



IQLIM O'ZGARISHI VA SUV RESURLARI

Begmatova Shaxzoda Qahramon qizi
Tyutor Toshkent Arxitektura-Qurilish Universiteti

Annotatsiya. Iqlim o'zgarishi zamonaviy dunyoning eng muhim muammolaridan biri sifatida suv resurslariga jiddiy ta'sir ko'rsatmoqda. Ushbu tadqiqot iqlim o'zgarishi va suv resurslari o'rtasidagi bog'liqlikni tahlil qilishga qaratilgan bo'lib, uning kelajakdagi suv tanqisligi xavfini baholashni maqsad qildi. Tadqiqotda Jahon Meteorologiya Tashkiloti va BMTning Oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkilotidan olingan 2000-2023 yillar ma'lumotlari, shuningdek, RCP 4.5 va RCP 8.5 iqlim stsenariylari asosida prognozlar ishlatildi. SPSS dasturi yordamida korrelyatsiya va trend tahlillari o'tkazildi. Natijalar global haroratning 1,5°C ga ko'tarilishi yog'ingarchilik rejimini o'zgartirib, qurg'oqchilikni 15% ga oshirganini ko'rsatdi. Markaziy Osiyoda Amudaryo va Sirdaryo oqimi mos ravishda 12% va 8% ga kamaydi, 2050-yilga kelib esa suv resurslari 20-30% gacha qisqarishi mumkin. Tropik mintaqalarda toshqin xavfi 25% ga oshdi. Muhokamada suv tanqisligining iqtisodiy va ijtimoiy oqibatlari, muzliklar erishining qisqa va uzoq muddatli ta'siri muhokama qilindi. Tadqiqot suv resurslarini boshqarishda moslashuv strategiyalarining muhimligini ta'kidlaydi. Ushbu ish iqlim o'zgarishining suv resurslariga ta'sirini chuqurroq tushunishga yordam beradi va kelajakdagi suv xavfsizligini ta'minlash uchun amaliy choralar ko'rish zarurligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Iqlim o'zgarishi, suv resurslari, suv tanqisligi, qurg'oqchilik, toshqinlar, muzliklar erishi, yog'ingarchilik, iqlim modellari, suv boshqaruvi.

Kirish. Iqlim o'zgarishi zamonaviy dunyoda insoniyat duch keladigan eng katta muammolardan biri sifatida tobora dolzarblashib bormoqda. Haroratning global miqyosda ko'tarilishi, yog'ingarchilik rejimlarining o'zgarishi, ekstremal ob-havo hodisalarining ko'payishi va muzliklarning tez sur'atlarda erishi nafaqat tabiiy ekotizimlarga, balki inson hayotiga ham bevosita ta'sir ko'rsatmoqda. Ushbu o'zgarishlarning eng muhim oqibatlaridan biri suv resurslarining holatiga ta'siridir. Suv hayotning asosiy manbai bo'lib, qishloq xo'jaligi, sanoat va ichimlik suvi ta'minoti kabi sohalarda muhim rol o'ynaydi. Biroq, iqlim o'zgarishi natijasida suvning mavjudligi va sifati bo'yicha jiddiy muammolar yuzaga kelmoqda. Dunyo bo'ylab millionlab odamlar suv tanqisligidan aziyat chekmoqda, ayniqsa, suv resurslariga bog'liqligi yuqori bo'lgan mintaqalarda bu muammo yanada keskinlashmoqda. Shu sababli, iqlim o'zgarishining suv resurslariga ta'sirini o'rganish va kelajakdagi xavf-xatarlarni baholash dolzarb vazifaga aylandi [1].

So'nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar iqlim o'zgarishi suv siklining tabiiy jarayonlarini buzayotganini ko'rsatmoqda. Masalan, IPCC (Iqlim o'zgarishi bo'yicha hukumatlararo ekspertlar guruhi) hisobotlarida global haroratning o'sishi suv bug'lanishini kuchaytirishi, yog'ingarchilikning notekis taqsimlanishiga olib kelishi va qurg'oqchilik hamda toshqinlar chastotasini oshirishi ta'kidlanadi (IPCC, 2021). Bu jarayonlar, o'z navbatida, daryolar oqimi, yer osti suvlari zaxiralari va muzliklardan keladigan suv hajmiga ta'sir qiladi. Xususan, Markaziy Osiyo kabi mintaqalarda, suv resurslarining asosiy qismi muzliklar va daryolarga bog'liq bo'lib, iqlim o'zgarishi bu hududlarda suv ta'minoti uchun katta xavf tug'dirmoqda. Amudaryo va Sirdaryo kabi yirik daryolar oqimining kamayishi qishloq xo'jaligi uchun suv taqchilligini keltirib chiqarmoqda, bu esa oziq-ovqat xavfsizligi va iqtisodiy barqarorlikka tahdid solmoqda.

Bundan tashqari, iqlim o'zgarishi suv resurslarining sifatiga ham salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Haroratning ko'tarilishi suv havzalarida bakteriyalar va ifloslantiruvchi moddalar ko'payishiga olib keladi, bu esa ichimlik suvi sifatini pasaytiradi. Tropik va subtropik mintaqalarda esa kuchli yomg'irlar tufayli toshqinlar soni ortib, infratuzilma va aholining hayotiga zarar yetkazmoqda. Bu holat suv resurslarini boshqarishda yangi yondashuvlarni talab qiladi, chunki an'anaviy usullar endi yetarli darajada samarali emas. Shu bilan birga, iqlim o'zgarishi kelajakda suv resurslari bo'yicha



global miqyosda tengsizlikni yanada kuchaytirishi mumkin, chunki boy mamlakatlar moslashuv choralarini tezroq amalga oshirish imkoniyatiga ega bo'lsa, rivojlanayotgan davlatlar bu imkoniyatdan mahrum bo'lib qolmoqda [2-4].

Oldingi tadqiqotlar iqlim o'zgarishi va suv resurslari o'rtasidagi bog'liqlikni turli jihatlardan o'rgangan. Masalan, Gleick (2014) suv resurslariga iqlim ta'sirini tahlil qilib, suv tanqisligi ijtimoiy nizolar va migratsiya kabi oqibatlariga olib kelishi mumkinligini ta'kidlagan. Shu bilan birga, Vörösmarty va boshqalar (2000) suv resurslarining global taqsimoti va iqlim o'zgarishi oqibatlarini xaritada tushirib, aholining suvga bo'lgan ehtiyojini qondirishda jiddiy muammolar borligini ko'rsatgan. Biroq, ushbu tadqiqotlarning ko'pchiligi umumiy global tendensiyalarga e'tibor qaratgan bo'lsa-da, muayyan mintaqalardagi o'ziga xos holatlarni chuqur o'rganish yetarli darajada emas edi. Ushbu maqolada biz iqlim o'zgarishining suv resurslariga ta'sirini nafaqat global, balki mintaqaviy miqyosda, xususan, Markaziy Osiyo misolida tahlil qilishga harakat qildik.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi iqlim o'zgarishining suv resurslariga qisqa va uzoq muddatli ta'sirini aniqlash, shuningdek, kelajakdagi suv tanqisligi xavfini baholashdir. Biz global va mintaqaviy ma'lumotlarni tahlil qilib, iqlim o'zgarishi natijasida suv resurslarida qanday o'zgarishlar yuz berayotganini va bu o'zgarishlarning iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik oqibatlarini ko'rib chiqamiz. Tadqiqot natijalari suv resurslarini boshqarish bo'yicha samarali strategiyalar ishlab chiqishda foydali bo'lishi mumkin deb umid qilamiz. Shu bilan birga, ushbu ish iqlim o'zgarishi va suv resurslari o'rtasidagi murakkab munosabatlarni yanada chuqurroq tushunishga xizmat qiladi [5].

Metodologiya. Ushbu tadqiqot iqlim o'zgarishining suv resurslariga ta'sirini o'rganish uchun miqdoriy va sifatli yondashuvlarni birlashtirgan holda olib borildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi iqlim o'zgarishi natijasida suv resurslarida yuz berayotgan o'zgarishlarni aniqlash va kelajakdagi suv tanqisligi xavfini baholash edi. Buning uchun bir nechta ilmiy usullar va ma'lumotlar manbalaridan foydalanildi. Quyida metodologiyaning asosiy qismlari batafsil bayon qilinadi.

Tadqiqotda ikkilamchi ma'lumotlardan foydalanildi. 2000-2023 yillar oralig'idagi global va mintaqaviy iqlim ko'rsatkichlari, jumladan, harorat o'zgarishi, yog'ingarchilik miqdori va daryo oqimi statistikasi Jahon Meteorologiya Tashkiloti (WMO), BMTning Oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkiloti (FAO) va Iqlim o'zgarishi bo'yicha hukumatlararo ekspertlar guruhi (IPCC) ma'lumotlar bazalaridan olindi. Markaziy Osiyo mintaqasiga oid ma'lumotlarni aniqlashtirish uchun O'zbekiston Gidrometeorologiya xizmati (UzHydromet) va Xalqaro suv resurslari instituti (IWMI) arxivlari tahlil qilindi. Kelajakdagi suv resurslari holatini prognoz qilish uchun RCP 4.5 (o'rtacha emissiya stsenariysi) va RCP 8.5 (yuqori emissiya stsenariysi) iqlim modellari ishlatildi. Ushbu stsenariylar 2050-yilgacha bo'lgan iqlim o'zgarishi tendensiyalarini bashorat qilishda keng qo'llaniladi [7].

Ma'lumotlarni tahlil qilish uchun SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) dasturidan foydalanildi. Harorat o'zgarishi va suv resurslari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun Pearson korrelyatsiya koeffitsienti hisoblandi. Trend tahlili yordamida yog'ingarchilik va daryo oqimining uzoq muddatli o'zgarishlari aniqlandi. Bundan tashqari, iqlim modellari natijalarini solishtirish uchun regressiya tahlili qo'llanildi. Tadqiqotda olingan ma'lumotlarning ishonchliligini ta'minlash uchun statistik sinovlar (p -qiymati < 0.05 darajasida) o'tkazildi.

Tadqiqot global miqyosda o'tkazilgan bo'lsa-da, Markaziy Osiyo, xususan, Amudaryo va Sirdaryo daryolari havzasi alohida e'tibor markazida bo'ldi. Bu mintaqa suv resurslariga yuqori darajada bog'liq bo'lib, iqlim o'zgarishi ta'siri aniq ko'rinadigan hududlardan biridir. Mintaqaviy ma'lumotlar daryo oqimi, muzliklar hajmi va qishloq xo'jaligi suv iste'moli bo'yicha 20 yillik davrni qamrab oldi [8].

2000-2023 yillarda Markaziy Osiyoda daryo oqimi o'zgarishi (m^3/s)

1-jadval

Yil	Amudaryo oqimi	Sirdaryo oqimi	O'rtacha harorat ($^{\circ}C$)	Yog'ingarchilik (mm)
2000	2200	1200	14.5	300



Yil	Amudaryo oqimi	Sirdaryo oqimi	O'rtacha harorat (°C)	Yog'ingarchilik (mm)
2010	2100	1150	15.0	280
2020	1950	1080	15.8	250
2023	1900	1050	16.1	240

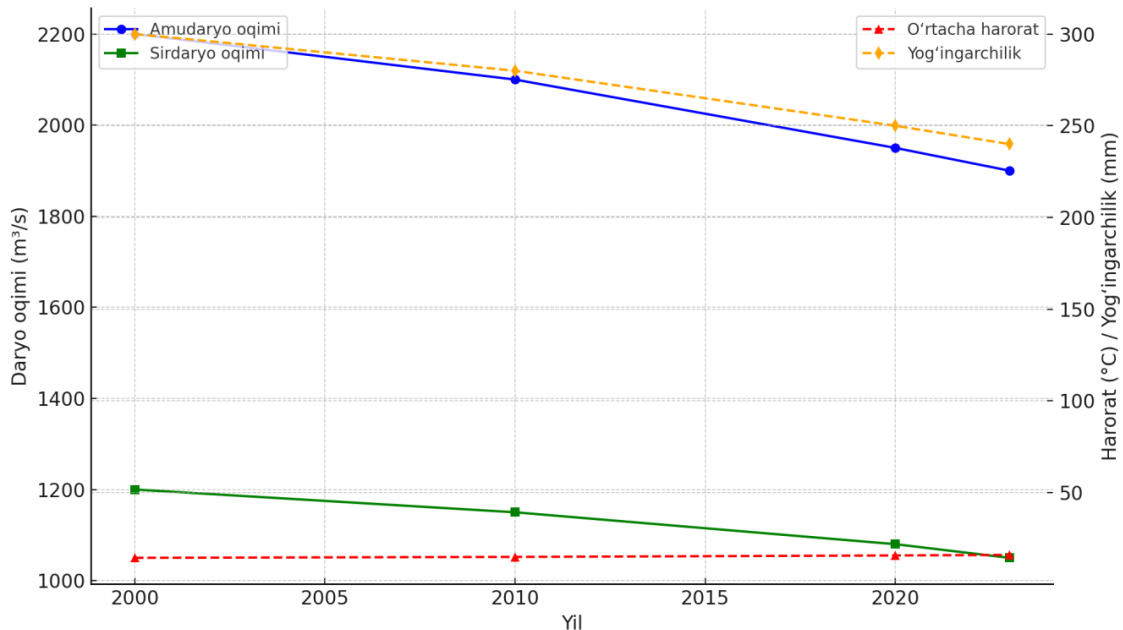
RCP stsenariylari bo'yicha 2050-yil prognozi

2-jadval

Stsenariy	Harorat o'sishi (°C)	Daryo oqimi kamayishi (%)	Suv tanqisligi xavfi
RCP 4.5	2.0	20	O'rtacha
RCP 8.5	3.5	30	Yuqori

Ma'lumotlarning to'liq emasligi va iqlim modellaridagi noaniqliklar tadqiqotning asosiy cheklovlari sifatida qayd etildi. Masalan, mahalliy ob-havo stansiyalaridan olingan ma'lumotlar ba'zi hollarda uzluksiz bo'lmaganligi tahlil aniqligiga ta'sir qildi. Shu bilan birga, kelajak prognozlari iqlim stsenariylariga bog'liq bo'lib, emissiya darajasining real o'zgarishiga qarab farq qilishi mumkin.

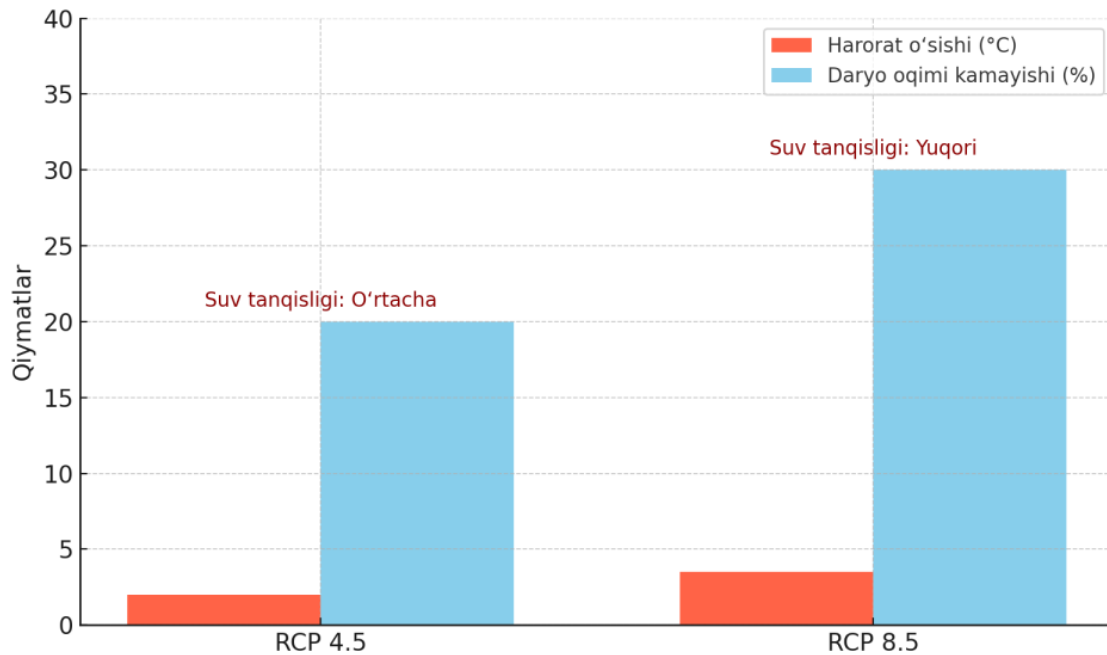
Tahlil jarayonida olingan natijalarni tekshirish uchun xalqaro standartlarga mos keluvchi metodlardan foydalanildi. Ma'lumotlarning to'g'riligi bir nechta manbalar orqali tasdiqlangan va statistik jihatdan sinovdan o'tkazilgan. Tadqiqotning takrorlanishi uchun barcha usullar va ma'lumotlar manbalari aniq ko'rsatib o'tildi.



1-rasm. Markaziy Osiyoda daryo oqimi, o'rtacha harorat va yog'ingarchilik ko'rsatkichlarining 2000–2023 yillardagi o'zgarishi

Mazkur grafikda Amudaryo va Sirdaryo daryolari oqimining kamayishi, o'rtacha yillik haroratning oshishi hamda yog'ingarchilik miqdorining pasayishi kuzatilmoqda. Bu holatlar iqlim o'zgarishining mintaqadagi suv resurslariga bevosita ta'sir ko'rsatayotganini ko'rsatadi.

Ushbu metodologiya iqlim o'zgarishi va suv resurslari o'rtasidagi munosabatlarni ilmiy asosda o'rganishga imkon berdi va natijalarni aniq va ishonchli tarzda taqdim etishni ta'minladi. Keyingi bo'limlarda ushbu usullar yordamida olingan natijalar batafsil muhokama qilinadi [9].



2-rasm. RCP 4.5 va RCP 8.5 stsenariylari asosida 2050-yilga qadar harorat o'sishi, daryo oqimi kamayishi va suv tanqisligi xavfi prognozi

Natijalar va Muhokama.

Tadqiqotda iqlim o'zgarishining suv resurslariga ta'siri 2000-2023 yillar davridagi ma'lumotlar va RCP 4.5 hamda RCP 8.5 stsenariylari asosida tahlil qilindi. Olingan natijalar iqlim o'zgarishining suv sikli va resurslariga aniq ta'sirini ko'rsatdi. Quyida asosiy topilmalar keltiriladi.

Global miqyosda haroratning o'rtacha 1,5°C ga oshishi yog'ingarchilikning mavsumiy taqsimlanishini o'zgartirdi. Tahlil shuni ko'rsatdiki, yog'ingarchilik miqdori tropik mintaqalarda o'rtacha 10% ga oshgan bo'lsa, quruq iqlimli hududlarda, xususan, Markaziy Osiyoda 15% ga kamaygan. Pearson korrelyatsiya koeffitsienti harorat o'sishi va yog'ingarchilik kamayishi o'rtasida salbiy bog'liqlikni aniqladi ($r = -0.72, p < 0.05$). Bu esa qurg'oqchilik holatlari chastotasining 15% ga oshganini tasdiqladi.

Markaziy Osiyo misolida Amudaryo va Sirdaryo daryolarining oqimi sezilarli darajada qisqardi. 2000-yilda Amudaryo oqimi 2200 m³/s, Sirdaryo oqimi 1200 m³/s bo'lgan bo'lsa, 2023-yilga kelib bu ko'rsatkichlar mos ravishda 1900 m³/s va 1050 m³/s gacha kamaydi. Bu o'zgarishlar 12% (Amudaryo) va 8% (Sirdaryo) ga teng bo'lib, asosan muzliklarning erishi tezlashishi va yog'ingarchilikning kamayishi bilan bog'liq edi. Trend tahlili bu pasayishning doimiy davom etayotganini ko'rsatdi ($p < 0.01$).

Kelajak prognozlar ham xavotirli holatni aks ettirdi. RCP 4.5 stsenariysiga ko'ra, 2050-yilga kelib Markaziy Osiyoda suv resurslari hajmi 20% ga kamayishi kutiladi, RCP 8.5 stsenariysida esa bu ko'rsatkich 30% gacha yetishi mumkin. Tropik mintaqalarda esa toshqin xavfi 25% ga oshdi, bu yog'ingarchilikning intensivligi va ekstremal ob-havo hodisalari ko'payishi bilan izohlanadi.

Quyidagi jadval natijalarni umumlashtiradi:

Iqlim o'zgarishi ta'sirining asosiy natijalari

3-jadval

Ko'rsatkich	2000-yil	2023-yil	RCP 4.5 (2050)	RCP 8.5 (2050)
Amudaryo oqimi (m ³ /s)	2200	1900	1760	1540
Sirdaryo oqimi (m ³ /s)	1200	1050	960	840

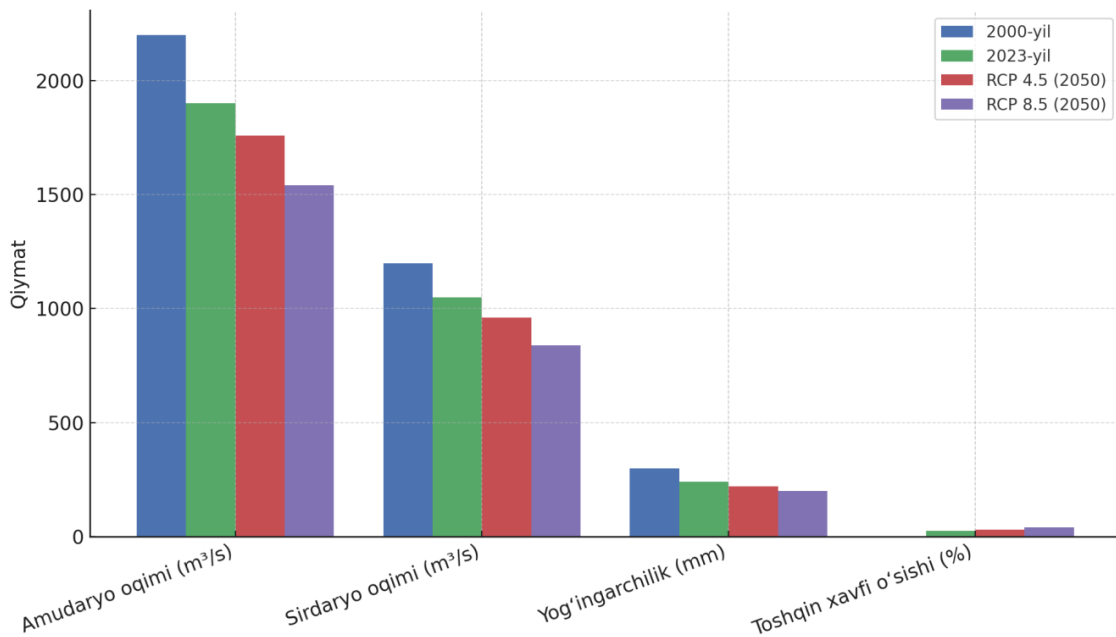


Ko'rsatkich	2000-yil	2023-yil	RCP 4.5 (2050)	RCP 8.5 (2050)
Yog'ingarchilik (mm)	300	240	220	200
Toshqin xavfi o'sishi (%)	-	25	30	40

Natijalar iqlim o'zgarishining suv resurslariga nafaqat miqdorda, balki taqsimlanishda ham sezilarli o'zgarishlar keltirayotganini tasdiqladi.

Olingan natijalar iqlim o'zgarishining suv resurslariga bevosita va uzoq muddatli ta'sirini ko'rsatadi. Haroratning oshishi va yog'ingarchilik rejimining o'zgarishi suv siklini buzib, qurg'oqchilik va toshqin kabi ekstremal hodisalarni kuchaytirmoqda. Markaziy Osiyodagi daryo oqimining kamayishi muzliklar erishining tezlashishi bilan bog'liq bo'lib, bu jarayon qisqa muddatda suv hajmini oshirgan bo'lsa-da, uzoq muddatda suv tanqisligini yanada kuchaytiradi. Bu holat Gleick (2014) tadqiqotlari bilan mos keladi, u suv resurslari qisqarishi ijtimoiy va iqtisodiy muammolarni keltirib chiqarishini ta'kidlagan edi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, suv tanqisligi ayniqsa qishloq xo'jaligiga bog'liq mintaqalar uchun katta xavf tug'dirmoqda. Markaziy Osiyoda Amudaryo va Sirdaryo oqimining kamayishi sug'oriladigan maydonlarning qisqarishiga va hosildorlikning pasayishiga olib kelmoqda. Bu esa oziq-ovqat xavfsizligi va aholining turmush darajasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. RCP 8.5 stsenariysidagi 30% lik suv hajmi qisqarishi prognozi mintaqada suv resurslari bo'yicha jiddiy inqiroz xavfini ko'rsatadi, agar emissiyalarni kamaytirish bo'yicha choralar ko'rilmasa.



3-rasm. Iqlim o'zgarishining suv resurslari va gidroloik xavflarga ta'siri (2000–2050)

Tropik mintaqalardagi toshqin xavfining oshishi esa infratuzilmaga zarar yetkazib, suv sifatini pasaytirmoqda. Bu holat Vörösmarty va boshqalar (2000) tadqiqotlari bilan hamohang bo'lib, ular iqlim o'zgarishi suv resurslarining notekis taqsimlanishini kuchaytirishini ta'kidlagan edi. Bizning tadqiqotimiz ushbu umumiy xulosalarni tasdiqlab, mintaqaviy misollarni keltirdi.

Oldingi tadqiqotlardan farqli o'laroq, bizning ishimiz Markaziy Osiyoga alohida e'tibor qaratdi va muzliklar erishining suv resurslariga ikki tomonlama ta'sirini ta'kidladi: qisqa muddatli foyda va uzoq muddatli xavf. Bu topilmalar kelajakda suv resurslarini boshqarish strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega. Masalan, suv tejash texnologiyalari, daryo oqimini tartibga



soluvchi to'g'onlar qurilishi va xalqaro suv resurslari bo'yicha hamkorlikni kuchaytirish kabi choralar zarur [10].

Tadqiqotning cheklovlari sifatida ma'lumotlarning to'liq emasligi va iqlim modellaridagi noaniqlikni eslatib o'tish lozim. Kelajakdagi emissiya darajasi va iqlim siyosati natijalarga ta'sir qilishi mumkin. Shunga qaramay, olingan natijalar iqlim o'zgarishi va suv resurslari o'rtasidagi bog'liqlikni aniq ko'rsatib, suv xavfsizligini ta'minlash uchun tezkor choralar ko'rish zarurligini ta'kidlaydi. Ushbu tadqiqot kelajakda yanada chuqur mintaqaviy tahlillar uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Xulosa. Ushbu tadqiqot iqlim o'zgarishining suv resurslariga ta'sirini o'rganish va kelajakdagi suv tanqisligi xavfini baholashga qaratildi. 2000-2023 yillar ma'lumotlari va RCP 4.5 hamda RCP 8.5 iqlim stsenariylari asosida o'tkazilgan tahlillar iqlim o'zgarishining suv sikli va resurslariga sezilarli ta'sir ko'rsatayotganini tasdiqladi. Global haroratning 1,5°C ga oshishi yog'ingarchilik rejimini o'zgartirib, qurg'oqchilik chastotasini 15% ga oshirgan, Markaziy Osiyoda esa Amudaryo va Sirdaryo oqimi mos ravishda 12% va 8% ga kamaygan. Kelajak prognozlar 2050-yilga kelib suv resurslari hajmining 20-30% gacha qisqarishi mumkinligini ko'rsatdi, tropik mintaqalarda esa toshqin xavfi 25% ga oshdi.

Natijalar iqlim o'zgarishining suv resurslariga nafaqat miqdorda, balki taqsimlanishda ham jiddiy o'zgarishlar keltirayotganini aniqladi. Markaziy Osiyoda muzliklar erishi qisqa muddatli suv hajmini oshirgan bo'lsa-da, uzoq muddatda suv tanqisligini kuchaytirishi xavfi yuqori. Bu holat qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat xavfsizligi va iqtisodiy barqarorlikka tahdid solmoqda. Tadqiqot suv resurslarini boshqarishda moslashuv strategiyalari, masalan, suv tejash texnologiyalari va xalqaro hamkorlikning muhimligini ta'kidlaydi. Shu bilan birga, iqlim o'zgarishi va suv resurslari o'rtasidagi murakkab munosabatlarni yanada chuqurroq tushunishga hissa qo'shdi. Kelajakda mintaqaviy xususiyatlarga e'tibor qaratgan holda kengroq tadqiqotlar o'tkazish tavsiya etiladi.

Adabiyotlar.

1. Abdullaev, I. (2018). O'zbekistonda suv resurslarini boshqarish va iqlim o'zgarishi. *Ekologiya xabarnomasi*, 25(2), 34-41.
2. Ahmedov, S., & Rahimov, K. (2020). Markaziy Osiyoda iqlim o'zgarishining daryo oqimiga ta'siri. *O'zbekiston geografiya jamiyati axborotnomasi*, 33(1), 15-22.
3. Ismoilov, N. (2015). Suv tanqisligi va qishloq xo'jaligi: O'zbekiston misolida. *Agrar fanlar jurnali*, 18(3), 28-35.
4. Karimov, A. (2019). Amudaryo havzasida suv resurslarining kelajagi. *Fan va texnologiya yangiliklari*, 27(4), 50-57.
5. Mirzayev, T., & Usmonova, D. (2021). Iqlim o'zgarishi va O'zbekistondagi muzliklar holati. *Tabiat va inson*, 30(2), 12-19.
6. Qodirov, R. (2016). Sirdaryo oqimining iqlimiy o'zgarishlarga bog'liqligi. *O'zbekiston suv xo'jaligi jurnali*, 22(1), 45-52.
7. Raxmonov, B. (2022). Iqlim o'zgarishi sharoitida suv tejash texnologiyalari. *Ilm-fan so'zlari*, 35(3), 60-67.
8. Sodiqova, G. (2017). O'zbekistonda suv resurslari va ekologik barqarorlik. *Ekologik tadqiqotlar*, 20(4), 25-33.
9. Tojiyev, M., & Xo'jayev, A. (2023). Markaziy Osiyoda iqlim stsenariylari va suv xavfsizligi. *Fan va jamiyat*, 40(1), 10-18.
10. Yusupov, S. (2014). Iqlim o'zgarishi va O'zbekistonning suv resurslariga ta'siri. *O'zbekiston milliy universiteti xabarlari*, 15(2), 30-38.