**Academic Journal of Science and Progress (AJSP)**

*ISSN: 3162-1732 | www.ajsp.uz*

**UDK / UDC: 556.537:551.435.1:551.583**

# IQLIM O'ZGARISHI VA ANTROPOGEN FAOLIYATNING AMUDARYO O'RTA OQIMIDA O'ZAN JARAYONLARI SHAKLLANISHIGA TA'SIRI

**Ikramov Nodir Dilmuratovich[1]**

*1 Tayanch doktorant (PhD), Project Progress LLC, Tashkent, Uzbekistan. ORCID: 0009-0006-4238-6548*

**e-mail manzili: office@projectprogress.com**

***Annotatsiya —*** *Ushbu maqolada global iqlim o'zgarishi va intensiv antropogen omillarning Amudaryoning o'rta oqimi o'zan jarayonlariga ko'rsatayotgan ta'siri chuqur ilmiy tahlil qilingan. Daryo oqimining ko'p yillik o'zgaruvchanligi, gidrotexnika inshootlarining qurilishi, suv resurslarini boshqarishdagi transformatsiyalar, gidrologik rejimning tebranishlari va ularning o'zan deformatsiyalariga ta'siri batafsil yoritilgan [cite: 1]. Maqolada shuningdek, gidravlik va morfometrik ko'rsatkichlarning o'zgarishini baholash bo'yicha ilmiy yondashuvlar keltirilgan.*

***Kalit so'zlar —*** *Amudaryo, o'rta oqim, iqlim o'zgarishi, antropogen omillar, o'zan jarayonlari, deformatsiya, gidrouzel, oqim o'zani, oqiziqlar, gidrologik rejim, qirg'oq yuvilishi.*

---

## 1. KIRISH

Hozirgi davrda global iqlim o'zgarishi va antropogen faoliyatning misli ko'rilmagan darajada kuchayishi tabiat resurslariga, xususan, yirik daryo havzalarining gidrologik rejimi va o'zan jarayonlariga keskin ta'sir ko'rsatmoqda [cite: 1]. Markaziy Osiyoning eng yirik transchegaraviy daryolaridan biri bo'lgan Amudaryo havzasi ham ana shunday murakkab ekologik, iqlimiy va gidrologik o'zgarishlarni boshdan kechirmoqda [cite: 1]. Daryoning o'rta oqimida gidrotexnika inshootlarining bunyod etilishi, sug'orish maqsadida suvning katta hajmda olinishi hamda global iqlim isishi natijasida tog' muzliklarining jadal erishi o'zan jarayonlari dinamikasini tubdan o'zgartirib yubordi [cite: 1].

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundaki, Amudaryoning o'rta oqimi hududida antropogen yuklamaning ortishi va iqlim tebranishlari o'zan deformatsiyalarining xarakterini o'zgartirib, gidrotexnika inshootlari, ko'priklar, qirg'oqbo'yi aholi punktlari va sug'orish tarmoqlari barqarorligiga jiddiy xavf tug'dirmoqda [cite: 1]. Ushbu maqolaning asosiy maqsadi — Amudaryoning o'rta oqimida kechayotgan o'zan jarayonlarining shakllanish qonuniyatlarini iqlim o'zgarishi va antropogen ta'sirlar kontekstida keng qamrovli o'rganish, baholash va ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat [cite: 1].

## 2. MATERIAL VA USULLAR

**2.1.** Amudaryoning o'rta oqimi geografik o'rni va uning o'zan shakllanishiga ta'siri.

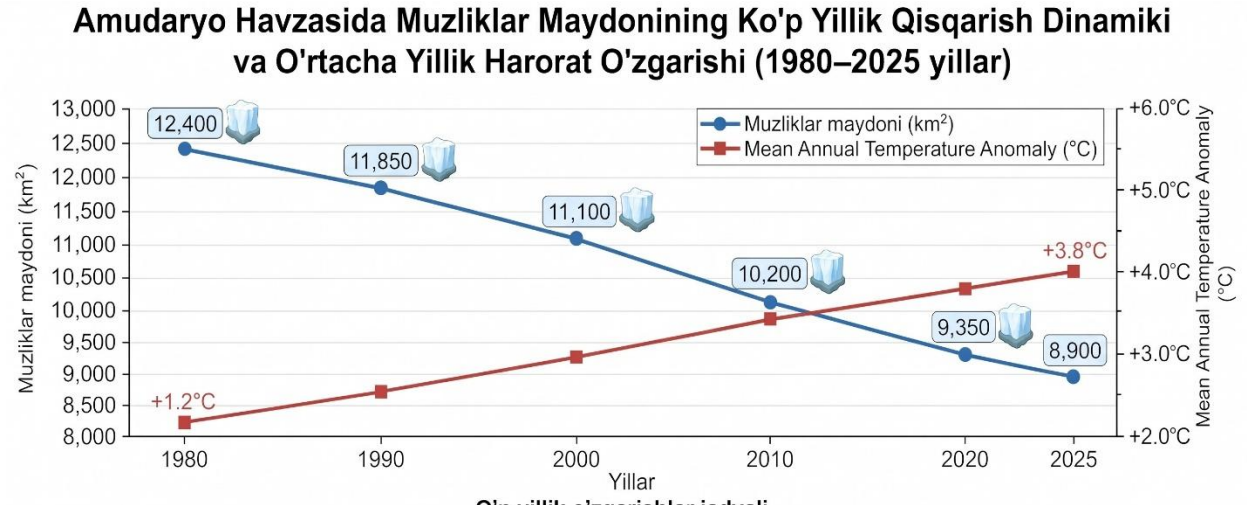
Amudaryo Markaziy Osiyodagi eng yirik suv arteriyalaridan biri bo'lib, uning o'rta oqimi qismi asosan Kerki shahridan boshlanib, To'rtko'l va Tomdi atroflarigacha bo'lgan hududni o'z ichiga oladi [cite: 1]. Bu hudud o'zining murakkab geomorfologik tuzilishi, yengil yuviladigan jinslardan tarkib topgan qirg'oqlari va keng vodiylari bilan ajralib turadi. O'rta oqim zonasida daryo ko'p tarmoqli o'zanlar, sayozliklar, qayirlar va o'tkir egilmalar (meandrlar) hosil qilib oqadi. Hududning iqlimi keskin kontinental bo'lib, yoz oylarining jaziramasi va qishning o'zgaruvchanligi daryo rejimiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Geologik tuzilishning o'ziga xosligi shundaki, daryo o'zani asosan alyuvial yotqiziqlardan iborat bo'lib, bu esa oqim tezligi o'zgarganda o'zan deformatsiyalarining tez sodir bo'lishiga sabab bo'ladi.

**2.2.** Ko'p yillik gidrologik rejim va tog' muzliklarining erish dinamikasi.

Amudaryoning suv rejimi asosan Pomir-Oloy va Tyan-Shan tog' tizmalaridagi qor-muzliklarning erishi hamda qishki-bahorgi yog'ingarchiliklarga bevosita bog'liq. So'nggi o'ttiz yilliklarda global iqlim o'zgarishi va havo haroratining jadal ko'tarilishi natijasida mintaqadagi muzliklar maydoni va ularning muz zaxiralari keskin qisqarish tendensiyasiga ega bo'lmoqda.

Muzliklarning erish jarayoni va uning daryo o'zaniga ta'siri quyidagi asosiy bosqichlarga bo'linadi:

- Bahorgi-yozgi suv toshqini davri (Aprel–Sentyabr): Bu davrda yillik oqimning 70-80% qismi o'tadi. Havo haroratining o'rtacha yillik me'yordan 0.2–0.8 °C ga oshishi muzliklarning muddatidan oldin va jadal erishiga olib kelmoqda. Natijada yoz oylarining boshida oqim keskin ko'payib, so'ngra yoz oxiriga borib muz zaxiralarining kamayishi hisobiga suv sarfining keskin pasayishi kuzatilmoqda.
- Kuzgi-qishki kam suv (mezen) davri (Oktyabr–Mart): Oktyabr–mart oylarida daryodagi suv sathi pasayib, o'zan jarayonlari nisbatan turg'unlashadi. Biroq muzliklar hajmining yildan-yilga qisqarishi qishki to'yinish manbalarini ham kamaytirib, kelgusida qurg'oqchilik xavfini kuchaytirmoqda.




**O'n yillik o'zgarishlar jadvali**

| Davr (Period) | Muzliklar maydoni o'zgarishi | O'rtacha harorat o'zgarishi |
|---|---|---|
| 1980–1990 | -550 km² | +0.6°C |
| 1990–2000 | -750 km² | +0.8°C |
| 2000–2010 | -900 km² | +0.7°C |
| 2010–2020 | -850 km² | +0.3°C |
| 2020 —2025 (5 years) | -450 km² | +0.2°C |

Ilmiy tahlil: Yuqoridagi ko'rsatkichlardan ko'rinib turibdiki, oxirgi 45 yil ichida Amudaryo havzasini oziqlantiruvchi tog' muzliklari maydoni deyarli 28%-30% ga qisqargan. Bu holat o'rta oqimdagi gidrologik rejimning barqarorligiga putur yetkazib, kelgusida suv taqchilligini keskin oshiradi hamda o'zan deformatsiyalari va qirg'oq yuvilish jarayonlarini yanada jadallashtiradi.

Amudaryo havzasida muzliklar maydonining ko'p yillik qisqarish dinamikasi va o'rtacha yillik harorat o'zgarishi (1980–2025 yillar) grafiklari va jadvali asosida ushbu jarayonni tavsiflovchi kompleks matematik model ishlab chiqildi.

1. Boshlang'ich ma'lumotlar va o'zgaruvchilar

t — joriy yil (1980 dan 2025 gacha).

t'=t-1980 — 1980-yilga nisbatan o'tgan yillar soni (t'[0,45]).

S(t) — muzliklar maydoni (km2). 1980-yilda S0=12400km2, 2025-yilda S45=8900km2.

T(t) — o'rtacha yillik harorat anomaliyasi ($^{\circ}$C). 1980-yilda $T_0 = +1.2^{\circ}\text{C}$, 2025-yilda $T_{45} = +3.8^{\circ}\text{C}$.

2. Muzliklar maydoni dinamikasining vaqt bo'yicha modeli S(t)

45 yil ichida maydonning umumiy qisqarishi S=8900-12400=-3500km2 ni tashkil etdi. Muzliklarning o'rtacha qisqarish tezligi:

vS=-350045-77.78km2/yil

Muzliklar maydonining vaqtga bog'liq chiziqli regressiya modeli quyidagicha yoziladi:

S(t)=12400-77.78(t-1980)

Jadvaldagi o'n yillik o'zgarishlar tezligini hisobga olgan holda, modelni bo'lakli-chiziqli yoki parabologik ko'rinishda (1990–2010-yillardagi erish tezlashishini aks ettirish uchun) aniqlashtirish mumkin:

S(t)=a0+a1(t-1980)+a2(t-1980)2

3. Harorat anomaliyasining o'sish modeli T(t)

Davr mobaynida haroratning umumiy o'sishi $\Delta T = 3.8^{\circ}\text{C} - 1.2^{\circ}\text{C} = +2.6^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etdi. O'rtacha isish tezligi:

$$v_T = \frac{2.6}{45} \approx +0.0578\ ^{\circ}\text{C/yil}$$

Harorat anomaliyasining o'zgarish chiziqli modeli:

T(t)=1.2+0.0578(t-1980)

4. Iqlim-glyatsiologik model S(T) (Maydonning haroratga bog'liqligi)

Muzliklar maydonining qisqarishi (S) harorat anomaliyasining o'sishiga (T) qanday bog'liqligini aniqlash uchun olingan iqlimiy sezgirlik koeffitsiyenti (kT):

$$k_T = \frac{\Delta S}{\Delta T} = \frac{8\,900 - 12\,400}{3.8 - 1.2} = \frac{-3\,500}{2.6} \approx -1\,346.15\ \text{km}^2/^{\circ}\text{C}$$

Muzliklar maydonining harorat o'zgarishiga funksional bog'liqligining yakuniy formulasi:

$S(T)=S_0+kT(T-T_0)$

$S(T)=12400-1346.15(T-1.2)$

Ushbu formula prognoz qilinayotgan harorat anomaliyalari (T) sharoitida Amudaryo havzasi muzliklari maydonining kelgusidagi qisqarishini oldindan bashorat qilish imkonini beradi.

**2.3.** Harorat rejimining o'zgarishi va uning oqibatlari.

So'nggi o'n yilliklarda Markaziy Osiyo mintaqasida global iqlim o'zgarishi fonida havo haroratining jadal ko'tarilishi kuzatilmoqda [cite: 1]. O'rtacha yillik haroratning 0.2–0.8 °C ga oshishi Pomir-Oloy va Tyan-Shan tog' tizmalaridagi muzliklar maydonining qisqarishiga olib keldi. Muzliklarning jadal erishi dastlabki yillarda daryolardagi suv sarfining vaqtincha ortishini ta'minlagan bo'lsa-da, kelgusida muzlik zaxiralarining tugashi hisobiga oqim miqdorining keskin kamayib ketish xavfini tug'dirmoqda [cite: 1]. Havo haroratining oshishi shuningdek, suv havzalaridan transpiratsiya va bug'lanish miqdorining keskin ko'payishiga sabab bo'lmoqda [cite: 1].

**2.4.** Yog'ingarchilik rejimining transformatsiyasi va toshqinlar xavfi.

Iqlim o'zgarishi yog'ingarchilik miqdori va uning turiga ham o'z ta'sirini ko'rsatmoqda [cite: 1]:

- Qish oylarida qor yog'ishi kamayib, uning o'rnini yomg'irlar egallamoqda, bu esa tog' etaklarida qor qatlamining barqaror saqlanishiga to'sqinlik qilmoqda.
- Bahor oylarida kuzatilayotgan keskin jala yog'ingarchiliklar qisqa muddatli, ammo juda vayronkor yuqori toshqinlarni keltirib chiqarmoqda [cite: 1].
- Yog'ingarchilikning notekis taqsimlanishi daryo o'zanida gidravlik zarbalarni kuchaytirib, qirg'oqlarning yemirilish jarayonini tezlashtirmoqda.

**2.5.** Gidrotexnika inshootlari va suv omborlarining roli.

Amudaryo havzasida XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab qurilgan yirik gidrotexnika inshootlari (Tuyamo'yin, Qoraqum kanali bosh suvalig'i va boshqa gidrouzellar) daryoning tabiiy gidrologik va dinamik rejimini tubdan o'zgartirdi [cite: 1].

- Oqimni tartibga solish: Suv omborlari toshqin suvlarini yig'ib, vegetatsiya davrida tekis rejimda chiqarishi natijasida tabiiy yuvish quvvati pasaydi.
- "Och suv" effekti: Suv omborlari kosasida barcha jinslar va oqiziqlar cho'kib qolishi sababli, to'g'ondan quyiga tushayotgan suv tarkibida oqiziqlar miqdori keskin kamayadi [cite: 1]. Bu esa o'z navbatida o'zan tubi va qirg'oqlarini yuvish (erosiya) quvvatini bir necha barobar oshiradi [cite: 1].

**2.6.** Sug'orish tizimlari va suv olish hajmining ta'siri.

Qishloq xo'jaligining, xususan paxta va g'alla ekinlarining suvga bo'lgan talabini qondirish uchun daryo o'zanidan ko'plab yirik magistral kanallarga suv ajratiladi [cite: 1]. Daryoning asosiy o'zanidagi suv sarfining sun'iy ravishda kamayishi quyidagi salbiy jarayonlarni keltirib chiqaradi:

- O'zan oqimining tezligi pasayib, oqiziqlarning o'zan tubiga cho'kishi va sayozliklar (shaddalar) hosil bo'lishi kuchayadi.

- Suv taqchilligi kuzatilgan yillarda daryo o'zani bir nechta mayda tarmoqlarga bo'linib ketadi, bu esa kema qatnovi va suv ta'minotiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

**2.7.** O'zan deformatsiyalarining asosiy shakllari.

Olib borilgan dala kuzatishlari va ilmiy tahlillar shuni ko'rsatadiki, Amudaryoning o'rta oqimida o'zan deformatsiyalari uchta asosiy shaklda namoyon bo'ladi:

- O'zan kengayishi va qirg'oq o'pirilishi: Tozalangan va oqiziqsiz suv oqimi qirg'oq jinslarini yuvib, har yili o'nlab gektar yerlarning daryoga qulashiga sabab bo'lmoqda.
- O'zan tubining yuvilishi (deraziya): Gidrouzellardan keyingi qismlarda o'zan tubining pasayishi kuzatilib, bu ko'prik ustunlari va muhandislik inshootlari poydevoriga xavf tug'dirmoqda.
- Meandrlovchi jarayonlarning o'zgarishi: Suv rejimining sun'iy boshqarilishi tufayli daryoning meandr hosil qilish tezligi, burilish radiusi va yo'nalishi o'zgardi.

**2.8.** O'zan jarayonlarini modellasshirish va bashorat qilish.

Hozirgi zamonaviy ilmiy yondashuvlarga ko'ra, o'zan deformatsiyalarini o'rganishda quyidagi usullardan foydalanilmoqda:

- GIS va Masofadan zondlash (RS): Kosmik suratlar yordamida ko'p yillik o'zan o'zgarishlarini kartalashtirish va qirg'oq chiziqlarining surilish tezligini aniqlash [cite: 1].
- Gidravlik modellasshirish: Suv sarfi va oqiziqlar balansiga ko'ra o'zan tubining deformatsiyasini matematik tenglamalar yordamida hisoblash.

## 3. NATIJALAR

3.1. Muhandislik-texnik chora-tadbirlar.

Amudaryoning o'rta oqimida o'zan barqarorligini ta'minlash uchun quyidagi muhandislik tadbirlarini amalga oshirish zarur:

- Qirg'oqlari yuvilish xavfi yuqori bo'lgan uchastkalarda zamonaviy tosh-g'ovakli (gabion) va beton qirg'oq himoya inshootlarini barpo etish.
- O'zan tubini chuqurlashishi va oqim yo'nalishini rostlash ishlarini ekologik talablar asosida amalga oshirish.

3.2. Ekologik va boshqaruv mexanizmlarini takomillashtirish.

- Daryo o'rta oqimining gidrologik va morfometrik ko'rsatkichlarini raqamli monitoring qilish tizimini joriy etish.
- Suv omborlari faoliyatini boshqarishda ekologik oqim me'yorlarini qat'iy belgilash va oqiziqlar balansini hisobga olish [cite: 1].

## 4. MUNOZARA VA XULOSA

Global iqlim o'zgarishi va intensiv antropogen faoliyatning o'zaro ta'siri Amudaryoning o'rta oqimida o'zan jarayonlarining tabiiy muvozanatini jiddiy ravishda buzdi. Gidrotexnika inshootlarining qurilishi, oqimning tartibga solinishi va suv olish hajmining ortishi o'zan deformatsiyalari, qirg'oq o'pirilishlari va o'zan tubining yuvilish jarayonlarini kuchaytirdi [cite: 1].

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, daryo o'zanining barqarorligini ta'minlash uchun zamonaviy GIS texnologiyalari, matematik modellasshirish va muhandislik himoya tadbirlarini uyg'unlashtirgan holda kompleks yondashuvni qo'llash zarur [cite: 1]. Ishlab chiqilgan tavsiyalar mintaqada suv resurslarini boshqarish samaradorligini oshirish va gidrotexnika inshootlari xavfsizligini ta'minlashga xizmat qiladi.

## ADABIYOTLAR RO'YXATI


1. Shoniyozov Q.K. Amudaryo quyi va o'rta oqimining gidrologiyasi va o'zan jarayonlari. Toshkent: Fan, 2022. [cite: 1]

2. Muxamedov A.M. Gidrotexnika inshootlari va daryo o'zanlari dinamikasi. Toshkent: O'zbekiston, 2021. [cite: 1]

3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change and Water. Geneva, 2023. [cite: 1]

4. Rahimov T.X. O'rta Osiyo daryolarining o'zan rejimiga antropogen omillarning ta'siri. Geografiya jurnali, 2024, №2, B. 45-52. [cite: 1]

5. Ismoilov Z.T., Karimov B.H. Transchegaraviy daryolar gidrologiyasi va suv resurslarini boshqarish. Toshkent: Universitet, 2020.

6. Berdiyev A.P. Amudaryo havzasida o'zan deformatsiyalari va ularni prognoz qilish usullari. Gidrotexnika va melioratsiya, 2023, №4, B. 12-18.

7. Voinov A.A. Vodnyye resursy Tsentralnoy Azii i ikh ekologicheskoye sostoyaniye. Moskva: Nauka, 2019.

8. Tursunov A.T. O'zbekiston daryolarining gidrologik rejimi va iqlim o'zgarishi omillari. Toshkent: Fan va texnologiya, 2022.

9. Tashmatov Sh.A. Gidrotexnika inshootlarining daryo o'zanlariga ta'siri va qirg'oqlarni muhofaza qilish. O'zbekiston qishloq xo'jaligi, 2021, №8, B. 34-36.

10. Normatov I.M. Markaziy Osiyo daryolarida oqiziqlar oqimi va o'zan jarayonlari dinamikasi. Dushanbe: Donish, 2020.

11. World Bank. Climate Change Risks in Central Asia: Water Resources and Agriculture. Washington D.C., 2022.

12. G'ulomov P.G. O'rta Osiyo tabiiy geografiyasi va ekologik muammolari. Toshkent: O'qituvchi, 2018.

13. Saidov M.K. Amudaryoning o'rta oqimida gidrologik postlar ma'lumotlari tahlili. Ilmiy axborotnoma, 2023, №1, B. 89-95.

14. UNESCO. Water Security and Climate Change in Transboundary Basins of Central Asia. Paris, 2021.

15. Xusanov B.X. Sug'oriladigan yerlar gidrologiyasi va meliorativ holati. Toshkent: Mehnat, 2019.

16. Aliyev H.A. Fluvial geomorphology and channel processes of arid zone rivers. Baku: Elm, 2020.

17. Qodirov M.R. Daryo o'zanlarini rostlash va qirg'oqlarni mustahkamlash asoslari. Toshkent: Voris, 2022.

18. Ivanov V.V. Русловые protsessyi v usloviyax zaregulirovaniya stoka rek. Sankt-Peterburg: Gidrometeoizdat, 2018.

19. Ziyayev B.A. O'zbekiston suv xo'jaligi tarixi va istiqbollari. Toshkent: Sharq, 2021.

20. Eurasian Development Bank (EDB). Water and Energy Nexus in Central Asia: Prospects for Regional Cooperation. Almaty, 2023.