Омилҳои коҳишёбии қараёни дарёи Варзоб камшавии захираи барф ва афзоиши тағйироти байнисолӣ дар 20 соли охир асос мебошад [3-М, 10-М].

5. Муқаррар карда шудааст, ки солҳои 1936-1943 ва 1978-1986 баланд шудани ҳарорат мушоҳида гардида, дар дигар солҳо тамоюли манфӣ ошкор гардид. Дар пойгоҳи Ҳушёрӣ ҳарорати миёнаи ҳаво дар давраи аз соли 1964 то соли 2014 аз меъёри иқлимӣ  $0,4^\circ\text{C}$  зиёд мушоҳида гардидааст (тамоюли болоравӣ  $0,05^\circ\text{C}/\text{сол}$ ). Дар пойгоҳи Душанбе тағйирёбии ҳарорат дар давраи иқлимии қабулшуда  $0,83^\circ\text{C}$ -ро ташкил дод [5-М, 6-М].

6. Ҳисоб кардани вобастагии арзиши солонии бухоршавӣ аз сатҳи ҳавзаи обҷамъкунӣ дар баландии 1,0-4,0 км аз сатҳи баҳр тавсия дода мешавад, ки бо назардошти

маълумотҳои ҳисобшуда ва таносуби ҳақиқии элементҳои тавозуни обӣ гузаронида шудааст [2-М, 6-М].

7. Боришоти атмосферӣ дар ҳавзаи дарёи Варзоб, ки дар нишебии ҷанубии қаторкуҳҳои Ҳисор - мавқеи мусоид барои боришот воқеъ аст, дар натиҷаи таъсири мутақобилаи гардиши атмосферӣ ва релефи минтақа ба вучуд меояд. Муқаррар карда шуд, ки дар минтақаи куҳсор (Ҳушёрӣ, 1988-2002) боришот аз меъёр 3,4 %, дар доманакуҳҳо (Душанбе) 1,7 % зиёд буд. Сарфи назар аз зиёд шудани боришот дар доманакуҳҳо, дар куҳҳо аз рӯи бузургии мутлақ, боришот бештар боридааст [3-М, 5-М].

8. Дар давраи солҳои 2016 - 2017 ғафсии барф (42-46 см) кам шуда, дар соли 2020 то 81 см афзоиш меёбад. Яке аз сабабҳои ин ҳолат ҳаракати нақлиёт тавассути нақби Истиқлол ва қатъ гардидани ҳаракат дар масири куҳна тавассути ағбаи Анзоб мебошад, ки якбора кам шудани олудашавии муҳити зист аз газҳои ихроҷӣ мебошад. Ба ҳисоби миёна (оптималии барои бисёрсола) афзоиши максималӣ (188 см) дар моҳи апрел муқаррар карда мешавад. Давраҳои афзоиши барф то 240 см муайян карда шудааст, ки эҳтимолан бо интиқоли уфуқии қабати барф алоқаманд аст. Вобастагии маҷрои дарёи Варзоб аз захираҳои барф ва муайян кардани серобӣ ва давраи камобӣ тибқи маълумоти пойгоҳи метеорологии “ағбаи Анзоб” (3000 метр аз сатҳи баҳр ҷойгир аст) муқаррар карда шуд [5-М].

9. То соли 1980 дар ҳавзаи дарёи Варзоб 147 пирах бо андозаи бештар аз 0,1 км<sup>2</sup>, дар масоҳати умумии 26,99 км<sup>2</sup> ба ҳисоб гирифта шуда буд. Муқаррар карда шудааст, ки дар солҳои 1953 -1980 ва дар давоми солҳои 1980 -2001 масоҳати яхбандӣ 0,1 % кам шуда буд. Идома ёфтани ин тамоюл дар соли 2021 муайян гардид, ки таҳқиқоти гузаронидашуда дар пирахҳои ҳавзаи дарёи Зиддӣ бо ёрии ҳавопаймоҳои бесарнишин (14-16 июли соли 2022) тамоюли коҳиши масоҳати пирахҳоро тасдиқ менамояд. Сабабҳои коҳишҳои масоҳати пирахҳо дар охири зимистон ба ҳисоб гирифтани ҳудуди нишебиҳои барфпӯши қабати болоии пирахҳо ва баланд шудани ҳарорати иқлимӣ ҳаво мебошанд [6-М, 11-М].

10. Тасдиқ шудааст, ки дар шароити релефи куҳӣ усулҳои муосири технологияҳои геоинформатсионӣ ва маълумотҳои фосилавии зондкунӣ замин, аз ҷумла истифодаи ҳавопаймоҳои бесарнишин имкони мониторингро аз ҳаво ба таври назаррас васеъ намуда, тафсилоти баландро дар раванди аксбардории фазоӣ, барои ба даст овардани ахбороти оперативӣ дар бораи вазъияти ҳудуди таҳқиқшаванда мусоидат мекунанд [12-М].

11. Қариб ҳамаи нишондиҳандаҳои оби дарёи Варзоб, ғайр аз тирагии об, дар ҳудуди қиматҳои бузургӣ меёри - концентратсияи ҳудудан ҷоиби оби нӯшокии навъи (КХЧх-п) мебошанд. Дар давраи обхезӣ ҳангоми зиёд шудани тирагӣ зиёд кардани миқдори коагулянти истифодашаванда (барои обтаъминкунӣ) тавсия дода мешавад.

Муайян кардани сифати об бояд аз таҳлил ва арзёбии ҳарорат, суръати ҷараён ва зиёдшавии ҷараён, инчунин кинетикаи тағйирёбии сатҳи дарё сурат гирад. [10-А].

12. Сабабҳои асосии бад шудани вазъи экологӣ, аз ҷумла гидроэкологии ҳудуди ҳавзаи дарёи Варзоб таъсири назарраси антропогенӣ ба захираҳои обӣ, инчунин моддаҳои ифлоскунанда (зарраҳои хоки регдор ва гилин, ки аз нишебиҳо шуста мешаванд; боздоштани таназзули маҷрои дарё; партовҳои саноатӣ ва маишӣ; партовҳое, ки дар натиҷаи сохтмони минтақаҳои ҳифзи санитарии объектҳои обӣ; азхудкунӣ нишебиҳои куҳӣ (шудгор); партовҳои хонаҳои шахсӣ ва субъектҳои хоҷагидорӣ, ки канализатсия надоранд ё ба онҳо пайваست нестанд ва ғайра) мебошанд.

Вазъияти экологии олудашавии маҷрои обро дар минтақаи Варзоб меболад ҳамчун ҳолати хеле мураккаб баррасӣ кард, ки таҳия ва истифодаи тадбирҳои самарабахши ба кулӣ беҳтар намудани сифати онҳоро талаб мекунад [3-М, 4-М, 6-М].

13. 3 пойгоҳи мавҷудаи гидрологӣ (пойгоҳҳои дарёи Варзоб – Даҳана ва Ҳушёрӣ; дарёи Зиддӣ – резишгоҳ) барои муайян кардани манбаҳои ифлосшавӣ, пешгӯии саривақтӣ ва дарозмуддатии сифати об ва ташкили хазинаҳои маълумот оид ба нишондодҳои

гидрохимиявӣ нокифоя буда, маълумоти оперативӣ доир ба ҳолати дарё таъмин карда наметавонанд [6-М, 10-М].

## **ТАВСИЯҲО БАРОИ ИСТИФОДАИ АМАЛИИ НАТИҶАҲО**

1. Ҳангоми муайян кардани омилҳои асосии тағйирёбии маҷрои дарёи Варзоб татбиқи намудани натиҷаҳои таҳқиқоти гузаронидашуда оид ба таркиби об ва хусусиятҳои иқлимӣ тавсия дода мешавад. Барои пешгӯии ҳолати гидрологии ҳавза дар ояндаи наздик параметрҳои муайяншудаи хусусиятҳои гидрологӣ (тағйирёбии захираи барф, афзоиши тағйирёбии дохилсила), ки дар давоми 20 соли охир мушоҳида шудаанд, бояд истифода шаванд, зеро равандҳои иқлимӣ табиати доимии тағйирёбанда, айни замон марҳилаи гармшавиро аз сар мегузаронад ва ба тавозуни оби ҳавзаи дарёи Варзоб бечунучаро таъсир мерасонад.

2. Ҳангоми ҳисобҳои гидрологӣ вобастагии мукамал ва пуробии маҷрои дарё дар фасли баҳор аз барфи тару хушк чамъ шуда дар қисмати баландкӯҳи дарёи Варзоб ба инобат гирифта шавад ва ҳарорати зери сифр қабати барфро то фарорасии баҳори тақвимӣ устувор нигоҳ медорад. Дарёи Варзоб ба навъи дарёҳо бо ғизогирии барфию пиряхӣ мануб меёбад, ки чараёни об дар фасли баҳор (моҳи июн) то ба  $115 \text{ м}^3/\text{с}$  баланд ва дар фасли зимистон то ба  $15 \text{ м}^3/\text{с}$  кам мешавад.

3. Дар ҳавзаи дарёи Варзоб мониторинги доимии баландии миёнаи солони барф гузаронида шавад, ки дар солҳои охир то ба 81 сантиметр афзудааст. Сабаби асосӣ ҳаракати нақлиёт тавассути нақби Истиқлол ва қатъ гардидани ҳаракат дар масири кӯҳна тавассути ағбаи “Анзоб” мебошад.

4. Бояд ба назар гирифт, ки боришот дар шакли борон, ки ба захираи барфи зимистона таъсири манфӣ мерасонад, дар минтақаҳои кӯҳӣ зиёд шуда, миқдори боришоти саҳт ва захираи барф асосан вобаста ба орография, чун дар баландкӯҳ - минтақаи ҷамшавии об (маҷрои миёнаи дарёи Варзоб) кам шуда истодааст.

5. Бояд ба назар гирифт, ки камшавии захираи барф ва афзоиши тағйирёбии байнисола, ки дар давоми 20 соли охир дар раванди таҳқиқи обнокӣ ва тағйирёбии иқлим муқаррар шудааст, омилҳои асосии кам шудани маҷрои оби дарёи Варзоб мебошанд.

6. “Дастгоҳ барои чен кардани сатҳи моеъ дар чоҳи пезометрӣ” (Патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № ТҶ 1303) ва «Тарзи чен кардани сатҳи моеъ дар чоҳи пезометрӣ» (Патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № ТҶ 1304) барои муайян кардани робитаи байни тағйирёбии сатҳи обҳои зеризаминӣ дар чоҳи пезометрӣ ва тағйирёбии сатҳи об дар дарёҳои ҳавзаи дарёи Кофирнигон, умуман дарёи Варзоб тавсия дода мешаванд.

7. Системаи пешниҳодшудаи тадбирҳои зарурӣ беҳатарии умумии экологӣ, гидроэкологӣ ва обро дар маҷмӯъ беҳтар намуда, инчунин ба ташкили истифодаи самаранок ва ҳифзи захираҳои оби ҳавзаи дарёи Варзоб мусоидат менамояд.

**Руйхати мақолаҳои, ки дар маҷаллаҳои илмӣ тавсиянамудаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва дигар маҷаллаҳои хориҷӣ нашр гардидаанд.**

[1-М]. Гулаёзов М.Ш. Географические особенности руслового режима реки Варзоб/Гулаёзов М.Ш., Кодиров А.С.//Вестник Технологического Университета Таджикистана-Научный журнал, № 2(45) 2021.- С. 28-36.

[2-М]. Гулаёзов М.Ш. Водные ресурсы реки Варзоб и интегральный показатель их качества/Гулаёзов М.Ш., Амирзода О.Х., Кобули З.В.// Кишоварз-Маҷалаи илмӣ, № 2(92) 2021.- С. 104.

[3-М]. Гулаёзов М.Ш. Пространственное распределение осадков по климатическим зонам бассейна реки Варзоб/ Гулаёзов М.Ш., Кобули З.В., Яоминг Л., Кодиров А.С. // -

Донишгоҳи давлатии омӯзгории Тоҷикистон ба номи Садриддин Айни. Маҷалаи илмӣ.- 2021.-№1.- С. 207-212.

[4-М]. **Гулаёзов М.Ш.** Развитие экологического предпринимательства в рамках «Экономического пояса Шёлкового пути»/ Одинаев М., Чен Ш., Гулаёзов М., Кобули З.В., Амирзода О., Аминов Дж. //Ахбороти Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон.№2 (263)- 2021.- С. 99-102.

[5-М]. **Гулаёзов М.Ш.** Мониторинг залегания снежного покрова в Таджикистане/ М.Ш. Гулаёзов // Маҷалаи илмӣ “Илм ва инноватсия”. Донишгоҳи миллии Тоҷикистон, 2022. №1. - С.141-146.

**Мақолаҳои, ки дар конфронси ҷумҳуриявӣ ва байналмилалӣ  
нашр гардидаанд:**

[6-М]. **Гулаёзов М.Ш.**, Географо-гидрологическое и экологическое состояние бассейна реки Варзоб// Гулаёзов М.Ш., Фазылов А.Р.// Маҷалаи илмӣ-амалии “Захираҳои обӣ, энергетика ва экология»-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, том 2, №3., 2022. –С.40-52.

[7-М]. **Гулаёзов М.Ш.** Мониторинг деформатсияи сарбанди кӯли Сарез./ 韩军强 , 涂锐 , 王伟胜 赵峰, 巴音达来, Gulayozov Majid Shonazarovich, Ayubzoda Eronsho, 刘文江, 卢晓春, Журнал. «Satellite Application» Бо забони чинӣ. 2022. - С.35-40.

[8-М]. **Гулаёзов М.Ш.** Проблема устойчивого решения для снижения уровней риска в районе Сарезского озера, Таджикистан. // Джафар Ниязов, Мирзо Саидов, Маджид Гулаёзов, Мустафо Сафаров, Сухбатулло Саидов// Материалы конференции «Eurasian RISK 2019», 22-24 май, 2019 – Баку, Озарбойҷон. - С.108.

[9-М]. **Гулаёзов М.Ш.** Управление водными ресурсами в Республике Таджикистан//Ли Т., Сапаров А., Гулахмадов А., Гулаёзов М.// .//American Geophysical Union, Fall Meeting 2019, abstract #GC51P-1014, December 2019.

<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019AGUFMGC51P1014L/ab>

[10-М]. **Гулаёзов М.Ш.** Рациональное использование и охрана водных ресурсов бассейна реки Варзоб// Гулаёзов М.Ш., Фазылов А.Р.// Маҷалаи илмӣ-амалии “Захираҳои обӣ, энергетика ва экология»-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ. Том 2, №2., 2022. - С 45 -53.

[11-М]. **Гулаёзов М.Ш.** Опасные природные процессы экзогенного характера бассейна реки Зеравшан (Пенджикент, Таджикистан) / Сафаров М.С., А.Р.Фазылов, Х.Д. Наврузшоев // Маҷалаи байналмилалӣ илмӣ ва амалӣ "Endless Light in Science".- Алмата, Қазоқистон, 10.09.2022. - С. 218-227. DOI 10.244/2709-1201-2022-218-227

[12-М]. **Гулаёзов М.Ш.** Перспективы применения аэрокосмического мониторинга при проведении географо-гидрологических и экологических исследований / М.С. Сафаров, М.Ш. Гулаёзов, М.В. Охонниёзов, А.Р. Фазылов, Wang Weisheng, Bayandalai, М.Х. Муродов // Маҷалаи илмӣ-амалии “Захираҳои обӣ, энергетика ва экология»-и Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ Том 2, №2., 2022. - С. 146-155.

**Патенти Ҷумҳурии Тоҷикистон**

[13-М]. **Гулаёзов М.Ш.**, Сафаров М.С., Фазылов А.Р., Раҳимов И.М., Давлатшоев С.К. Патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № TJ 1303. Дастгоҳ барои чен кардани моеъ дар чоҳи пезометрӣ (Бюл. 188, 2022).

[14-М]. **Гулаёзов М.Ш.**, Сафаров М.С., Фазылов А.Р., Раҳимов И.М., Давлатшоев С.К. Патенти хурди Ҷумҳурии Тоҷикистон № TJ 1304. Тарзи чен кардани моеъ дар чоҳи пезометрӣ (Бюл. 188, 2022).

## АННОТАЦИЯ

**на автореферат диссертации Гулаёзова Маджида Шоназаровича на тему: «Географо-гидрологическая и экологическая оценка состояния бассейна реки Варзоб»  
на соискание ученой степени кандидата географических наук  
по специальности 25.00.27 – Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия**

**Ключевые слова:** география, орография, гидрология, экология, метеорология, вода, безопасность, ресурсы, климат, исследования, мониторинг, изменение, горы, бассейн, формирование, река, осадки, температура, снежный покров, испарение, расход, баланс, загрязнение, качество.

**Объект исследования** - водные ресурсы и водные объекты бассейна реки Варзоб.

**Предмет исследования** - географо-гидрологические и экологические особенности и водные ресурсы бассейна реки Варзоб; пути рационального использования водных ресурсов.

**Цель исследований** - изучение и оценка географо-гидрологических особенностей водных ресурсов и экологического состояния бассейна реки Варзоб.

**Научная новизна** диссертации: внесен вклад в исследования географо-гидрологических и экологических особенностей и водных ресурсов бассейна реки Варзоб с учетом влияния климатических изменений; Впервые осуществлены комплексные исследования по географо-гидрологической и экологической оценке состояния бассейна и водных ресурсов реки Варзоб, с учетом влияния климатических изменений; Исследовано пространственное распределение осадков, температуры, залегания снежного покрова и оледенения бассейна по климатическим зонам и их влияние на формирование водных ресурсов; Оценено современное состояние и разработаны рекомендации по применению результатов исследований в водохозяйственных расчетах при решении проблем водной и экологической безопасности в Варзобском районе.

**Теоретическая значимость** диссертационной работы заключается в решении задач, связанные с мониторингом, использованием и сохранением водных ресурсов бассейна реки Варзоб; в разработке прогнозов состояния водных ресурсов данного бассейна и создания возможной системы управления водными объектами, с учетом экологических требований и обеспечения водной безопасности.

**Практическая значимость** работы заключается в: проведении мониторинговых исследований климатических переменных, а также залегания снежного покрова и оледенения в условиях влияния изменения климата, используемые при прогнозе водности рек бассейна реки Варзоб; выявлении особенностей формирования водных ресурсов реки Варзоб, используемые при гидрологических, водохозяйственных и экологических расчетах по бассейну реки Варзоб; разработке конкретных планов мероприятий для улучшения водохозяйственной деятельности и водной безопасности, применяемые для рационального использования и охраны водных ресурсов реки Варзоб; оценке современного состояния водной и экологической безопасности Варзобского района.

**Достоверность результатов работы** заключается в: применении существующих современных методов и средств исследований; использовании большой базы данных по исследованиям бассейна реки Варзоб; подтверждении результатов натурных исследований в сравнении с результатами других исследователей; реализации экспериментальных лабораторных исследований с использованием существующих современных приборов и установок; использовании современных средств и технологий дистанционного зондирования земли; применении методов статического анализа и критериев статистической оценки результатов, подтвердившие необходимой повторяемостью полученных результатов и сопоставлением с данными других авторов; одобрении, на научных семинарах и конференциях различного уровня.

**Область применения:** географо-гидрологических и экологические исследования бассейнов рек горно-предгорной зоны.

## АННОТАТСИЯ

ба автореферати диссертатсияи **Гулаёзов Мачид Шоназарович** дар мавзӯи «**Арзёбии ҳолати географию гидрологӣ ва экологии ҳавзаи дарёи Варзоб**» барои дарёфти унвони номзади илмҳои география аз рӯйи ихтисоси 25.00.27 – Гидрологияи ҳушкӣ, захираҳои об, гидрохимия.

**Калидвожаҳо:** география, орография, гидрология, экология, метеорология, об, бехатарӣ, захираҳо, иқлим, таҳқиқот, мониторинг, тағирот, кӯҳҳо, ҳавза, ташаккул, дарё, боришот, ҳарорат, қабати барф, бухоршавӣ, чараён, мувозинат, сифати ифлосшавӣ.

**Объекти таҳқиқот** - захираҳои обӣ ва объектҳои обии ҳавзаи дарёи Варзоб мебошад.

**Мавзӯи таҳқиқот** - хусусиятҳои географию гидрологӣ, экологӣ ва захираҳои обии ҳавзаи дарёи Варзоб, ҳамчунин роҳҳои самаранок истифода бурдани захираҳои обӣ мебошад.

**Мақсади таҳқиқот** - омӯзиш ва арзёбии хусусиятҳои географию гидрологии захираҳои об ва ҳолати экологии ҳавзаи дарёи Варзоб маҳсуб меёбад.

**Навгонии илмӣ диссертатсия** дар омӯзиши хусусиятҳои географию гидрологӣ ва экологӣ ва захираҳои обии ҳавзаи дарёи Варзоб бо назардошти таъсири тағйирёбии иқлим зоҳир мегардад; Бори аввал оид ба арзёбии географию гидрологӣ ва экологии ҳолати ҳавза ва захираҳои обии дарёи Варзоб бо назардошти таъсири тағйирёбии иқлим таҳқиқоти ҳамачониба гузаронида шуд; тақсимои фазоии боришот ва ҳарорат аз рӯйи минтақаҳои иқлимӣ ва таъсири онҳо ба захираҳои обии ҳавзаи дарёи Варзоб таҳқиқ карда шуд; таҳқиқотҳои мониторингии таъсири пӯшиши барф ва пиряхшавӣ ҳавзаи дарёи Варзоб ба ташаккули захираҳои обии он гузаронида шуданд; арзёбии вазъияти имрӯза ва тавсияҳо оид ба татбиқи натиҷаҳои таҳқиқот ҳангоми ҳисобкуниҳои идоракунии об барои ҳалли масъалаҳои бехатарии об дар минтақаи Варзоб таҳия карда шуданд.

**Аҳамияти назариявии кори диссертационӣ** дар ҳалли масъалаҳои мониторинг, истифода ва ҳифзи захираҳои обии ҳавзаи дарёи Варзоб; дар таҳияи дурнамои ҳолати захираҳои обии ин ҳавза ва ташкили системаи имконпазири идоракунии объектҳои обӣ бо назардошти талаботи экологӣ ва таъмини бехатарии об ифода меёбад.

**Аҳамияти амалии кор** дар гузаронидани таҳқиқотҳои мониторингии тағйирёбандаҳои иқлимӣ, инчунин пӯшиши барф ва пиряхшавӣ дар зерӣ таъсири тағйирёбии иқлим, ки ҳангоми пешгӯии обнокии дарёҳои ҳавзаи дарёи Варзоб истифода мешаванд; муайян намудани хусусиятҳои ташаккули захираҳои обии дарёи Варзоб, ки дар ҳисобҳои гидрологӣ, обистифодабарӣ ва экологии ҳавзаи дарёи Варзоб истифода мешаванд; таҳияи нақшаи чорабиниҳои мушаххас оид ба беҳтар намудани идоракунии об ва бехатарии об, ки барои истифодаи оқилона ва ҳифзи захираҳои обии дарёи Варзоб истифода мешаванд; арзёбии ҳолати кунунии бехатарии обӣ ва экологии ноҳияи Варзоб, ифода меёбад.

**Эътимоднокии натиҷаҳои кор** аз истифодаи усулҳои мавҷуда ва воситаҳои таҳқиқот; истифодаи заминаи калони таҳқиқотии ҳавзаи дарёи Варзоб; тасдиқи натиҷаҳои таҳқиқоти саҳроӣ дар муқоиса бо натиҷаҳои дигар таҳқиқотчиён; амалисозии таҳқиқоти таҷрибавӣ озмоишгоҳӣ бо истифодаи асбобу дастгоҳҳои ҳозиразамон; истифодабарии воситаҳои технологияи муосирӣ зондкунии фосолавӣ Замин; татбиқи усулҳои таҳлили омӯрӣ ва меъёрҳои арзёбии омӯрии натиҷаҳо, ки бо тақрирпазирии зарурии натиҷаҳои гирифташуда ва муқоиса бо маълумоти муаллифони дигар тасдиқ шудаанд; тасдиқ дар семинарҳо ва конференсияҳои илмӣ сатҳҳои гуногун ифода меёбад.

**Соҳаи татбиқшаванда:** таҳқиқотҳои географию гидрологӣ ва экологӣ дар ҳавзаҳои дарёҳои минтақаҳои кӯхиву доманакуҳӣ.

## ANNOTATION

on the abstract of the dissertation of **Gulayozov Majid Shonazarovich**  
on «Geographical-hydrological and ecological assessment of the Varzob river  
basin conditions» for the degree of candidate of geographical sciences in the specialty  
25.00.27 - Terrestrial hydrology, water resources, hydrochemistry

**Key words:** geography, orography, hydrology, ecology, meteorology, water, security, resources, climate, research, monitoring, change, mountains, basin, formation, river, precipitation, temperature, snow cover, transpiration, flow, balance, pollution quality.

**The object of research** - water resources and water objects of the Varzob river basin.

**The subject of research** is geographic, hydrological and ecological features and water resources of the Varzob river basin; ways of rational use of water resources.

**The purpose of research** is to study and assess the geographic and hydrological features of water resources and the ecological condition of the Varzob River basin.

**Scientific novelty of the dissertation:** a contribution was made to the study of geographic-hydrological and ecological features and water resources of the Varzob river basin, taking into account the impact of climate change. For the first time, completed the complex studies on geographic-hydrological and environmental assessment of the condition of the basin and water resources of the Varzob River, taking into account the impact of climate change; The spatial distribution of precipitation, temperature, occurrence of snow covers and glaciation of the basin by climatic zones and their influence on the formation of water resources have been studied; The current condition was assessed and recommendations were developed on the application of the research results in water management calculations in solving the problems of water and environmental security in the Varzob region.

**The theoretical significance** of the dissertation work lies to solving problems related to the monitoring, use and conservation of water resources in the Varzob river basin; in the development of forecasts of the state of water resources in this basin and the creation of a possible system for managing water objects, taking into account environmental requirements and ensuring water security.

**The practical significance** of the work lies in: conducting monitoring studies of climatic variables, as well as the occurrence of snow cover and glaciation under the influence of climate change, used in predicting the water content of the rivers of the Varzob river basin; identifying the features of the formation of the water resources of the Varzob River, used in hydrological, water management and environmental calculations for the Varzob River basin; development of specific action plans to improve water management and water security, applied for the rational use and protection of water resources of the Varzob River; assessment of the current state of water and environmental security of the Varzob region.

**The reliability of the results** of the work lies in: the use of existing modern methods and research tools; use of a large database of research on the Varzob river basin; confirmation of the results of field studies in comparison with the results of other researchers; implementation of experimental laboratory studies using existing modern instruments and installations; the use of modern means and technologies for remote sensing of the earth; application of static analysis methods and criteria for statistical evaluation of results, confirmed by the necessary repeatability of the results obtained and comparison with data from other authors; approval, at scientific seminars and conferences of various levels.

**Application area:** geographic, hydrological and ecological studies of river basins in the mountain-foothill zone.