ЎЗБЕКИСТОН ЖАНУБИДАГИ ИҚЛИМ ШАРОИТИДА ҚУЁШ ҲОВУЗИНИНГ ҲАРОРАТ РЕЖИМИНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ЎРГАНИШ

Узоқов Г.Н. – т.ф.д., профессор, **Элмуродов Н.С.** – таянч докторант,
Давлонов Х.А. – т.ф.ф.д., доцент (ҚарМИИ)

Аннотация: *Ушбу мақола Ўзбекистоннинг жанубий иқлим шароитларида қуёш ҳовузининг ҳарорат режимларини экспериментал тадқиқот қилишга бағишланган. Эксперементал қуёш ҳовузида тадқиқот ишлари 2022 йилнинг сентябрь ойида олиб борилди. Тадқиқот натижаларига кўра тузли қуёш ҳовузи сувининг 25% ли концентрациясида ҳовуз пастки қатламининг ҳарорати максимал 56°С кўтарилиши ҳамда қуёш радиациясининг ортиши билан қуёш ҳовузи пастки конвектив зонасининг энергия йиғиш самарадорлиги параллел ортиб бориши илмий асосланган.*

Калит сўзлар: *Қуёш ҳовузи, радиация, концентрация, магний хлорид, иссиқлик алмашиниш қурилмаси, ҳарорат, акс эттирувчи ойналар.*

Abstract: *This article is devoted to the experimental study of the temperature regimes of the solar pool in the southern climatic conditions of Uzbekistan. Research work in the experimental solar pool was carried out in September 2022. According to the results of the research, it is scientifically based that the temperature of the lower layer of the pool increases by 56°C at a concentration of 25% of salt water in the solar pool, and the energy collection efficiency of the lower convective zone of the solar pool increases in parallel with the increase of solar radiation.*

Keywords: *Solar pool, radiation, concentration, magnesium chloride, heat exchanger, temperature, reflective glass.*

Анъанавий энергия манбалари нархининг ошиши, катта ҳажмдаги табиий энергия ресурсларининг ишлатилиши оқибатида экологик муаммоларнинг вужудга келиши ва энергия таъминоти хавфсизлиги бугунги кунда ечилиши зарур бўлган долзарб масалалар ҳисобланади. Шунинг учун жаҳонда ва бизнинг республикамизда ҳам яшил иқтисодиётни ривожлантириш мақсадида энергия таъминоти тизимларида қайта тикланадиган энергия манбалари улушини ошириш ҳамда электр энергияси ишлаб чиқаришда экологик тоза усуллардан фойдаланишга қаратилган илмий тадқиқот жараёнларини жадаллаштиришни тақозо этмоқда.

Республикамизда ҳам турли соҳаларда энергия истемолини камайтириш, уларнинг энергия таъминоти тизимларига энергия самарадор муқобил энергия тизимларини жорий қилиш, истеъмолчиларни узлуксиз энергия билан таъминлаш, ноананавий қайта тикланадиган энергия манбаларидан самарали фойдаланиш асосий устувор вазифалар ҳисобланади.

Шунинг учун юртимизда энергия ресурсларини тежаш, аҳоли турмуш фаровонлигини таъминлаш ҳамда иқтисодиётни инновацион ривожлантиришда "яшил иқтисодиёт" технологияларини барча соҳаларга фаол жорий этиш орқали 2026-йилга қадар иқтисодиётнинг энергия самарадорлигини 20 фоизга ошириш ва ҳавога чиқариладиган зарарли газлар ҳажмини 20 фоизга қисқартириш муҳим вазифа этиб белгиланган [1].

Республикамизда, шу жумладан жанубий Қашқадарё вилоятида ҳам қуёш энергиясидан кенг фойдаланиш имконияти мавжуд. Қуёш энергияси Қашқадарё вилоятида энг самарадор қайта тикланадиган энергия манбаларидан бири бўлиб, унинг энергиясидан фойдаланишда қуёш фотоволтик панеллари, қуёш коллекторлари, қуёш батареялари ҳамда паст потенциалли иссиқликни аккумуляциялашда муқобил ҳисобланган қуёш ҳовузларидан фойдаланиш мумкин.

Ўтган йиллар давомида Ўзбекистонда ҳам энергия самарадор қуёш қурилмаларидан энергия ишлаб чиқаришда, қишлоқ хўжалиги соҳаларида, кўчаларни ёритишда, турли

иситиш тизимларида, жумладан биноларни, иссиқхоналарни ҳамда сузиш бассейнларини иситишда кенг фойдаланилмоқда[2].

Бугунги кунда қуёш энергиясидан кенг фойдаланиш ҳамда унинг самарадорлигини оширишда иссиқликни сақлаш тизимлари муҳим аҳамиятга эга. Сақлаш тизимининг ишлаши асосан унинг ҳажмига ва қўлланиладиган модданинг зичлиги ҳамда солиштирма иссиқлигига боғлиқ. Сув паст ҳароратли иссиқликни сақлаш учун энг яхши сақлаш суюқликларидан биридир[2-3]. У бошқа материалларга қараганда иссиқлик ютиш қобилияти юқори, арзон ва кенг тарқалган.

Қуёш энергияси, бошқа қайта тикланадиган энергия турлари каби, табиатда вақти-вақти билан бўлади ва шу сабабли тунги ва булутли об-ҳаво шароитида энергия сақлаш қурилмаларидан фойдаланиш зарур. Қуёш ҳовузлари қуёш энергиясини йиғиш ва сақлаш учун энг оддий ва арзон технологиялардан бири бўлиб, ҳовузнинг қуйи конвектив зонасида ўрнатилган энергия захираси орқали ушбу эҳтиёжни қондиради.

Қуёш ҳовузи - бу чуқурлашгани сари зичлиги ортиб борадиган шўр сувли ҳавза бўлиб, унинг ички юзасига қора ранг ёки қора плёнка қоплаш билан кўпроқ қуёш нурлари ютилишига эришиш мумкин. Ҳовузнинг тубида тузнинг юқори концентрацияси ва зичлиги шўрланиш градиентини ҳосил қилади.

Қуёш ҳовузининг афзалликлари уларни қуриш харажатларининг арзонлиги, иссиқлик таъминотида йиллик 15-25% иссиқлик йиғиш самарадорлиги ҳамда зарур иссиқликни узоқ вақт сақлаш имкониятларинингмавжудлигидадир [2].

Қуёш ҳовузлари электр энергия ишлаб чиқаришда, бинолар ва сузиш бассейнларини иситишда, шўр сувни чучуклаштиришда, озиқ-овқат маҳсулотларини қуритиш ва бошқа мақсадларда ишлатилиши мумкин.

Қуёш ҳовузларининг тўртта асосий тури мавжуд:

- туз градиентли қуёш ҳовузи;
- саёз қуёш ҳовузи;
- тузсиз конвектив қуёш ҳовузи;
- гел ва ёпишқоқлиги барқарорлаштирилган қуёш ҳовузи.

Булар орасидан кенг тарқалган тури туз градиентли қуёш ҳовузидир. Сунъий қуёш ҳовузларини яратиш ташаббуси биринчи марта 1954 йилда Исроиллик олим доктор Рудолф Блоч томонидан таклиф қилинган[4]. Сунъий қуёш ҳовузларидан фойдаланиш турли саноат жараёнлари ривожига ҳисса қўшмоқда, уларнинг баъзилари 1-жадвалда келтирилган[4].

1-жадвал[4]

Жойлашган мамлакат	Ишга тушган йили	Майдони (м^2)	Қўлланилган соҳаси
Кутч, Ҳиндистон	1987	6000	Кундалик иссиқ сув истеъмоли
Бейт Ҳа Арава, Исроил	1984	250000	Электр энергия ишлаб чиқариш
Техас, АҚШ	1975	100000	Туз заводи учун иссиқ сув таъминоти
Анкона, Италия	1997	625	Туз заводи учун иссиқ сув таъминоти
Пiрамид Ҳилл, Австралия	2000	3000	Саноат жараёни учун иссиқлик ишлаб чиқариш
Bhavnagar, Hindiston	1971	1200	Электр энергия ишлаб чиқариш
Техас, АҚШ	1991	210000	Саноат жараёни учун иссиқлик ишлаб чиқариш

Қуёш ҳовузида шўрланиш градиентини ҳосил қилиш учун ишлатиладиган туз кимёвий жиҳатдан барқарор бўлиши лозим. Туз заҳарли бўлмаслиги ва уни ишлатиш учун хавфсиз бўлиши керак. Туз сувнинг инсоляция ўтказувчанлигига ва қуёш ҳовузи сувининг

тиниқлигига таъсир қилмаслиги керак. Қуёш ҳовузида шўрланиш градиентини ҳосил қилишда кўп ҳолларда натрий хлорид (NaCl), ёки магний хлорид ($MgCl_2$) тузларидан фойдаланилади. Лекин корбомид((NH2)2CO) ва калий хлорид (KCl) каби ўғит тузлари ҳам натрий хлорид (NaCl) ва магний хлорид ($MgCl_2$) каби шўрланиш градиентини бемалол ҳосил қилади. Бошқа тузларга алтернатива сифатида ўғит (KCl) тузидан фойдаланиш қуёш ҳовузида керакли иссиқликни ҳосил қилиш, шунингдек, экологик ва иқтисодий жиҳатдан самарали эканлигини кўрсатади [5].

Ўтказилган тадқиқотлар асосида Ўзбекистон Республикаси Давлат статистика қўмитасидан олинган маълумотлар асосида охирги 5 йил ичида Республикамиз вилоятларининг туз ишлаб чиқариш салоҳияти 2-жадвалда келтирилди [6].

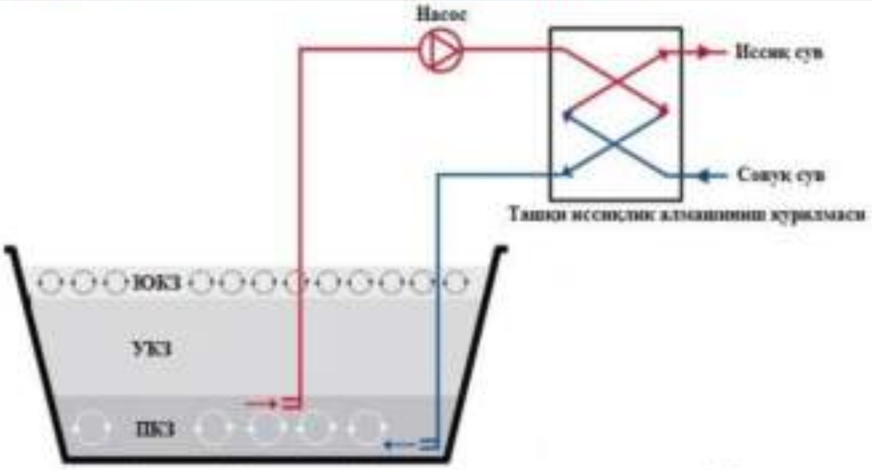
2-жадвал

Ўзбекистон республикасининг вилоятлар кесимида ош тузи ишлаб чиқариш тўғрисида маълумот

Номи	2017 йил Ҳажми (тонна)	2018 йил Ҳажми (тонна)	2019 йил Ҳажми (тонна)	2020 йил Ҳажми (тонна)	2021 йил Ҳажми (тонна)
Ош тузи	**62 495,5**	**59 445,8**	**59 388,1**	**73 620,7**	**72 033,6**
Вилоятлар					
Қорақалпоғистон Республикаси	8 461,8	7 929,5	7 681,0	17 758,2	27 541,8
Андижон	3 964,6	3 305,5	2 260,7	2 469,9	2 493,5
Бухоро	553,2	405,5	494,8	6 491,8	756,5
Жиззах	567,6	635,1	55,5	36,8	22,0
Қашқадарё	2 695,3	1 638,2	1 581,4	1 108,1	1 089,2
Навоий	9 029,8	8 729,3	10 500,8	8 154,8	7 709,0
Наманган	892,1	692,2	501,9	769,0	627,4
Самарқанд	5 311,4	4 379,0	2 284,9	2 441,7	5 565,2
Сурхондарё	8 325,9	10 526,8	11 990,3	8 625,0	4 150,9
Сирдарё	413,7	213,5	289,9	540,9	639,8
Тошкент	3 684,4	2 787,3	2 464,2	2 747,8	2 596,0
Фарғона	1 789,4	1 169,9	1 645,5	1 904,9	2 418,7
Хоразм	7 821,3	9 384,6	8 013,7	13 372,9	10 253,0
Тошкент ш.	8 985,0	7 649,5	9 623,4	7 199,0	6 170,4

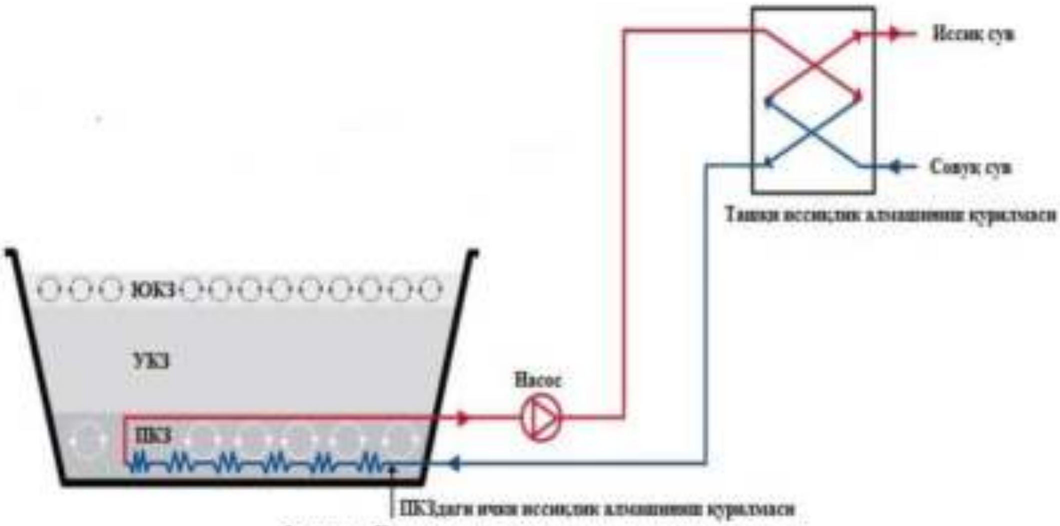
Қуёш ҳовузлари нисбатан узоқ вақт давомида энергия сақлайдиган оддий ва арзон қуёш энергияси тизими бўлиб келган ва улар электр энергиясини ишлаб чиқариш учун табиий ёқилғиларга муқобил эквивалент бўлганлиги сабабли, қуёш ҳовузидан иссиқлик энергияси ва электр энергияси олиш марказлашган энергия таъминоти тизимидан йироқда жойлашган истеъмолчиларни энергия билан таъминлашда самарадорлиги юқори ҳисобланади [7].

Қуёш ҳовузидан иссиқлик чиқаришнинг усуллари. Қуёш ҳовузидан иссиқлик олиш 2 усулда (тўғридан-тўғри ва билвосита) амалга оширилади. Иссиқлик олишнинг биринчи усули (1-расм) бўлган тўғридан-тўғри иссиқлик олиш жараёнида қуёш ҳовузи пастки зонасидан иссиқ шўр сув диффузор орқали ташқи иссиқлик алмашиниш қурилмасига насос орқали узатилади [8]. Ташқи иссиқлик алмашиниш қурилмасида иссиқлик алмашиниш жараёнида совиган шўр сув ҳовуз тубига қайтарилади.



1-расм. Тўғридан-тўғри иссиқлик чиқариш усули[8].

Иккинчи усулда (2-расм) иссиқлик ховузнинг пастки конвектив зонасига жойлаштирилган иссиқлик алмаштиргич орқали олинади[8]. Унинг тўғри жойлаштирилиши, иссиқлик алмашиниш қувуридаги конвекция жараёни ва унинг бутун ҳажмидаги иссиқликни олиш самарадорлигини оширади. Бу усул қуёш ҳовузидан билвосита иссиқлик олиш усули сифатида ички иссиқлик алмашиниш қурилмасидан фойдаланиш, қуёш ҳовузидан иссиқликни олишнинг анъанавий усули ҳисобланади. Ушбу усулда иссиқлик энергияси ўрта ёки пастки зонадан олиниши мумкин ва ташқи иссиқлик алмашиниш қурилмасига ёки сақлаш бакига узатилади. Қуёш ҳовузининг ишлаши ҳовузнинг конструкциясига ва ундан иссиқлик олиш тартибига боғлиқ.

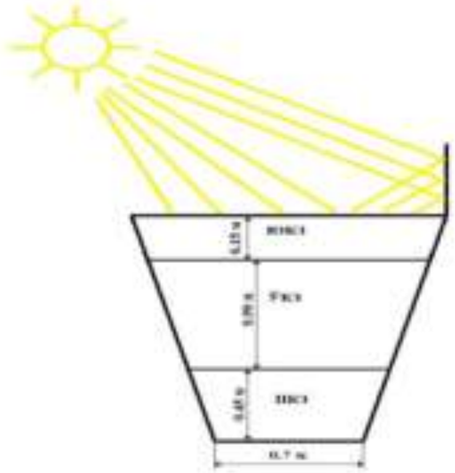


2-расм. Билвосита иссиқлик чиқариш усули.

Сузиш бассейнларини иссиқлик билан таъминлашда уларнинг қиздириш тизимини такомиллаштириш ва ёқилғи энергия сарфини камайтириш мақсадида тажриба қуёш ҳовузи қурилмаси ишлаб чиқилди (3-расм).

3-расм. Экспереметал қуёш ҳовузи қурилмаси.

Қурилманинг тузилиши тескари кесик пирамида шаклида бўлиб, 0,9 мм қалинликдаги қаттиқ металл листдан тайёрланган ва қуёш нурларини оптимал ютиш қобилятини ошириш мақсадида ички юзаси қора рангга бўялган. Металл ҳовуз ташқи томондан иссиқликни сақловчи синтетик тола билан изоляция қилинган. Қуёш ҳовузининг пастки юзаси 0,49 $м^2$ ва юқори юзаси 2,25$м^2$ бўлиб, ўлчамлари 0,7 м га 1,5 м ҳамда баландлиги 1,5 м (2-расм). Иш ҳажми 1,948 $м^3$ ни ташкил этади. Қуёш ҳовузи қатламлари, юқори конвектив зона (ЮКЗ), ўрта конвектив бўлмаган зона (ЎКЗ) ва пастки конвектив зона (ПКЗ) қалинлиги мос равишда 0.15, 0.9, 0.45 м ни ташкил этди (4-расм). Тажриба синов жараёнларини олиб бориш давомида қуёш ҳовузи қатламлари ҳароратларини улчаш учун 10 та КСП-4 типидаги терможуфтлардан фойдаланилди. Бу терможуфтлар ҳовуз ичига (марказига) жойлаштирилган метал устунчага ҳовуз тубидан 0,15, 0,3, 0,45, 0,6, 0,75, 0,9, 1,05, 1,2, ва 1,35 м масофаларда жойлаштирилган. Охирги терможуфт атроф-муҳит ҳароратини ўлчаш учун метал устунчанинг енг юқори қисмига жойлаштирилган. Қуёш ҳовузининг сиртига тушадиган қуёш нурланишининг концентрациясини ошириш мақсадида акс эттирувчи ойналар ишлатилди.



4-расм. Экспереметал қуёш ҳовузи қурилмаси схемаси

Экспериментал қуёш ҳовузи қурилмаси Қарши шаҳри (38°49'48" N, 065°48'34" E), Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти, "Муқобил энергия манбалари" илмий тадқиқотлар палигонида қурилди ва ушбу қуёш ҳовузидан иссиқлик олиш имкониятларини баҳолаш мақсадида иссиқ шўр сувнинг турли концетрацияларида тажриба синов жараёнлари ўтказилди.

Синов жараёнларида қуёш ҳовузида сувнинг шўрланиш градиентини ҳосил қилишда магний хлорид ($MgCl_2$) ҳамда калий хлорид (KCl) тузларидан фойдаланилди. Ушбу тузларнинг афзаллиги бозорда мавжудлиги ва бошқа тузларга нисбатан арзон. Бундан ташқари, улар юқори ҳароратларда барқарор ва мос эрувчанликка эга.

Тажриба қуёш ҳовузи қурилмасида олиб борилган дастлабки тажриба синов жараёнлари магний хлорид ($MgCl_2$) тузи аралашмаси асосида ҳосил қилинган шўр сувда 2022-йилнинг 3 сентабрдан 10 сентабрга қадар 8 кун давомида ўтказилди.

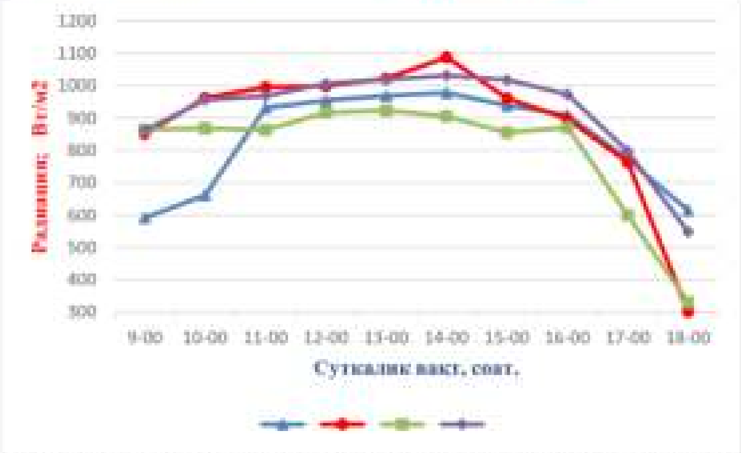
Қуёш ҳовузида ҳар бир қатлам учун туз концентрацияси ҳовуз қатламларининг вазифасига қараб аниқланди. Юқори қатлам, тоза сув қатлами бўлиб, қуёш радиациясининг пастки қатламларга кириб боришини таъминлаш учун 0 дан 0.005% гача туз нисбатига эга. Ўрта қатлам эса мос равишда 3 ва 4% шўрланиш градиентини яратиш учун чуқурлашгани сари концентрациянинг ошиши кузатилди. Пастки қатлам юқори концентрацияга эга бўлди.

Тажриба қуёш ховузидаги ҳарорат, қуёш нурланишининг интенсивлиги ва сувнинг туз концентрацияси қуйидаги қурилмалар ёрдамида ўлчанди(5-расм):

5-расм. **Ўлчаш учун ишлатилган асбоблар. a) туз концентрациясини ўлчагич(ареометер), b) ҳарорат ўлчагич (КСП-4), c) қуёш энергиясини ўлчагич(актинометер)**

Тажриба қуёш ҳовузида шўрланиш концентрациясини ўрнатишда 1,8 $м^3$ сувга ($MgCl_2$) туз аралаштириш орқали эришилди.

Тадқиқот ишлари қуёш ҳовуз сувининг шўрланиш даражаси 10%, 15%, 20%, ва 25% ли концентрацияларида олиб борилди ва олинган натижалар қуйидаги жадвалларга киритилди. Тажриба синов жараёнлари ҳар бир шўрланиш концентрациясида 2 кун давомида олиб борилди. Қуёш ҳовузининг қатлам ҳароратлари билан биргаликда радиациянинг кунлик интенсивлиги қайд этиб борилди. 6-расмда ҳар бир концентрацияда олиб борилган тажриба синов жараёнларининг 2-куни учун қуёш радиацияси ўлчов натижалари келтирилди. Радиациянинг энг юқори кўрсаткичи 1087 Вт/$м^2$ куннинг иккинчи ярмида соат 14:00 да кузатилди.



6-расм. Қуёш ҳовузи шўрланишининг турли концентрацияларида кунлик қуёш нурланишининг ўзгариш графиги

Қуёш ҳовузига 0,45 м қалинликдаги пастки конвектив зонадан бошлаб босқичма-босқич шўр сув билан тўлдириб борилди. ПКЗ га дастлаб 10 % концентрациядаги магний хлорид ($MgCl_2$) тузли аралашмаси солинди. Ушбу қатлам концентрацияси максимал 25% тўйинганлик нуқтасигача оширилди. Иккинчи босқичда қуёш ҳовузининг ўрта қатлами туз концентрацияси 3% дан 4% гача бўлган тузли аралашма солинди. Кейинги босқичда тузсиз тоза сув бўлган юқори қатлам қўшилди. Ҳар бир аралашма концентрациясида қатлам ҳароратлари терможуфтлар ёрдамида қайд этиб борилди. Атроф муҳит ҳарорати ва қуёш ҳовузи қатлам ҳароратларининг кунлик ўзгариш графиклари 7, 8, 9, ва 10-расмларда келтирилди. Ушбу графиклардан кузатиш мумкин атроф-муҳит ҳарорати ва қуёш радиациясида катта ўзгариш кузатилмаса қуёш ҳовузи қатлами ҳароратлари аралашма концентрацияси ошиши билан ортади. 10-расмда 25% концентрацияда қуёш ҳовузи пастки қатламининг энг юқори ҳарорати 56 °С гача кўтарилганини кўриш мумкин.

7-расм. 10% концентрацияда қуёш ҳовузи қатлам ҳароратларининг ўзгариш графиги

8-расм. 15% концентрацияда қуёш ҳовузи қатлам ҳароратларининг ўзгариш графиги

9-расм. 20% концентрацияда қуёш ҳовузи қатлам ҳароратларининг ўзгариш графиги

10-расм. 25% концентрацияда қуёш ҳовузи қатлам ҳароратларининг ўзгариш графиги

Хулоса. Қуёш ҳовузи тажриба қурилмасида олиб борилган эксперементал ишлар натижасида қуйидаги хулосалар келтирилди.

- қуёш ҳовузининг тузли суви 25%-30% ли концентрациягача ортиб бориши билан ҳовузнинг қатлам ҳароратлари максимал равишда ортиб бориши кузатилди.

- 25% концентрацияда ҳовуз пастки қатлами максимал 56 °C ҳароратга эга бўлган иссиқлик олишга эришилди.

- қуёш ҳовузидаги туз концентрацияси ошиши ва қуёш радиациясининг ортиши билан қуёш ҳовузи пастки конвектив зонасининг энергия йиғиш самарадорлиги ортиши илмий асосланди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РУЙХАТИ

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги "2022-2026 йилларга мўлжалланган янги ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида"ги ПФ-60-сонли фармони.
2. Uzakov G. N., Elmurodov N. S., Davlonov X. A. Experimental study of the temperature regime of the solar pond in the climatic conditions of the south of Uzbekistan //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2022. – Т. 1070. – №. 1. – С. 012026.
3. Элмуродов Н. С. и др. Сувни бассейнларининг энергия баланси таҳлили //Инновацион технологиялар. – 2022. – Т. 3. – №. 3 (47). – С. 21-27.
4. Prasad A. R. Mathematical Model of a Salinity Gradient Solar Pond. – 2016.
6. https://uz.wikipedia.org/wiki/Dehqonobod_kaliy_zavodi
7. https://stat.uz
8. Осадчий Г. Б. Энергосбережение и возможности установок и систем малой энергетики на базе солнечного соляного пруда (Введение в проект «Альтернативная энергетика») //Омск-2012. – 2012.
9. Valderrama, C., Cortina, J. L., Akbarzadeh, A., Bawahab, M., Faqeha, H., & Date, A. (2022). Solar ponds. In *Storing Energy* (pp. 537-558). Elsevier.