

**MARKAZIY OSIYODA IQLIM O‘ZGARISHINING SUV
RESURSLARIGA TA’SIRI: FIZIK, KIMYOVIY VA DIPLOMATIK TAHLIL.**

Abdusaitova Jasmina Erkinjon qizi

Alfraganus University nodavlat ta’lim

muassasasining xalqaro munosabatlar yo’nalishi 2- bosqich talabasi.

Ilmiy rahbar: Turdiyev Madiyor

Annotatsiya:

Mazkur ilmiy maqolada Markaziy Osiyoda iqlim o‘zgarishining suv resurslariga ko‘rsatayotgan ta’siri fizik, kimyoviy, ekologik va geosiyosiy jihatdan kompleks tarzda tahlil qilinadi. So‘nggi o‘n yilliklarda mintaqada global haroratning oshishi, muzliklarning qisqarishi, bug‘lanish intensivligining ortishi hamda yog‘in rejimining o‘zgarishi natijasida Amudaryo va Sirdaryo havzalarida suv tanqisligi kuchayib borayotgani ilmiy dalillar asosida yoritiladi. Maqolada yomg‘ir hosil bo‘lishining fizik mexanizmi, molekulyar-kinetik nazariya, termodinamika qonunlari, issiqlik almashinuvi, kondensatsiya va gravitatsiya qonunlari asosida tushuntiriladi. Muzliklarning erishi, Oral dengizi fojeasi, transchegaraviy suv muammolari hamda sun‘iy yomg‘ir texnologiyalarining imkoniyat va cheklovlari ilmiy nuqtai nazardan baholanadi. Shuningdek, Markaziy Osiyoda suv xavfsizligini ta’minlash uchun mintaqaviy diplomatik hamkorlik, suv diplomatiyasi va ekologik siyosatning strategik ahamiyati ochib beriladi. Tadqiqot davomida fizik formulalar, nazariy qonuniyatlar va statistik ma’lumotlardan foydalanilib, iqlim o‘zgarishining mintaqa taraqqiyotiga ta’siri chuqur tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar:

Iqlim o‘zgarishi, global isish, Markaziy Osiyo, suv resurslari, muzliklar, bug‘lanish, kondensatsiya, sun‘iy yomg‘ir, suv diplomatiyasi, termodinamika, molekulyar-kinetik nazariya, issiqxona effekti, transchegaraviy suv muammolari.

Abstract:

This scientific article provides a comprehensive analysis of the impact of climate change on water resources in Central Asia from physical, chemical, ecological, and geopolitical perspectives. It highlights, based on scientific evidence, the increasing water scarcity in the Amu Darya and Syr Darya basins over recent decades due to rising global temperatures, glacier retreat, increased evaporation intensity, and changes in precipitation regimes in the region. The process of rainfall formation is explained based on physical mechanisms, molecular-kinetic theory, laws of thermodynamics, heat transfer, condensation, and gravitational laws. The melting of glaciers, the Aral Sea catastrophe, transboundary water

issues, and the potential and limitations of artificial rainfall technologies are also evaluated from a scientific standpoint. In addition, the strategic importance of regional diplomatic cooperation, water diplomacy, and environmental policy in ensuring water security in Central Asia is emphasized. The study employs physical formulas, theoretical laws, and statistical data to provide an in-depth analysis of the impact of climate change on the region's development.

Keywords:

Climate change, global warming, Central Asia, water resources, glaciers, evaporation, condensation, artificial rainfall, water diplomacy, thermodynamics, molecular-kinetic theory, greenhouse effect, transboundary water issues.

Аннотация:

В данной научной статье проводится комплексный анализ влияния изменения климата на водные ресурсы Центральной Азии с физической, химической, экологической и геополитической точек зрения. На основе научных данных рассматривается усиление дефицита воды в бассейнах Амударьи и Сырдарьи в последние десятилетия в результате повышения глобальной температуры, сокращения ледников, увеличения интенсивности испарения и изменения режима осадков в регионе. Процесс образования дождя объясняется на основе физических механизмов, молекулярно-кинетической теории, законов термодинамики, теплопередачи, конденсации и гравитации. Также научно оцениваются таяние ледников, катастрофа Аральского моря, трансграничные водные проблемы, а также возможности и ограничения технологий искусственного дождя. Кроме того, раскрывается стратегическое значение регионального дипломатического сотрудничества, водной дипломатии и экологической политики для обеспечения водной безопасности в Центральной Азии. В ходе исследования используются физические формулы, теоретические законы и статистические данные для глубокого анализа влияния изменения климата на развитие региона.

Ключевые слова:

Изменение климата, глобальное потепление, Центральная Азия, водные ресурсы, ледники, испарение, конденсация, искусственный дождь, водная дипломатия, термодинамика, молекулярно-кинетическая теория, парниковый эффект, трансграничные водные проблемы.

Kirish:

XXI asr insoniyat tarixida ekologik tahdidlar, global iqlim o‘zgarishi va suv tanqisligi bilan tavsiflanayotgan eng murakkab davrlardan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda.[1]

Ayniqsa, quruq kontinental iqlimga ega bo‘lgan Markaziy Osiyo hududi iqlim o‘zgarishining eng sezgir nuqtalaridan biri hisoblanadi.[2] So‘nggi yillarda mintaqada o‘rtacha haroratning keskin oshishi, qurg‘oqchiliklarning kuchayishi, muzliklarning qisqarishi va yog‘in rejimining notekis tus olishi natijasida suv resurslariga bosim kuchaymoqda.[3]

Markaziy Osiyo davlatlari — O‘zbekiston, Qozog‘iston, Qirg‘iziston, Tojikiston va

Turkmaniston iqtisodiyoti katta darajada suv resurslariga bog‘liqdir.[4] Ayniqsa, qishloq xo‘jaligi, energetika, ichimlik suvi ta‘minoti va sanoat tizimlari bevosita Amudaryo va Sirdaryo havzalariga tayanadi.[5] Biroq iqlim o‘zgarishi ushbu daryolarni oziqlantiruvchi muzliklar hajmini kamaytirmoqda. Natijada kelajakda mintaqada jiddiy suv tanqisligi yuzaga kelishi ehtimoli ortmoqda.

Mintaqadagi ekologik inqirozlarning eng yirik namunasi Oral dengizi fojeasi hisoblanadi.[5] XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab Amudaryo va Sirdaryo suvlarining keskin darajada sug‘orish tizimlariga yo‘naltirilishi oqibatida dunyodagi eng yirik ko‘llardan biri bo‘lgan Oral dengizi deyarli qurib ketdi.[5] Bu esa nafaqat ekologik, balki ijtimoiy, iqtisodiy va sog‘liqni saqlash bilan bog‘liq ulkan muammolarni keltirib chiqardi.

Iqlim o‘zgarishining suv resurslariga ta‘sirini to‘liq tushunish uchun masalaga faqat ekologik emas, balki fizik va kimyoviy jihatdan ham yondashish zarur. Chunki global isish jarayonlari issiqlik almashinuvi, molekulyar kinetika, kondensatsiya, bug‘lanish va energiya qonunlari bilan chambarchas bog‘liqdir. Atmosferadagi issiqxona gazlari miqdorining ortishi Yerning issiqlik balansini o‘zgartirib, suv aylanish tizimiga kuchli ta‘sir ko‘rsatmoqda.[1]

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi Markaziy Osiyoda iqlim o‘zgarishining suv resurslariga ta‘sirini fizik, kimyoviy va diplomatik nuqtai nazardan chuqur tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot davomida: global harorat oshishining fizik asoslari; muzliklarning erish mexanizmi;

bug‘lanish va yog‘ingarchilik jarayonlari;

Amudaryo va Sirdaryo havzalaridagi muammolar;

Oral dengizi inqirozi; sun‘iy yomg‘ir texnologiyasi; suv diplomatiyasi va mintaqaviy hamkorlik masalalari ilmiy jihatdan yoritiladi.

Tahlil:

Iqlim o‘zgarishining fizik mohiyati Iqlim o‘zgarishi avvalo Yer atmosferasidagi issiqlik balansining buzilishi bilan bog‘liqdir. Atmosferada karbonat angidrid (CO_2), metan (CH_4) va boshqa issiqxona gazlarining ortishi Yer yuzasidan chiqayotgan infraqizil nurlanishning atmosferada ushlanib qolishiga sabab bo‘ladi. Natijada Yerning o‘rtacha harorati ortadi.

Bu jarayon “issiqlxona effekti” deb ataladi.

Atmosferadagi karbonat angidridning suv bilan reaksiyasi quyidagicha ifodalanadi:[1].



Bu reaksiyada karbonat kislota hosil bo‘ladi va suvning kimyoviy tarkibiga ta’siri ko‘rsatadi.

1. Global harorat oshishi va muzliklarning erishi: Fizik asosga ko‘ra;

Termodinamikaning birinchi qonuni va issiqlik almashinuvi qonuni.

Formula: $[Q=ml]$ izoh; Q - muzni eritish uchun kerak bo‘lgan issiqlik. m - muz massasi (kg). l - muzning solishtirma erish issiqligi. $L=3.34 \times 10^5 \text{ J/kg}$

Namuna hisob: Faraz qilamiz 1000 kg muz eridi.

$$Q=1000 \times 3.34 \times 10^5$$

$$Q=3.34 \times 10^8 \text{ J}$$

Xulosa: Demak, atrof-muhitdan katta miqdordagi issiqlik energiyasi olinganda Tyanshan va Pomir muzliklari tez eriy boshlaydi.

2. Harorat oshishi nega bug‘lanishni kuchaytiradi?

Fizik asos:

Molekulyar-kinetik nazariya.

Formula:

$$E_k = \frac{3}{2} kT$$

Izoh:

- E_k – molekullarning o‘rtacha kinetik energiyasi
- k – Bolsman doimiysi
- T – mutlaq harorat (Kelvin)

Tushuntirish:

Harorat oshganda molekullar tezroq harakat qiladi. Shu sabab suv yuzasidan ko‘proq molekula havoga chiqib ketadi – ya’ni bug‘lanish kuchayadi.

Namuna:

Agar harorat:

- 293 K dan
- 303 K ga oshsa,

molekullarning energiyasi ham ortadi.

Natijada Aral dengizida suv yo‘qotilishi tezlashadi.

3. Daryo oqimining o‘zgarishi

Fizik asos:

Suyuqliklar harakati qonuni.

Formula:

$$Q = Av$$

Izoh:

- Q – suv sarfi
- A – daryo kesimi
- v – suv tezligi

Namuna:

Agar:

$$A = 20 \text{ m}^2$$

$$v = 3 \text{ m/s}$$

unda:

Bir qarashda harorat oshishi bug‘lanishni ko‘paytiradi va yomg‘ir miqdori ham ortishi kerakdek tuyuladi. Biroq Markaziy Osiyoda buning aksi kuzatilmoqda.

Buning bir necha sabablari mavjud.

Birinchidan: Bug‘lanish yog‘ingarchilikdan tezroq ortmoqda.

Yuqori harorat suv omborlari va tuproqdan namlikning tez yo‘qolishiga sabab bo‘lmoqda.

Ikkinchidan: Markaziy Osiyo okean va dengizlardan uzoq kontinental hudud hisoblanadi. Shu sabab nam havo massalari mintaqaga yetarli darajada kirib kelmaydi.

Uchinchidan: Yog‘inlar notekis taqsimlanmoqda.

Masalan: uzoq davom etuvchi qurg‘oqchilik; qisqa muddatli kuchli sel; anomal yog‘ingarchiliklar ko‘paymoqda. Bunday holat suv zaxiralarini barqaror shakllantirmaydi.

To‘rtinchidan: Muzliklarning qisqarishi daryolarni oziqlantiruvchi asosiy manbalarni kamaytirmoqda.

Markaziy Osiyoning asosiy suv ta‘minoti:

Amudaryo Markaziy Osiyodagi eng yirik daryolardan biri bo‘lib, uning umumiy uzunligi taxminan 2 540 km ni tashkil etadi. Daryo Pomir va Hindukush tog‘laridagi muzliklardan boshlanadi hamda asosan Panj va Vaxsh daryolarining qo‘shilishidan hosil bo‘ladi. Amudaryo Tojikiston, Afg‘oniston, Turkmaniston va O‘zbekiston hududlari orqali oqib o‘tadi.[6]

Amudaryoning o‘rtacha yillik suv oqimi tarixan taxminan 70–80 km³/yilni tashkil etgan. Biroq so‘nggi o‘n yilliklarda bu ko‘rsatkich sezilarli darajada kamayib, 10–20% gacha tebranishlar kuzatilmoqda. Buning asosiy sabablari muzliklarning qisqarishi, sug‘orish tizimlarida suvning ko‘p sarflanishi hamda Qoraqum kanali orqali katta hajmdagi suv yo‘qotilishidir.[4]

Amudaryo suvining kamayishi ekologik jihatdan jiddiy oqibatlarga olib kelgan bo‘lib, bu jarayon Aral dengizining qurishida asosiy omillardan biri hisoblanadi. Sirdaryo Markaziy

Namuna:

Agar harorat:

- 293 K dan
- 303 K ga oshsa,

molekulalarning energiyasi ham ortadi.

Natijada Aral dengizida suv yo‘qotilishi tezlashadi.

Osiyodagi ikkinchi yirik daryo bo‘lib, uning uzunligi taxminan 2 200 km ni tashkil etadi[6]. Sirdaryo Norin va Qoradaryo daryolarining qo‘shilishidan hosil bo‘ladi va uning manbasi

Tyanshan tog‘laridir. Daryo Qirg‘iziston, Tojikiston, O‘zbekiston va Qozog‘iston hududlari orqali oqib o‘tadi.[6] Sirdaryoning o‘rtacha yillik suv oqimi taxminan 37–40 km³/yilni tashkil etadi. So‘nggi yillarda esa suv oqimida 15% gacha mavsumiy o‘zgarishlar kuzatilmoqda. Buning asosiy sabablari qishda gidroelektr stansiyalar uchun suvning ko‘proq chiqarilishi va yoz mavsumida sug‘orish uchun suvga bo‘lgan talabning ortishidir.

Natijada Sirdaryo havzasida ham suv tanqisligi muammosi kuchayib bormoqda va bu holat transchegaraviy suv boshqaruvi bilan bog‘liq kelishmovchiliklarni yuzaga keltirmoqda.

SUN‘IY YOMG‘IR (CLOUD SEEDING) HAQIDA MA‘LUMOT

Sun‘iy yomg‘ir — bu atmosferadagi bulutlarga maxsus kimyoviy yoki fizik zarrachalar yuborish orqali yomg‘ir yog‘ishini tezlashtirish texnologiyasidir. Bu jarayon tabiatda mavjud bo‘lgan yomg‘ir hosil bo‘lish mexanizmini sun‘iy ravishda kuchaytiradi, ya‘ni insonlar yomg‘irni “yaratmaydi”, balki mavjud bulutlardan samaraliroq foydalanadi.[3]

Sun‘iy yomg‘ir asosan bulut ichidagi mayda suv tomchilarini kattalashtirish orqali amalga oshiriladi. Buning uchun samolyotlar yoki maxsus raketalar yordamida bulut ichiga kondensatsiya yadrolari deb ataladigan zarrachalar sepiladi. Eng ko‘p ishlatiladigan modda kumush yodid (AgI) hisoblanadi. Bu modda muz kristallariga o‘xshash tuzilishga ega bo‘lgani uchun suv bug‘larini o‘ziga jalb qiladi.

Bulut ichida suv bug‘i shu zarrachalar atrofida yig‘ila boshlaydi, tomchilar kattalashadi va og‘irlashadi. Natijada ular pastga tushib, yomg‘ir yoki qor ko‘rinishida yog‘adi.[7]

Sun‘iy yomg‘irning samaradorligi bir nechta omillarga bog‘liq: bulutlarning mavjudligi va zichligi, havodagi namlik miqdori,

harorat sharoiti, atmosfera bosimi va havo harakati.

Agar bulutlar yetarli bo‘lmasa yoki havo juda quruq bo‘lsa, sun‘iy yomg‘ir samara bermaydi.

Bugungi kunda sun‘iy yomg‘ir texnologiyasi AQSH, Xitoy va AQSH kabi davlatlarda qurg‘oqchilikni kamaytirish va suv resurslarini oshirish maqsadida qo‘llanilmoqda. Biroq bu texnologiya doimiy yechim emas, chunki u tabiiy iqlim sharoitiga juda bog‘liq va har doim ham kafolatli natija bermaydi.[6]

Markaziy Osiyo kabi quruq kontinental iqlimga ega hududlarda sun‘iy yomg‘ir faqat qo‘shimcha yordamchi vosita sifatida ishlatilishi mumkin, asosiy suv muammosini esa u to‘liq hal qila olmaydi.

SUV DIPLOMATIYASI: MARKAZIY OSIYODA SUV MUAMMOSINI

YECHISH YO‘LI:

Markaziy Osiyoda iqlim o‘zgarishi suv resurslariga jiddiy ta‘sir ko‘rsatmoqda. So‘nggi yillarda haroratning oshishi, muzliklarning tez erishi, bug‘lanishning kuchayishi va yog‘in

rejimining o‘zgarishi natijasida Amudaryo va Sirdaryo suv oqimlarida sezilarli o‘zgarishlar kuzatilmoqda. Bu holat mavjud suv boshqaruvi tizimlarining yetarli darajada samarali emasligini ko‘rsatadi.

Shu muammoga javoban men yangi yondashuv sifatida “Markaziy Osiyo Suv–Iqlim Balansi Platformasi”ni taklif qilaman. Bu tizimning asosiy g‘oyasi shundan iboratki, suv resurslari faqat an’anaviy yillik reja asosida emas, balki iqlim o‘zgarishlariga mos ravishda doimiy qayta baholanib borilishi kerak.

Ya’ni suvni taqsimlash jarayoni harorat, muzliklar holati, bug‘lanish darajasi va daryo oqimlaridagi o‘zgarishlar kabi tabiiy omillarga moslashtiriladi. Shu orqali suv resurslari “statik” emas, balki “dinamik” boshqaruv tizimiga o‘tadi.

Ushbu platformaning muhim innovatsion jihatlaridan biri “muzlik kapitali” tushunchasidir. Muzliklar faqat tabiiy resurs emas, balki mintaqaning kelajak suv zaxirasi sifatida qaraladi va ularning holati alohida hisobga olinadi.

Bundan tashqari, suv va energiya o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlash maqsadida “suv–energiya almashinuvi” mexanizmi joriy etilishi mumkin. Bu tizimga ko‘ra, yuqori oqim davlatlari suv resurslarini boshqarishda moslashuvchanlik ko‘rsatadi, quyi oqim davlatlari esa energiya yoki iqtisodiy hamkorlik orqali muvozanatni saqlaydi.

Xulosa:

Markaziy Osiyoda iqlim o‘zgarishi suv resurslari tizimini tubdan o‘zgartirayotgan eng muhim ekologik va geosiyosiy jarayonlardan biridir. Amudaryo va Sirdaryo kabi yirik daryolar nafaqat tabiiy suv manbai, balki butun mintaqaning iqtisodiy barqarorligi, qishloq xo‘jaligi, energetika tizimi va hatto davlatlararo munosabatlarini belgilovchi strategik omilga aylangan.

So‘nggi o‘n yilliklarda haroratning oshishi, muzliklarning qisqarishi va bug‘lanish jarayonlarining kuchayishi natijasida suv balansida jiddiy nomutanosiblik yuzaga kelmoqda. Bu esa nafaqat suv tanqisligini kuchaytirmoqda, balki Aral dengizi kabi yirik ekologik tizimlarning yo‘qolishiga ham olib kelgan. Shu bilan birga, suv resurslarining kamayishi mintaqada ijtimoiy-iqtisodiy bosimni kuchaytirib, davlatlar o‘rtasidagi hamkorlikni yanada muhim masalaga aylantirmoqda. Shu sharoitda an’anaviy suv boshqaruvi tizimlari yetarli emasligi yaqqol namoyon bo‘lmoqda. Chunki bugungi suv muammosi faqat tabiiy resursni taqsimlash emas, balki iqlim o‘zgarishi bilan uzviy bog‘langan murakkab tizimdir. Aynan shu nuqtai nazardan “Markaziy Osiyo Suv–Iqlim Balansi Platformasi” kabi yangi yondashuvlar zarur bo‘lib qolmoqda.

Bunday yondashuv suv resurslarini statik emas, balki dinamik tizim sifatida boshqarishni, ya’ni iqlim o‘zgarishlariga mos ravishda doimiy qayta baholash va adolatli taqsimlashni

nazarda tutadi. Bu esa nafaqat ekologik barqarorlikni, balki mintaqaviy hamkorlik va ishonchni mustahkamlashga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, Markaziy Osiyoda suv muammosining yechimi bir davlat yoki bir tarmoq doirasida emas, balki ilmiy asoslangan, diplomatik hamkorlikka tayangan va iqlim o‘zgarishini hisobga olgan kompleks yondashuv orqali amalga oshirilishi lozim. Suv kelajakda mojarolar manbai emas, balki hamkorlik va barqaror taraqqiyotning asosiy omiliga aylanishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), “Climate Change 2021: The Physical Science Basis”, Cambridge University Press, 2021.
2. World Bank, “Water in the Balance: Central Asia Water Security Report”, 2022.
3. UNESCO, “UN World Water Development Report”, 2023.
4. FAO (Food and Agriculture Organization), “Irrigation and Water Use in Central Asia”, 2021.
5. Micklin, P. (2016), “The Aral Sea Disaster”, Springer.
6. UNEP (United Nations Environment Programme), “Global Environmental Outlook”, 2022.
7. International Water Management Institute (IWMI), “Water Resources in Central Asia: Challenges and Solutions”, 2020.