

ХИСОРАК СУВ ОМБОРИ МАЖМУАСИДАН БУҒЛАНИШ ТУФАЙЛИ ЙЎҚОТИЛГАН СУВ МИҚДОРИНИ АНИҚЛАШ УСУЛИ

**Соҳибов Д.З.
Назаров Ш.Ю.
Мустафаева Р.А.
Мукаррамов С.Б.**

Аннотация: Сув ресурсларининг сезиларли даражада йўқотилишига олиб келадиган асосий омиллардан бири сув омборлари сув юзаси ва сувдан бўшаган қатлами юзасидан буғланиши ҳисобланади. Ушбу мақолада Хисорак сув омборлари мажмуаси мисолида буғланиш учун сув йўқотилиши таҳлил қилинади. Сув омборларининг сув юзасидан буғланиши муқаррар ҳодисадир, шунинг учун сув омборларининг иш режими ушбу сув йўқотишларини камайтириш зарурлигини ҳисобга олиши керак. Кўп йиллик изланишлар натижасида яратилган “Хисорак сув омбори мажмуаси иш режимини ҳисоблаш” компьютер дастури ёрдамида буғланиш ҳисобига йўқотилган сув миқдори кам сувли, ўртача сувли ва кўп сувли йиллар учун аниқлаш усули келтирилган.

Калит сўзлар: шамол, намлик, ҳаво ҳарорати, буғланиш, сув омбори иш режими, гидрология, сув юзаси, қатлам, компьютер дастури.

Аннотация: Одним из основных факторов, приводящих к значительной потере водных ресурсов, является испарение этих водоемов с поверхности воды и мутный слой сбрасываемой воды. В данной статье анализируются потери потока на испарение на примере водохранилищ Гисарак. Испарение водоемов с поверхности воды – явление неизбежное, поэтому режим работы водоемов должен учитывать необходимость снижения этих потерь воды. Количество воды, потерянной за счет испарения было определено для маловодных, средневодных и многоводных лет с помощью компьютерной программы «Расчет режима работы Гисаракского водохранилищного комплекса», созданной в результате многолетних исследований и дается метод его определения.

Ключевые слова: ветер, влажность, температура воздуха, испарение, режим работы водохранилища, гидрология, водная поверхность, слой, компьютерная программа.

Annotation: One of the main factors leading to significant loss of water resources is evaporation of these reservoirs from the water surface and turbid layer of discharged water. This article analyses flow losses due to evaporation using Xisorak reservoirs as an example. Evaporation of reservoirs from the

water surface is an unavoidable phenomenon, so the operation regime of reservoirs should take into account the need to reduce these water losses. The amount of water lost through evaporation has been determined for low, middle and high-water years using the computer program «Calculation of operation regime of Xisorak reservoir complex», created as a result of many years of research, and the method of its determination is given. Key words: wind, humidity, air temperature, evaporation, reservoir operation mode, hydrology, water surface, layer, computer program.

Кириш: Сўнгги ўн йилликларда иқлим ўзгариши даражаси бутун сайёрамизда ошиб бориши натижасида иқлим ўзгаришларининг нохуш оқибатларига олиб келди ва сув ресурслари инфратузилмаларини хавф остига қўйди. Бутун дунёда олимлар сув омборларидан бесамар сув йўқотишларни ҳисоблаш ва камайтириш йўллари излашмоқда. Сув омборлари сув юзаси ва сувдан бўшаган ҳудудлари юзасидан бесамар сув йўқотишларни баҳолаш [1; 2] ҳамда бу йўқотишларни камайтириш йўллари ишлаб чиқиш мақсадида кўплаб тадқиқотлар олиб борилган [3]. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, Хитойда 2018 йилда 916 та сув омборларидан жами буғланишга йўқотишлар миқдори 14,02 млрд m^3 ни ташкил этди. Бу қиймат Хитойда Жануби-Шимолий сув ўтказиш лойиҳасининг ўрта йўналиши бўйлаб ўтказиладиган оқим ҳажмидан тахминан 10% кўпдир [4]. Америка Қўшма Штатларида масофадан зондлаш ва моделлаштириш усуллари бирлаштириб, 721 та сув омборларидан буғланиш йўқотишларини аниқ баҳолаш учун янги усул ишлаб чиқилди. Сув омборларининг сув сатҳи юза майдони Landsat глобалъ маълумотлар бўйича аниқланди ва Пенман тенгламаси [5;6;7] ни қўллаш орқали буғланиш жараёни моделлаштирилди. Мисрда ойлик буғланиш жараёнини ҳисоблаш масофадан зондлаш ва ГАТ тадқиқот усулларидан фойдаланган ҳолда амалга оширилди, сирт энергия баланси тизими усули ўрта аниқликдаги тасвир спектр-радиометридан (MODIS) Ерни кузатиш сунъий йўлдош маълумотларидан фойдаланган ҳолда қўлланилди, натижалар ArcGIS дастури ёрдамида қайта ишланди. Маълумотлар асосида ҳисобланган буғланиш натижалари бошқа усуллар (HADA, SEBS, MOD16 и WRF моделлари) ёрдамида аниқланган қийматлар билан таққосланди [8]. Техасда 3415 та сув омборларидан ўртача кўп йиллик буғланиш маълумотлари ва сув объектларини замонавий бошқариш шароитларини бирлаштирган ҳолда моделлаштириш тизими устида изланишлар олиб борилди. Йилнинг сув билан таъминланганлик даражаси 75%, 50% ва 25% бўлган ҳолда йиллик умумий буғланиш миқдори мос равишда 7,07, 7,47 ва 7,95 млрд m^3

/йилни ташкил қилади. Буғланишнинг сув таъминотиға таъсири узоқ муддатли кучли қурғоқчилик пайтида энг катта бўлади [9].

Тадқиқот мақсади юқорида келтирилган муаммоларни маълум даражада ҳал этиш мақсадида сув омборларининг сув балансини ҳисоблашда буғланишға йўқотиладиган сув миқдорини аниқлаш усулини такомиллаштиришдан иборат.



(1-расм).

Тадқиқот усули. Ҳозирги вақтда сув сатҳидан буғланишни аниқлаш учун сув буғлатгич, сув баланси ва иссиқлик баланси усуллари амалда қўлланилади.

Шунингдек, метеорологик маълумотларга асосланган маълум бир ҳудудга ёки ҳолат учун қўлланилиши мумкин бўлган кўплаб эмпирик тенгламалар таклиф этилади. Маълумки, сув буғлантирувчилар ёрдамида сувнинг буғланиш қатламини ўлчаш натижасида олинган маълумотлар аниқроқ ҳисобланади. Пульсация усули ҳам тўғридан-тўғри усулларга тегишли. Бироқ, аниқ пульсация маълумотларини олиш усулининг мураккаблиги ҳисоблашда маълум қийинчиликлар туғдиради, бунда сув ва иссиқлик баланслари тенгламалари ёки

турбулент диффузия тенгламаларини қўллаш мумкин [10; 11; 12; 13].

Хисорак сув омборлари мажмуасидан буғланишни ҳисоблаш усулининг асоси сифатида турли хил тадқиқотлар, шунингдек, Ўзбекистон Республикаси

Гидрометеорология хизмати ва ИСМИТИ (САНИИРИ) томонидан олиб борилган кўп йиллик тадқиқотлар натижаларидан фойдаланилди ва ТМГУ сув омборларининг

сув юзасидан буғланиш қатлами Ўзгидромет томонидан қабул қилинган минтақавий формулага мувофиқ ҳисоблаб чиқилди.

$$E=0.16n(e_0-e_{200})(1+0.635U_{200}) \quad (1)$$

бу ерда: e_0 - сув буғи максимал таранглигининг ўртача қиймати, мб; e_{200} - вақт оралиғида сув омбори сатҳидан 200 см баландликда бўлган ҳаво намлигининг ўртача қиймати, мб; U_{200} - резервуар сатҳидан 200 см баландликда шамол тезлигининг ўртача қиймати, м/с. Ҳисоблаш вақтида Хисорак сув омборлари мажмуасидан буғланиш ҳажми ҳар бир сув омбори учун алоҳида, ҳар бирининг сув сатҳи ўзгариш режимида мос келувчи юза майдонида қараб ҳисобланади. Ҳисоблаш даври учун Хисорак сув омборлари мажмуасидан буғланишнинг умумий ҳажми қуйидаги формула ёрдамида аниқланди:

$$\Sigma W_{\text{буғ}} = \frac{E(F_{\text{ў.ю}} + F_{\text{к.ю}} + F_{\text{сс+к.ю}})}{1000} \quad (2)$$

бу ерда: E - ҳисоблаш даври учун сув юза майдони-дан буғланиш қатлами, мм; $\Sigma W_{\text{буғ}}$ - сув юза майдонидан буғланишнинг умумий ҳажми, млн м^3 ;

$$F_{\text{ў.ю}} + F + F_{\text{к.юсс+к.ю}}$$

ҳар-бир сув ҳавзасининг ҳисобий сув сатҳига мос келадиган сув омборларининг юзаси, км^2 .

Хисорак сув омборларимажмуаси.

1-расм



Сув омборини сувдан бўшатишда сув сатҳи 2,5 м ва ун-дан пастрок тушганда, сув омборининг сувдан бўшаган қисмидан буғланиш қатлами қуйидаги формула бўйича аниқланди:

$$E_t = E_6 e^{-0.003t} \quad (3)$$

бу ерда: E_t - t вақт оралиғида буғланиш даражаси; E_6 - ҳисоблаш даврининг дастлабки пайтидаги буғланишдаражаси ва намлик кам бўлган ҳудудлар учун:

$$E_6 = 1.3 \frac{E}{n}$$

бу ерда: t - вақт оралиғининг давомийлиги; E - ҳисоблаш даврида сув юзасидан буғланиш қатлами; e - табиий логарифм асоси (2,718); n - ҳисоблаш давридаги кунлар сони. Ҳисоблаш даври учун умумий буғланиш қатламининг миқдори қуйидаги формула бўйича ҳисобланди:

$$E_n = E_6 \int_n^0 e^{-0.03n} dn. \quad (4)$$

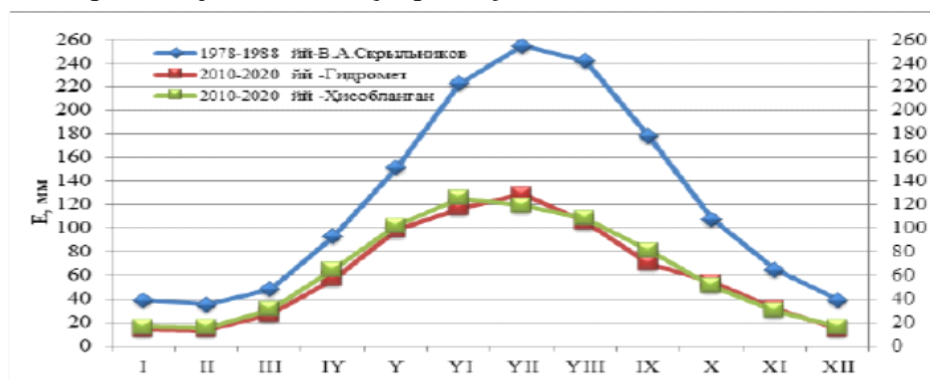
Сув сатҳи пасайиб бориши, яъни ҳисоблаш даври(ой) давомида сув омборидаги сув сатҳи 2,5 метрданкам бўлган ҳолат учун сув омборининг сувдан бўшаган қисмидан буғланиш қатлами сув сатҳи юза майдонидан буғланиш қатламининг 2/3 қисми қабул қилинади:

$$E_6 = \frac{2}{3} E. \quad (5)$$

Ҳисоблаш даври учун сув омборининг сувдан бўшаган қисмидан буғланиш ҳажми қуйидагича аниқланди: Агар $h_{i, \text{бош}} - h_{i, \text{сун}} \geq 2,5$ м, унда

Тадқиқот натижалари: 2021 йил 15–28 март кунлари Ўзбекистон элчихонаси ва АҚШ армияси ҳарбий муҳандислар корпуси (Унифед Статес Армй Сорпс оф Энгинеерс, УСАСЕ) билан эришилган келишув доирасида гидротехника иншоотлари хавфсиз фаолиятини мониторинг қилиш бўйича кўп йиллик амалий тажрибага эга бўлган америкалик мутахассислар, Сув хўжалиги вазирлиги, «Ўзбекгидроэнерго» АЖ, «Давсувхўжаликназорат» давлат инспекцияси вакиллари билан биргаликда Қашқадарё ва Сурхондарё вилоятларида жойлашган Хисорак ва Тўпаланг сув омборлари ҳолатини ўрганганди. Хисорак сув омборлари мажмуасидаги буғланиш ҳажмларининг турли иш режимларида ўзгаришини баҳолаш учун махсус тадқиқотлар ўтказилган [14;15]. В.А.Скрильников [16] томонидан бажарилган 1988-1990 йиллардаги ўртача йиллик сув буғланиш қатламининг (мм) ўзгариши тўғрисидаги маълумотлар, шунингдек, Гидромет маълумотлари ва ИСМИТИ (САНИИРИ) томонидан бажарилган ҳисобланган маълумотлар кўрсатилган [17; 18]. В.А.Скрильниковнинг илмий ишлари натижаларига кўра [10] 1988-1990 йиллари даври учун Хисорак сув омборлари сув сатҳидан йил давомида узоқ муддатли ўртача буғланиш қатламининг қиймати 1476 мм ни ташкил этди.

Шу билан бирга, буғланишнинг минимал ва максимал ҳажмлари мос равишда февраль ва июль ойларида кузатилди (2-расм).



2-расм. Ўртача йиллик буғланиш қатлами (мм)

Таҳлиллар шуни кўрсатдики, сўнгги 10 йил ичида (2010-2020 йиллар) ТМГУ сув омбори ҳудудида атмосфера ҳавосининг нисбий намлиги ва шомол тезлиги пасайган. Натижада сув ҳавзасининг сув юзасида буғланиш миқдори икки мартабага пасайган ва узоқ муддатли ўртача буғланиш қатламининг қиймати мос равишда 760 ва 1476 мм / йилни ташкил этади. 3 ва 4-расмларда Хисорак сув омборлари мажмуасининг сув сатҳидан ва лойқа қатламларидан буғланиш ҳажмларининг йиллик тақсмоти кўрсатилган. Маълумотлар таҳлили шуни кўрсатдики, 1910-2020 йилларда Хисорак сув омборлари мажмуасидан сув сатҳидан буғланишнинг ўртача йиллик ҳажми 342,3 миллион м³, сув омборларининг лойқа қатламиндан эса 35,4 миллион м³ ни ташкил этди.

Кўришиб турибдики, Хисорак сув омборлари мажмуасининг сув сатҳи ва лойқа қатламлари юзасидан буғланишга йўқотилган сув миқдорининг йилнинг сув билан таъминланганлиги бўйича йиллар кесими- 1-жадвал.

**1988-1990 ва 1910-2020 йиллар давомида ўртача йиллик
сув буғланиш қатламининг ўзгариши (мм)**

Маълумотлар	Йиллар	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Йилига (мм)
В.А.Скрыльников	1988-1990	39	35	48	93	151	223	225	242	178	108	65	39	1476
Гидромет	1910-2020	14	14	27	57	98	117	129	105	70	54	32	14	731.1
Ҳисобланган	1910-2020	16	16	31	65	102	125	119	108	81	51	30	16	760.3

да тақсимои кўрсатилган. Хисорак сув омборларимажмуаси сув юзасидан кам, ўрта ва кўп сувли йилларда буғланишга йўқотилган сув миқдорининг минимал

қиймати баҳор ва қиш ойларида, максимал қиймати ёз ойларида кузатилди. Кам сувли йилларда Хисорак сув омборлар сув сатҳи пастки қайдларда ишлаганлиги сабабли буғланишга йўқотилган сув миқдори юқори эмас. Хисорак сув омборлари мажмуаси 130 м қайдларда ишлаганда лойқа қатламлари юзасидан буғланишга йўқотилган сув миқдори нолга тенг бўлиб, бу ҳолат асосан новеgetация даврларда кузатилди. Вегетация даврида сув омбори сув сатҳининг пасайишига мосравишда ортиб бориши ёки камайиши кузатилди.

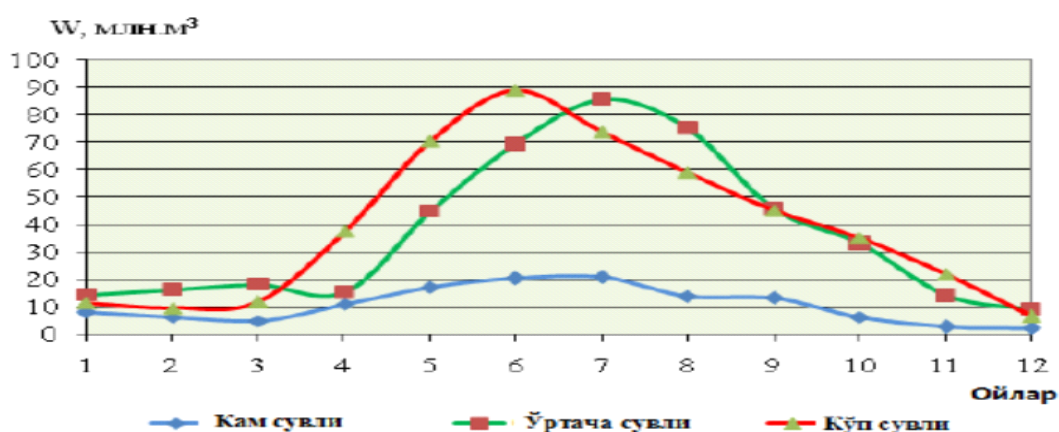
2-жадвалда Хисорак сув омборлари мажмуаси сув сатҳидан ва сув омборларининг лойқа қатламларида умумий йиллик буғланиш кўрсатилган.

Тақдим этилган маълумотлардан кўриниб турибдики, буғланишнинг умумий ҳажми 2011 йилда (452,6 миллион м³), 2012 йилда (378,7 миллион м³), 2017 йилда (437,9 миллион м³) ва 2019 йилда (392,5 миллион м³) максимал даражага етган. Сув омборларининг лойқа қатламида буғланишга йўқотилган сув ҳажми турли режимлар учун 16 дан 57,6 миллион м³ гача ўзгариши кузатилди.

Тадқиқот муҳокамаси. Тадқиқот натижаларидан келиб чиққан ҳолда, буғланиш ҳажми кўп жиҳатдан Хисорак сув омборлари мажмуасининг ишлаш режимига боғлиқ. Ҳақиқий иш режимларида буғланишнинг умумий ҳажми ўрта ва кўп сувли йилларда буғланиш ҳажми ошганлиги кузатилди. Кам сувли йилларда бу кўрсаткич камайди. Бу сув омборлари мажмуасининг сув сатҳи ўрта ва кўп сувли йилларда юқори отеткада узок сақлаб турилиши, кам сувли йилларда аксинча, яъни пастги отеткаларда бўлиши билан зоҳланади. Кўриб чиқилаётган давр (2010-2020) учун ўртача йиллик буғланиш қатламининг ҳисобланган қиймати В.А.Скрильников ва И.В.Осадчийлар томонидан 1989-1990 йилларда ўтказилган илмий тадқиқот маълумотлари билан солиштирганда икки барабар камайган ва мос равишда 760 ва 1476 мм/йил ташкил қилди. Бу Хисорак худудида сўнгги ўн йилликда (Гидромет маълумотлари) ўртача ойлик шамол тезлигининг пасайиши билан боғлиқ. Буғланиш 2015 йилда минимал қийматларга етди (140,3 млн м³). Бу кўп сувли йилларда сув омборлари мажмуаси сув ҳавзаларида тартибга солинадиган сув таъминотининг катталиги ва кам сувли йилларда камроқ эканлиги билан изоҳланади. 2-жадвал.

Хисорак сув омборлари мажмуаси сув сатҳидан ва лойқа қатламларидан буғланишнинг умумий йиллик ҳажми, миллион м³

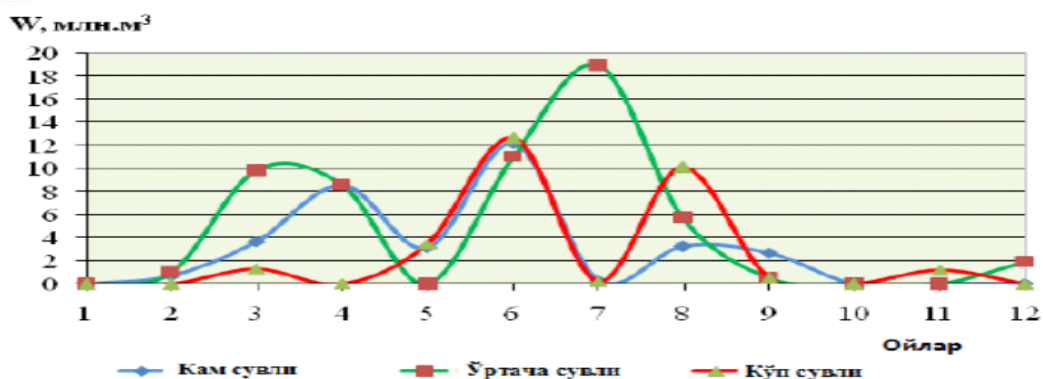
Йиллар	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ростланган оқим ҳажми	14790	371.20	21500	24520	33350	21840	33660	17950	29920	20310	13020
Сув юзасидан	152.60	378.70	225.90	228.60	348.30	226.80	437.90	157.50	392.50	221.40	124.30
Лойқа қатлам юзасидан	20.10	27.30	50.10	46.40	38.60	49.10	42.50	34.60	57.60	52.30	16.00



3-расм. Кам сувли, ўрта сувли ва қўп сувли йил-лар учун Туямўйин сув омборлари мажмуаси сув юзасидан буғланиш ҳажмларининг йиллик тақсимланиши.

W, млн.м³

3-расм. Кам сувли, ўрта сувли ва қўп сувли йил-лар учун Хисорак сув омборлари мажмуаси сув юзасидан буғланиш ҳажмларининг йиллик тақсимланиши.



4-расм. Сув омборларининг лойқа қатламларидан буғланиш ҳажмларининг йиллик тақсимланиши.

4-расм. Сув омборларининг лойқа қатламларидан буғланиш ҳажмларининг йиллик тақсимланиши.

Хулоса. Буғланиш туфайли йўқотилган сув миқдорини аниқлаш усули Хисорак сув омборлари мажмуасини ишлатиш жараёнида юзага келадиган ҳолатларни ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилган. Келажакда улар гидрологик ўзгаришларни ҳисобга олган ҳолда рақамли тажрибалар жараёнида аниқлаштирилади ва такомиллаштирилади.

Ишлаб чиқилган буғланиш туфайли йўқотилган сув миқдорини аниқлаш усули кам сувли, ўрта ва кўп сувли йилларда сув омборлари мажмуасининг сув балансини аниқлаш самарадорлигини сезиларли даражада оширади. Келажакда Хисорак сув омборлари мажмуасининг иш режимларни ишлаб чиқиш учун математик моделлар ва компьютер дастурларини яратиш ва яратилганларини такомиллаштириш имконини беради.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Hossein Bazzi, Hossein Ebrahimi, Babak Aminnejad. A comprehensive statistical analysis of evaporation rates under climate change in Southern Iran using WEAP (Case study: Chahnimeh Reservoirs of Sistan Plain). Journal of Hydrology: Regional Studies, 6 December 2020 y.
2. Diandain Xu, Steve W. Lyon, Jingqiao Mao, Huichao Dai, Jerker Jarsjo. Impact of multi-purpose reservoir construction, land-use change and climate change on runoff characteristics in the Poyang Lake basin, China. Journal of Hydrology: Regional Studies, 29 December 2020 y.
3. Wei Tian, Xiaomang Liu, Kaiwen Wang, Peng Bai, Changming Liu. Estimation of reservoir evaporation losses for China. Journal of Hydrology: Volume 596. May 2021, 126142.
4. Amir Rezazadeh, Pooria Akbarzadeh, Midad Aminzadeh. The effect of floating balls density on evaporation suppression of water reservoirs in the presence of surface flows. Journal of Hydrology: Volume 591. December 2020, 125323.
5. Gang Zhao, Huilin Gao. Estimating reservoir evaporation losses for the United States: Fusing remote sensing and modeling approaches. Journal Remote Sensing of Environment: Volume 226. 1 June 2019, Pages 109-124.
6. V.Martinez Alvarez, M.Gonzalez-Real, A.Baille, J.F.Maestre Valero, B.Gallego Elvira. Regional assessment of evaporation from

- agricultural irrigation reservoirs in a semiarid climat. Journal Agricultural Water Management. Volume 95, Issue 9, September 2008, Pages 1056-1066.
7. Hua Zhang, Steven M. Gorelick, Paul V. Zimba, Xiaodong Zhang. A remote sensing method for estimation regional reservoir area and evaporative loss. Journal of Hydrology. Volume 555, December 2017, Pages 213-227.
8. Ahmed Hassan, Sherine S. Ismail, Ashraf Elmoustafa, Shaimaa Khalaf. Evaluating evaporation rate from high Aswan Dam Reservoir using RS and GIS techniques. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. Volume 21, Issue 3, December 2018, Pages 285-293.
9. Ralph A. Wurbs, Rolando A. Ayala. Reservoir evaporation in Texas, USA. Journal of Hydrology: Volume 510. 14 March 2014, Pages 1-9.
10. Вуглинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР // Гидрометеиздат. -Л. 1991.- 222 с.
11. Руководство по гидрологической практике // Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО-№168), шестое издание, том I, глава 4, 2011г. Женева. С.123-155.
12. Irmak, J. Jones, T. Howell, J. Jacobs, R. Allen and G. Hoogenboom, 2003: Predicting daily net radiation using minimum climatological data // Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Volume 129, No. 4, pp.256–269
13. Keskin, E.M., Ö. Terzi and D. Taylan, 2004: Fuzzy logic model approaches to daily pan evaporation estimation in western Turkey // Hydrological Sciences Journal, Volume 49, No. 6, pp. 1001–1010.
14. Икрамова М.Р., Ходжиев А.К. Мониторинг и прогноз изменения потерь воды в водохранилищах ТМГУ и объема чаши Руслового водохранилища при усовершенствовании режима их эксплуатации // (промежуточный): Отчет о НИР/ САНИИРИ. Т. 2007. 66 с.
15. Икрамова М.Р., Ахмедходжаева И.А., Ходжиев А.К. Методика расчета баланса воды для системы водохранилищ // Свидетельство о депонировании объектов интеллектуальной собственности. –Т. 2013. Рег. № 0759.
16. Скрыльников В.А., Осадчая И.В. Определение потерь воды из водохранилищ // Отчет о НИР. САНИИРИ.-Т. 1989. 67 с.

17. Икрамова М.Р., Ходжиев А.К. Разработка рекомендаций по режиму работы водохранилищ ТМГУ с учетом потерь воды на фильтрацию и испарение и потери емкости за период эксплуатации // (заключительный): Отчет о НИР/ САНИИРИ; Т. 2009. -с.6-20.
18. Икрамова М.Р., Каюмов О.А., Ходжиев А.К. Компьютерная модель расчета суточного баланса водохранилищ Тюя-муюнского гидроузла // Республиканская научно-практическая конференция и Семинар USAID «Проблемы создания ассоциации водопользователей и перехода к гидрографическому принципу управления водными ресурсами при реформировании сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан». -Т. 2003. -С.21-2
19. А.К.Ходжиев. Сув омбори гидрологик режимининг ўзан жараёнларга таъсири (Хисорак гидроузели мисолида).
Диссертация. Т. 2019 г.
20. Икрамова М.Р., Немтинов В.А., Ахмедходжаева И.А., Ходжиев А.К. Повышение эффективности работы водохранилищ Туямуюнского гидроузла // Журнал «AGROILM», №2(6), Ташкент, 2008. С. 35-37.(05.00.00; №3).
21. Икрамова М.Р., Регулирование стока реки комплексом водохранилищ Босма Монография. Ташкент, Baktriya Press-Print Media. 2020г. 120 с