Academic Journal of Science and Progress (AJSP)

ISSN: 3162 - 1732 www.ajsp.uz

УДК: 628.132

СУВ КАМ, ЎРТАЧА СУВЛИЛИК ВА СУВ КЎП ЙИЛЛАР УЧУН АМУДАРЁ СУВ ОМБОРЛАРИ ОПТИМАЛ ИШ РЕЖИМИ

Икрамова Малика Рахимбердиевна

Ўзбекистон Республикаси Сув хўжалиги вазирлиги тасарруфидаги Ирригация ва сув муаммолари илмий тадқиқот институти, т.ф.д., профессор

e-mail: malika.ikramova56@gmail.com

Аннотация. *Ушбу мақолада Амударё ҳавзасида сув ресурсларининг тақчиллиги ва иқлим ўзгаришлари шароитида турли гидрологик сувлилик йиллари учун Нурек ва Туямуюн сув омборлари мажмуасининг кафолатланган сув сарфи ҳамда оптимал иш режимлари таҳлил қилинган. Кам сувлилик йилларида Нурек сув омборидан чиқариладиган ирригацион-экологик попускларни қуйи оқим талабига мослаштириш, ТМГУнинг Ўзан сув омборидан сувни чуқур ва муҳофазаланган Капарас ҳамда Султонсанджар сув омборларига ўтказиш орқали бугланиш йўқотишларини 15-25% га камайтириш муҳандислик нуқтаи назаридан асосланган. Кўп сувлилик йилларида эса тошқин пикларини юмшатиш, ТМГУ қуйи бьефида қирғоқ емирилиши хавфининг олдини олиш ҳамда Оролбўйи дельтасига кафолатланган 10.0-15.0 км³/йил экологик сув ташламаларини етказиб бериш механизми кўриб чиқилган.*

Калит сўзлар — *Амударё, Нурек сув омбори, Туямуюн сув омборлари мажмуаси (ТМГУ), кафолатли сув сарфи, сув баланси, бугланиш йўқотишлари, экологик сув ташлама*

---

1. КИРИШ

Амударё — Марказий Осиёдаги энг йирик, гидравлик жиҳатдан мураккаб ва стратегик муҳим трансчегаравий сув артерияси ҳисобланади [1, 2]. Ҳавза ҳудудида жойлашган мамлакатлар ва минтақалар ўртасида сув ресурсларини адолатли ва оқилона бошқариш юқори оқимдаги энергетик ва қуйи оқимдаги ирригацион-экологик манфаатлар ўртасидаги мураккаб гидравлик мувозанатни талаб этади [3]. Сўнгги йилларда олиб борилган кўплаб илмий тадқиқотлар кўрсатишича, глобал иқлим ўзгариши, тоғ тизмаларидаги музликлар майдонининг шиддат билан қисқариши ҳамда қурғоқчилик даврларининг тезлашиши ҳавза сув балансига салбий таъсир кўрсатмоқда [5]. Айниқса, кам сувлилик (75-85%) ва қурғоқчилик кузатилган йилларда Амударёнинг қуйи оқимида жойлашган Хоразм вилояти ва Қорақалпоғистон Республикасида сув танқислиги даражаси 30-35% гача етиб, қишлоқ хўжалиги ва аҳолини ичимлик суви билан таъминлашда жиддий муаммоларни келтириб чиқармоқда [1, 4].

Ушбу мураккаб сув-экологик муаммоларни ҳал этиш, сув ресурсларини кафолатли бошқариш ва йўқотишларни камайтириш мақсадида маҳаллий ва хорижий олимлар томонидан кенг кўламли тадқиқотлар олиб борилган. Илмий манбалар ва адабиётлар таҳлили қуйидаги асосий йўналишларни камраб олади:

Илмий тадқиқотларнинг кўрсатишича, Вахш дарёсида жойлашган Нурек сув омбори ва Амударёнинг қуйи оқимидаги ТМГУ ўртасидаги масофа 1000-1200 км ни ташкил этади. Кам сувлилик йилларида анъанавий бошқарув тизими асосан энергетик талабларга йўналтирилганлиги сабабли, қишги ва баҳорги даврларда чиқарилган сув оқими қуйи оқимга етиб боргунча ўзан бўйлаб фильтрация ва буғланиш туфайли 25-30% гача йўқотилиши аниқланган. Тадқиқотчилар Бакланова Д.В. [8] ва Духовный В.А. [9] томонидан трансчегаравий дарёлардаги сув омборлари каскадини биргаликда оптималлаштириш, яъни Нурек сув омборидан чиқариладиган сув ташламаларини фақат ГЭС талабига эмас, балки ТМГУ ва қуйи оқимнинг кафолатланган ирригацион-экологик эҳтиёжларига мослаштириб диспетчерлик графигини тузиш зарурати асосланган. ТМГУ мажмуаси тўртта асосий сув омборини (Ўзан, Капарас, Султонсанжар ва Қўшбулоқ) ўз ичига олади [10]. Ўзан сув омбори жуда кенг ва нисбатан кам чуқурликдаги акваторияга эга бўлганлиги сабабли ёз ойларида сув юзасидан йиллик буғланиш кўрсаткичи ўта юқори — 1200-1400 ммга етади. Маҳаллий олимлар Мирзаев Н.Н. [2] ва Бакиев М.Р. [4] томонидан ўтказилган гидравлик ҳисоблар асосида, баҳор бошидаёқ сувни Ўзан сув омборидан ёпиқ, чуқур ва муҳофазаланган Капарас ҳамда Султонсанджар кўл-сув омборларига қайта тақсимлаш орқали ёзги интенсив буғланиш йўқотишларини 15-25% га (йиллик 180-220 млн м³) камайтириш имконияти исботланган [1, 2, 4, 10].

Амударёнинг ўрта ва қуйи оқимида сув олиш иншоотлари ва гидроузеллар атрофида ўзаннинг беқарорлиги, оқизиқлар ҳаракати ҳодисаси муҳим муҳандислик муаммоси ҳисобланади [3, 11]. Олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, ТМГУ гидроузелидан чиқадиган лойқасиз тоза сув юқори кинетик энергияга эга бўлиб, Ҳозарасп, Беруний, Питнак ва Гурлан зоналарида қирғоқларни шиддат билан ювиб кетади [11]. Кўп сувлилик (P=25%) йилларида шзан жараёнлари хавфини камайтириш учун ТМГУдан максимал ташламаларни 1200-1500 м³/с даражасида чеклаш ва тўлинсув пикларини сув омбори сиғимларида юмшатиш тавсия этилади [11, 12].

Сўнгги йилларда олиб борилган илмий изланишларда сув ресурсларини тезкор ва аниқ бошқаришда замон талабларига мос гидродинамик ва ГИС моделлаштириш дастурларидан фойдаланиш кенг оммалашмоқда [6, 7, 12, 13]. Халқаро марказлар (USACE, DHI, Deltares, ESA) томонидан HEC-RAS, MIKE Hydro, Delft3D гидродинамик моделлари ва Sentinel-3/Landsat йўлдош маълумотлари интеграцияси ёрдамида сув омборларининг биргаликдаги оператив режими ва оқим динамикасини рақамли асосда башорат қилиш самарадорлиги юқорилиги исботланган [3, 6, 7, 12, 13, 14, 15].

Ушбу тадқиқотлар шуни кўрсатадики, Амударёда сув омборларининг турли сувлилик йиллари учун комплекс ва мослашувчан оптимал иш режимларини ишлаб чиқиш, гидрологик модель ва рақамли мониторинг воситаларини амалиётга жорий этиш долзарб илмий-амалий вазифадир.

.

2. МЕТОДОЛОГИЯ

Амударё сув омборлари каскадининг оптимал иш режимини асослаш тизимли таҳлил, сув баланси моделлари ва математик оптимизация усулларига асосланади. Тадқиқотда дарё ҳавзаси ягона сув-хўжалик тизими сифатида қаралиб, кўп йиллик гидрологик маълумотлар критик таъминланганлик даражаси бўйича сценарийларга ажратилади: сув кам ($P \geq 75\%$), ўртача

сувлилик (25% < P < 75%) ва сув кўп бўлган йиллар (P ≤ 25%). Ҳар бир сценарий учун сув ресурсларининг келиши ва сарфланиши динамикаси ҳавзанинг иқлим ва морфологик хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда алоҳида моделлаштирилади.

Методологиянинг асосини мақсадли функцияни оптималлаштириш ташкил этиб, унда вегетация даврида қишлоқ хўжалиги ва экология эҳтиёжлари учун сув тақчиллигини минималлаштириш бош мезон қилиб олинади. Сув омборларининг иш режими ҳар бир ой учун сув баланси тенгламаси (кириш оқими, буғланиш, фильтрация йўқотишлари) ҳамда ўлик ҳажм ва нормал сатҳи каби технологик чекловлар доирасида ҳисоблаб чиқилади. Натижада, ҳар бир гидрологик шароит учун дифференциаллашган бошқарув стратегияси ишлаб чиқилади. Сув кам йилларда асосий эътибор қишқи оқимни максимал жамғариш ва фақат критик вегетация даврларида сув чиқаришга қаратилса, ўртача йилларда энергетика ва ирригация манфаатлари мувофиқлаштирилади, сув кўп йилларда эса тошқинга қарши хавфсизликни таъминлаш ва ортиқча сувни экологик попуск сифатида қуйи оқимга йўналтириш алгоритмлари белгиланади.

3. НАТИЖАЛАР ВА МУҲОКАМА

1 Сув омборлари иш режимининг сув кам йиллар учун оптимал вариантларини аниқлаш

Амударё ҳавзасида сув ресурсларининг тақчиллиги ва иқлим ўзгаришлари фонида, айниқса кам сувлилик йилларида, P≥75÷90% таъминланганликда, сув ресурсларини оқилона бошқариш ҳамда ўзан бўйлаб фильтрация ва буғланиш йўқотишларини камайтириш ўта муҳим вазифа ҳисобланади. Амударё ҳавзаси сув оқимини тартибга солишда икки асосий йилик гидроузел муҳим роль ўйнайди:

- Вахш дарёси, юқори бьефидаги Нурек сув омбори - тўлиқ ҳажми 10,5 км^3, фойдали ҳажми 4,5 км^3. Юқори бьефдаги асосий энергетик ва мавсумий бошқарув манбаи;
- Амударё қуйи оқимидаги Туямуюн гидроузели (ТМГУ) - тўлиқ ҳажми 7,8км^3, 5.3 км^3 (Ўзан, Капарас, Султонсанджар ва Кошбулак сув омборлари мажмуаси). Хоразм вилояти, Қорақалпоғистон Республикаси ҳамда Туркманистоннинг шимолий ҳудудларини сув билан таъминлаш, шунингдек, Амударё дельтаси ва Оролбўйи гидроэкологик тизимини ушлаб туриш вазифасини ҳамда кўп йиллик/мавсумий бошқариш функциясини бажаради.

1.1 Кам сувлилик йилларидаги мавжуд муаммолар ва иш режими алгоритми

Анъанавий бошқарувнинг камчиликлари. Кам сувлилик йилларида Нурек сув омбори асосан қишки энергетик пик вақтида сув ташлайди. Ташланган сув ўзан бўйлаб қуйи оқимга етиб боргунча (1000-1200 км масофада) ўзан бўйлаб фильтрация-буғланиш туфайли 25 – 30% гача сув йўқотилиши кузатилади. Туямуюн гидроузелининг Ўзан сув омбори катта юзага ва нисбатан кам чуқурликка эга бўлгани сабабли, ёз ойларида буғланиш кўрсаткичи ўта юқори, яъни 1200-1400 мм/йил миқдорида бўлади.

Такомиллаштирилган комплекс иш режими (алгоритм):

Кафолатланган ирригацион-экологик сув бериш: Вахш ва Амударёнинг юқори қисмида

вегетация даврида (IV-IX ойлар) Нурекдан чиқариладиган сув оқимини фақат ГЭС талабига эмас, балки ТМГУ ва қуйи оқимнинг сув кафолатига мослаштириш.

ТМГУнинг ички каскадли қайта тақсимланиши: Ўзан сув омборидан сувни баҳорнинг бошидаёқ ёпиқ ва чуқурроқ бўлган Капарас ҳамда Султонсанджар сув омборларига ўтказиш. Бу орқали ёз ойларида (июнь-август) сувнинг юзадан буғланиши 20÷25% га камаяди.

Диспетчерлик жадвалини сифат жиҳатидан қайта кўриш: P=85% таъминланганлик йилида гидрологик прогнозни ҳисобга олган ҳолда, вегетациянинг пик даврида (VI-VIII ойлар) Нурек сув омборидан сув ташламани 850÷950 м^3/с даражада кафолатлаш.

1.2 Нурек ва Туямуюн сув омборларининг кафолатланган сув баланси ва иш режими

Қуйидаги жадвалда кам сувлилик йили, яъни P=85% таъминланганлик ҳолати учун оқимларни мувофиқлаштирилган ҳолда бошқаришнинг ҳисобий баланси келтирилган:

$$W_{end} = W_{start} + (Q_{in} - Q_{out} - Q_{lost}) \cdot \Delta t$$

Бу ерда: W_{start} - мавсум бошида ҳажм, млн м^3; Q_{in} - кирувчи сув сарфи, м^3/с; Q_{out} - чиқувчи сув сарфи, м^3/с; Q_{lost} - сув йўқотилиши, м^3/с; Δt - кўрилаётган вақт оралиғи.

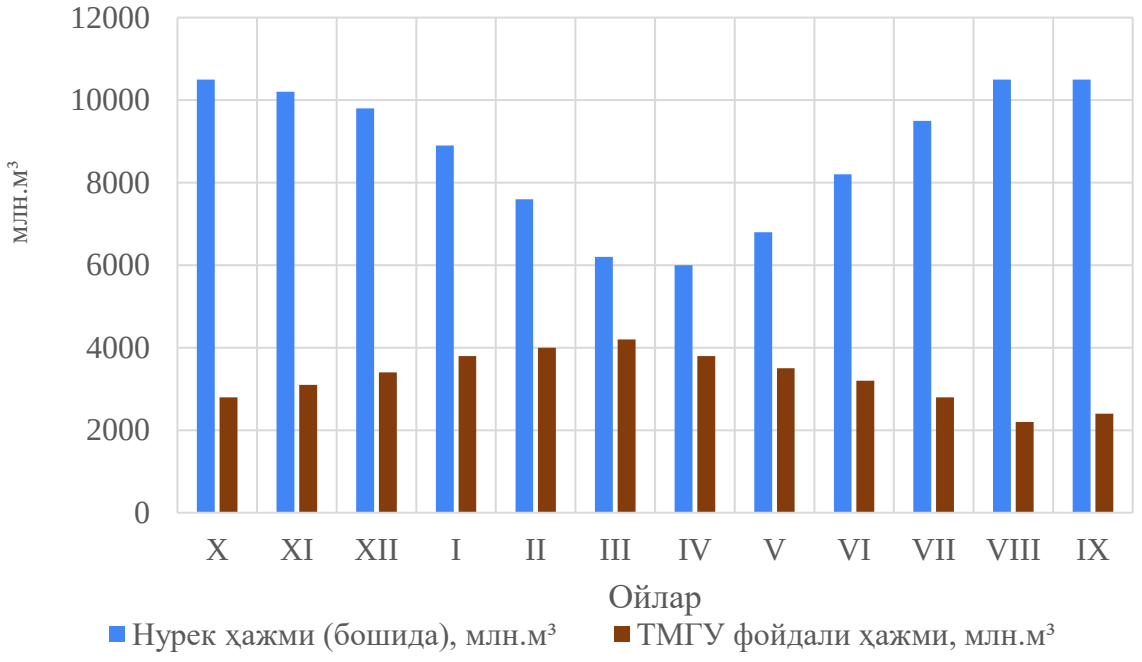
Қуйида вегетация даврида Амударё оқиминиг бошқарилиши бўйича таклиф – диспетчерлик графиги ва опретив режим келтирилган (1-жадвал).

1-жадвал. Вегетация даврида дарё оқиминиг бошқарилиши

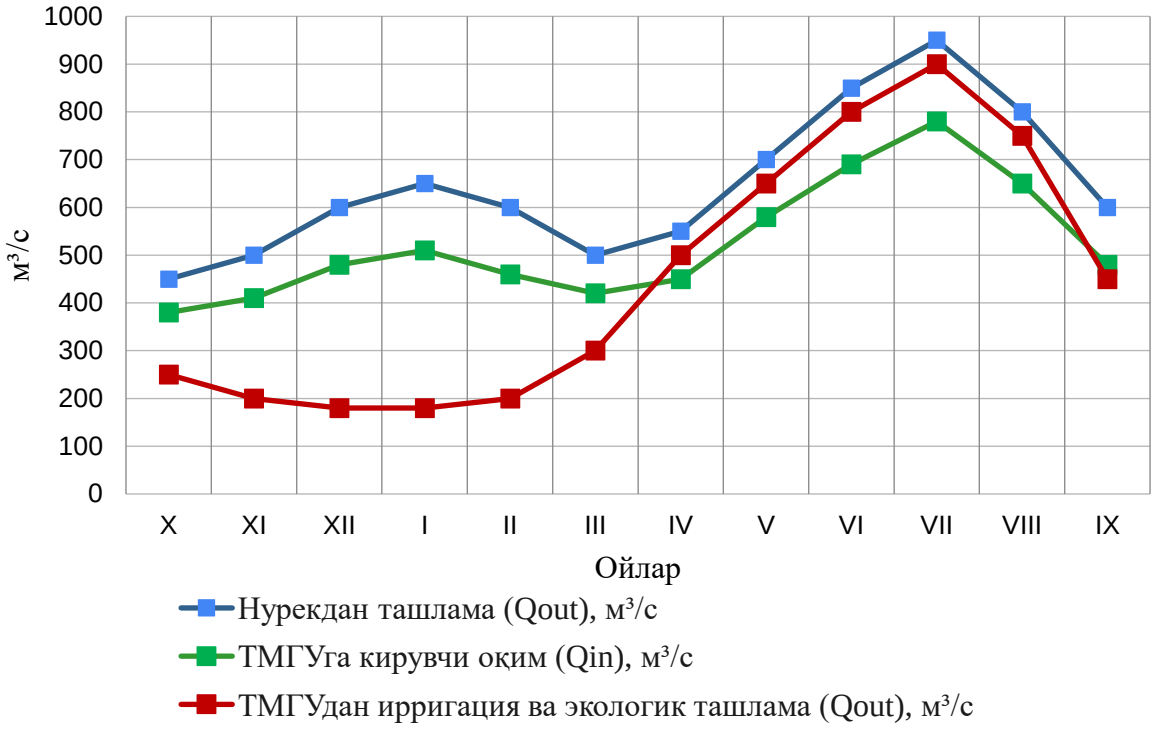
Ойлар	Нурек ҳажми млн.m^3	Нурекдан ташлама (Q_{out}), m^3/s	ТМГУга кирувчи оқим (Q_{in}), m^3/s	ТМГУ фойдали ҳажми, млн.m^3	ТМГУдан ташлама (Q_{out}), m^3/s	Диспетчерлик оператив режим
X	10,500	450	380	2,800	250	Новегетация бошланиши, Нурекда максимал ҳажм
XI	10,200	500	410	3,100	200	Энергетик режим, ТМГУда сув тўплаш
XII	9,800	600	480	3,400	180	Қуйилма сув омборлари - Капарасни тўлдириш
I	8,900	650	510	3,800	180	Қишки энергетик режим
II	7,600	600	460	4,000	200	ТМГУда максимал захира яратиш
III	6,200	500	420	4,200	300	Шўр ювиш даври бошланиши
IV	6,000	550	450	3,800	500	Вегетация бошланиши, экинларни суғориш

V	6,800	700	580	3,500	650	Нурек сув тўплашни бошлайди, ТМГУдан сув бериш
VI	8,200	850	690	3,200	800	Пик ирригация даври, сув танқислигини ёпиш
VII	9,500	950	780	2,800	900	Нурекдан максимал ташлама, сув омборлари Карпарас, Султонсанжар, Қўшбулоқдан фойдаланиш
VIII	10,500	800	650	2,200	750	Вегетация якунланиши, тежамкорлик режими
IX	10,500	600	480	2,400	450	Вегетация охири, кейинги мавсумга тайёргарлик

Қуйидаги графикда Нурек сув омбори (Вахш) ва Туямуюн гидроузели (Амударё қуйи оқими) фойдали сув ҳажмининг (W, млн м3) мавсумий ва йиллик ўзгариш динамикаси келтирилган:



1-расм. Сув омборлари ҳажмининг ўзгариш динамикаси



2-расм. Сув ташламалари ва сув сарфи, м³/с

Такомиллаштирилган иш режимидан кутилаётган техник ва экологик натижалар:

Буғланиш ва фильтрация йўқотишларини камайтириш: ТМГУдаги Ўзан сув омбори юзасини оптималлаштириш ва сувни Капарас/Султонсанджарларга ўтказиш ҳисобига йиллик буғланиш йўқотишлари 180÷220 млн м^3 га камаяди.

Қуйи оқимнинг сув кафолатини ошириш: кам сувлилик P=85% бўлган йилларда Хоразм вилояти ва Қорақалпоғистон Республикаси ирригация ва ичимлик суви таъминотидаги танқислик даражаси 35% дан 12% гача пасаяди.

Экологик оқимни таъминлаш: Амударё дельтаси ҳамда Жанубий Орол бўйи кўллар тизимига (Судочье, Жылтырбас) кам сувли йилда ҳам кафолатланган камида 1,8÷2.1 км^3/йил экологик сув ташламаси (попуск) чиқариш имкони яратилади.

Рақамли бошқарув интеграцияси: Нурек ва Туямуюн сув омборларининг биргаликдаги режими масофавий зондлаш (Sentinel-3, Landsat) ҳамда HEC-RAS / MIKE Hydro моделлаштириш дастурлари асосида оператив онлайн-диспетчерлик тизими орқали назорат қилинади

2 Сув омборлари иш режимининг ўртача сувлилик ва сув кўп йиллар учун оптимал вариантларини аниқлаш

Амударё ҳавзасида сув ресурсларини бошқариш турли гидрологик шароитларда, хусусан, ўртача сувлилик (P=50%) ва кўп сувлилик (P=25%) йилларида ўзига хос муҳандислик ва гидроэкологик ёндашувларни талаб этади. Амударё ҳавзасининг асосий оқимини шакллантириш ва мавсумий бошқаришда икки асосий йирик гидроузел ҳал қилувчи роль ўйнайди.

А. Ўртача сувлилик йиллари (P=50%) учун:

Нурек сув омбори режими: вегетация даврида (IV-IX ойлар) гидроэлектр станцияси (ГЭС) қувватларидан самарали фойдаланиш билан бирга, сув ташламаларини (Q_{out}) қуйи оқим ирригация эҳтиёжлари билан тўлиқ мувофиқлаштирилади;

Туямуюн гидроузели режими: очиқ ва кенг акваторияли Ўзан сув омборидан сувни баҳор ва ёз бошидаёқ муҳофазаланган Капарас ва Султонсанджар қуйилма сув омборларига ўтказиш орқали буғланиш йўқотишларини 15÷20% га камайтирилади.

Б. Кўп сувлилик йиллари (P=25%) учун:

Тошқинга қарши бошқарув (Flood Control): баҳорги ва ёзги тўлинсув даврида (V-VII ойлар) Нурек ва ТМГУ сув омборларининг бўш сиғимларидан фойдаланиб, тошқин пикларини юмшатилади;

Дейгиш ва ўзан жараёнларини (эрозия) юмшатиш ёки олдини олиш: ТМГУнинг қуйи бьефида (Ҳозарасп, Беруний, Питнак ва Гурлан зоналарида) сув ташламалари тезлигини чеклаш ва максимал ташламаларни 1200÷1500 м^3/с дан оширмаслик орқали қирғоқларнинг шиддатли емирилиши олдини олиш имкони яратилади;

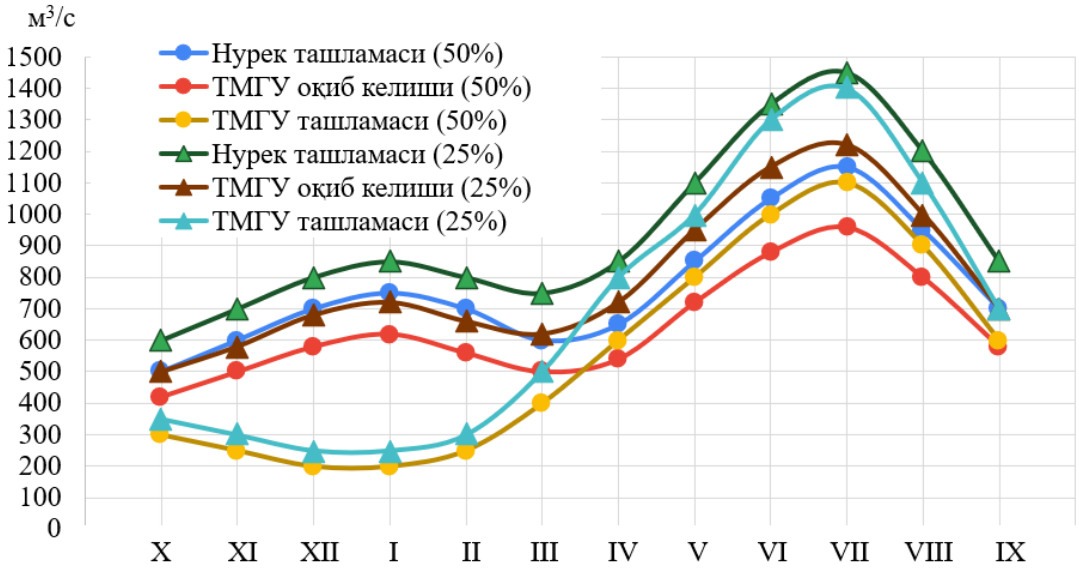
Экологик сув бериш ва Оролбўйини қайта тиклаш: катта миқдорда сув келиши вазиятидан фойдаланиб, Амударё дельтаси ва Оролбўйи кўллар тизимига (Судочье, Жылтырбас ва бошқалар) кафолатланган 10.0÷15.0 км^3/йил ҳажмда тоза сув чиқаришни таъминлаш кўзда тутилади.

2-жадвал. Нурек ва ТМГУ сув омборлари сув баланси ва иш режими

Ойлар	Нурек ҳажми млн.m^3	Нурекдан ташлама Q_{out}, m^3/c	ТМГУга келувчи оқим Q_{in}, m^3/c	ТМГУ фойдали ҳажми, млн.m^3	ТМГУдан ташлама Q_{out}, m^3/c	Оператив диспетчерлик режими
Ўртача сувлилик йили P=50% учун						
X	10,500	500	420	3,200	300	Кузги сув тўплаш, Нурек максимал сатҳи
XI	10,200	600	500	3,600	250	Энергетик режим, ТМГУни тўлдириш
XII	9,600	700	580	4,000	200	Капарас ва Султон-санжарни тўлдириш
I	8,600	750	620	4,500	200	Қишки энергетик пик ва тўплаш
II	7,200	700	560	4,800	250	Энергетика ва захира яратиш
III	5,800	600	500	5,000	400	Шўр ювиш даври бошланиши
IV	5,500	650	540	4,600	600	Вегетация бошлани-ши, муътадил узатиш

Ойлар	Нурек ҳажми млн.m^3	Нурекдан ташлама Q_{out}, m^3/c	ТМГУга келувчи оқим Q_{in}, m^3/c	ТМГУ фойдали ҳажми, млн.m^3	ТМГУдан ташлама Q_{out}, m^3/c	Оператив диспетчерлик режими
V	6,500	850	720	4,200	800	Тўлинсув бошланиши, Нурекда тўплаш
VI	8,000	1,050	880	3,800	1,000	Ирригация пик даври, ГЭС қувватда
VII	9,500	1,150	960	3,500	1,100	Максимал ирригацион попуск
VIII	10,500	950	800	3,000	900	Вегетация якунланиши
IX	10,500	700	580	3,000	600	Кейинги мавсумга тайёргарлик
Кўп сувлилик йили P=25% учун						
X	10,500	600	500	3,800	350	Максимал сув заҳираси ушлаб турилади
XI	10,000	700	580	4,200	300	Қишки режим, ГЭС оптимал юкламада
XII	9,200	800	680	4,800	250	ТМГУ сув омборлари тўлдирилади
I	8,000	850	720	5,300	250	ТМГУ тўлиқ ҳажмга етказилади
II	6,500	800	660	5,300	300	Энергетик попуск ва сув йўналтириш
III	5,200	750	620	5,100	500	Шўр ювиш ва баҳорги ташламалар
IV	5,000	850	720	4,800	800	Баҳорги тўлинсув, ирригация
V	6,200	1,100	950	4,600	1,000	Тошқин сувларини Нурекда ушлаш
VI	7,800	1,350	1,150	4,500	1,300	ТМГУ орқали экологик ва ирригацион попуск

Ойлар	Нурек ҳажми млн.m^3	Нурекдан ташлама Q_{out}, m^3/c	ТМГУга келувчи оқим Q_{in}, m^3/c	ТМГУ фойдали ҳажми, млн.m^3	ТМГУдан ташлама Q_{out}, m^3/c	Оператив диспетчерлик режими
VII	9,200	1,450	1,220	4,200	1,400	Тошқин пики, дельтага сув
VIII	10,500	1,200	1,000	3,800	1,100	Оролбўйи кўлларига сув узатиш
IX	10,500	850	700	3,600	700	Сув сатҳини хавфсиз даражада тушириш



3-расм. Кўп сувлилик (P=25%) ва ўртача сувлилик (50%) шароитида сув сарфлари динамикаси

Ўртача сувлилик (P=50% таъминланганлик) ва кўп сувлилик (P=25% таъминланганлик) шароитида сув сарфлари динамикасининг тахлили асосида қуйидаги хулосалар шакллантирилди:

Сув йўқотишларини камайтириш - ТМГУда сувни Ўзан сув омборидан Капарас ва Султонсанджарга оператив ўтказиш орқали буғланиш йўқотишлари 15÷20% га қисқартирилади.

Тошқин ва дейгиш хавфини камайтириш - P=25% бўлган йилларда Нурек ва ТМГУ сиғимлари орқали тошқин пиклари 20÷25% га камайтирилиб, Амударё қуйи оқимидаги дейгиш ва қирғоқ емирилиши хавфи кескин пасаяди.

Экологик барқарорлик - кўп сувлилик йилларида Орол денгизи дельтаси ва кўллар тизимига кафолатланган 10.0÷15.0 $км^3$ миқдорида экологик сув етказиб берилади.

4. ХУЛОСА

ТМГУда сувни Ўзан сув омборидан Капарас ва Султонсанжарга оператив сув ўтказиш орқали буғланиш йўқотишлари 15-25% га (йиллик 180-220 млн м³) қисқартириш имкони мавжуд. **Қуйи оқимнинг сув кафолатини ошириш учун** кам сувлилик йилларида Нурек ва ТМГУ ўртасида мувофиқлаштирилган оператив диспетчерлик графигини қўллаш Хоразм ва Қорақалпоғистондаги сув танқислиги даражасини 35% дан 12% гача пасайтириши мумкин. Кўп сувлилик йилларида Нурек ва ТМГУ сиғимлари ёрдамида тошқин пиклари 20-25% га юмшатилиб, Амударё қуйи оқимидаги шзан жараёнлари ва қирғоқ емирилиши хавфи кескин пасаяди. **Экологик барқарорликни таъминлаш маысадида** рақамли назорат (HEC-RAS, Sentinel/Landsat) ва мақсадли сув сарфлари эвазига кам сувли йилда камида 1.8-2.1 км³/йил, кўп сувли йилларда эса 4.0-5.0 км³ сув Оролбўйи ва дельта кўлларига кафолатли узатилишини таъминлаш тавсия этилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Икрамова М.Р. ва бошқалар. Амударё ҳавзасида сув ресурсларини оптимал бошқариш ва сув омборлари иш режимлари таҳлили. — Тошкент, 2024.
2. Мирзаев Н.Н. Ирригация тизимларида кафолатланган сув таъминоти ва сув баланси ҳисоблари. — Тошкент: Фан, 2021.
3. Раҳимов Ш.Ҳ., Жўраев А.Қ. Дарё ўзанларида гидродинамик ва ўзан жараёнларини моделлаштириш. — Тошкент: ТИҚХММИ, 2020.
4. Бакиев М.Р., Ибрагимов И.А. Гидротехника иншоотлари ва уларнинг хавфсизлиги. — Тошкент: ТИҚХММИ, 2019.
5. IPCC. Climate Change and Land: Water-Energy-Food Nexus in Arid Regions. — Cambridge University Press, 2022.
6. US Army Corps of Engineers. HEC-RAS River Analysis System: Hydraulic Reference Manual. — Hydrologic Engineering Center, 2023.
7. DHI. MIKE Hydro River and MIKE 21 Modelling Systems User Guide. — Danish Hydraulic Institute, 2022.
8. Бакланова Д.В. Оптимизация режимов работы каскада водохранилищ в бассейнах трансграничных рек. — Москва: Колос, 2018.
9. Духовный В.А., Соколов В.И. Интегрированное управление водными ресурсами в бассейне Аральского моря. — Ташкент: НИЦ МКВК, 2017.
10. Чечасов В.И., Шерфединов Л.З. Регулирование стока и испарение с поверхности водохранилищ Средней Азии. — Ташкент: Гидрометеоиздат, 2015.
11. Мавлонов А.А., Эргашев Р.Р. Русловые процессы и явления дегиша в нижнем течении Амударьи. — Ташкент: Фан, 2019.
12. Deltares. Delft3D-FLOW: Simulation of Multi-Dimensional Hydrodynamics and Sediment Transport. — Delft, Netherlands, 2021.
13. ESA. Sentinel-3 and Landsat Operational Satellite Monitoring for Inland Water Resources. — European Space Agency Technical Report, 2023.
14. Салиев Б.К., Маҳмудов Э.Ж. Сув ресурсларидан оқилона фойдаланиш ва автоматик бошқариш тизимлари. — Тошкент: Замонавий фан, 2022.
15. МКВК. Межгосударственное согласование лимитов водозаборов и режимов работы водохранилищ в бассейне реки Амударья. — Информационный бюллетень НИЦ МКВК, 2023.