

UO‘K 662.997

YASSI REFLEKTORLI QUYOSH HOVUZINING SAMARADORLIGINI TADQIQ QILISH

Elmurodov Nuriddin Sayitmurodovich-doktorant (PhD), e-mail: elmurodov_nuriddin@mail.ru

Davlonov Xayrulla Allamuratovich-texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori, dotsent

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti, Qarshi sh., O‘zbekiston

***Annotatsiya.** Ushbu maqolada Qarshi shahri sharoitida quyosh hovuzi qurilmasining issiqlik samaradorligini aniqlash uchun olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. Tajriba ishlari 25 % konsentratsiyadagi sho‘r suvli quyosh hovuzining yuzasida quyosh nurlanish energiyasining konsentratsiyasini oshirish uchun yassi quyosh reflektorlaridan foydalanilgan va foydalanilmagan holatlarda o‘tkazildi. Quyosh nurlanish energiyasini yig‘ish va uni foydali issiqlik energiyasiga aylantirish quyosh hovuzi ishlashining muhim omili hisoblanadi. Reflektorlar bo‘lmagan va bo‘lgan holatlarda quyosh hovuzi pastki zonasining haroratlari mos holda 46 °C va 52 °C tashkil etdi. Tadqiqot ishlari jarayonida quyosh reflektorlaridan foydalanib quyosh hovuzi pastki konvektiv zonasi energiya samaradorligini 6-7% gacha oshirish mumkinligi tajriba natijalari asosida ilmiy asoslandi.*

***Kalit so‘zlar:** quyosh hovuzi, quyosh reflektor, quyosh nurlanishi, konsentratsiya, quyosh hovuzi zonalari.*

УДК 662.997

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОГО ПРУДА С ПЛОСКИМ ОТРАЖАТЕЛЕМ

Элмуродов Нуриддин Сайитмуродович-докторант (PhD),

e-mail: elmurodov_nuriddin@mail.ru

Давлонов Хайрулла Алламуратович- доктор философии по техническим наукам, доцент

Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

***Аннотация.** В данной статье представлены результаты исследования по определению тепловой эффективности устройства солнечного бассейна, проведенного в условиях города Карши. Были проведены эксперименты с использованием и без использования плоских солнечных отражателей для увеличения концентрации солнечной энергии на поверхности солнечного пруда с 25% соленой водой. Сбор энергии солнечного излучения и преобразование её в полезную тепловую энергию является важным фактором в работе солнечного пруда. Температуры нижней зоны солнечного пруда в случаях без отражателей и с отражателями составляли 46 °C и 52 °C соответственно. В ходе научно-исследовательской работы на основе экспериментальных результатов была научно обоснована возможность повышения энергоэффективности нижней конвективной зоны солнечного пруда до 6-7% с использованием солнечных отражателей.*

***Ключевые слова:** солнечный пруд, солнечный отражатель, солнечная радиация, концентрация, зоны солнечного пруда.*

UDC 662.997

RESEARCH ON THE EFFICIENCY OF A SOLAR POND WITH A FLAT REFLECTOR

Elmurodov Nuriddin Sayitmurodovich- Doctoral student (PhD), e-mail:

elmurodov_nuriddin@mail.ru

Davlonov Khayrulla Allamuratovich- Doctor of Philosophy in Technical Sciences, docent

Karshi engineering-economics institute, Karshi city, Uzbekistan

Abstract. *This article presents the results of a study conducted to determine the thermal efficiency of a solar pond device in the city of Kashi. Experiments were conducted with and without solar reflectors to increase the concentration of solar energy on the surface of a 25% saline solar pond. Collecting solar radiation energy and converting it into useful thermal energy is an important factor in the operation of a solar pond. The temperatures of the lower zone of the solar pond with and without reflectors were 46 °C and 52 °C, respectively. In the course of the research work, the possibility of increasing the energy efficiency of the lower convective zone of the solar pond to 6-8% using solar reflectors was scientifically justified based on the experimental results.*

Keywords: solar pond, solar reflector, solar radiation, concentration, solar pond zones.

Kirish

So‘nggi yillarda tabiiy yoqilg‘ilar narxining qimmatlashib borayotganligi va taqchilligi sababli binolarni ayniqsa, ko‘p miqdorda yoqilg‘i iste‘moliga ega sport suzish basseynlarini isitish muammosi yechimi sifatida quyosh energiyasi asosida ishlaydigan quyosh isitish tizimlarini ishlab chiqish va joriy etish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda.

Qarshi shahri sharoitida ham quyosh energiyasi boshqa qayta tiklanadigan energiya turlari orasida potentsiali yuqoriligi va foydalanish qulayligi undan keng foydalanishga imkon beradi.

Quyosh hovuzlari elektr energiya ishlab chiqarish, suv isitish, suvni chuchuklashtirish va boshqa maqsadlarda qo‘llaniladi [1].

Falastinlik olim A.Qarroot quyosh hovuzi yuzasida quyosh reflektorlaridan foydalanish hovuzning ishlash samaradorligini oshirishini aniqladi. Chunki reflektorlar radiatsiya konsentratsiyasini va shu bilan quyosh hovuzi zonalarining haroratini oshiradi [2]. Pokistonlik olimlar R.Rizvi, Y.Jamal va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra reflektorlardan foydalanish hovuzga tushadigan radiatsiya miqdorini oshirishi bilan hovuzdan issiqlik olish samaradorligi oshirishini ilmiy asosladi [3]. Iroqlik olimlar H.Mohammed, A.Mohammed va boshqalar tomonidan olib borilgan tadqiqotda quyosh hovuzi yon tomonlariga quyosh reflektorlarining o‘rnatilishi hovuz issiqlik samaradorligini mos ravishda 4,6%, 35,5% va 22,4% ga oshirishini aniqladi [4]. Iroqlik olim A.Kanan quyosh hovuzida reflektorlardan foydalanish quyosh radiatsiya tushishi uchun zarur sirt maydonini kamaytiradi degan xulosa berdi [5]. Kanadalik tadqiqotchi S.Azam quyosh hovuzi sho‘r suvining turli konsentratsiyasida hovuzga yutilgan quyosh radiatsiyasini tadqiqot qildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra sho‘r suvning issiqlik o‘tkazuvchanligi harorat ko‘tarilishi bilan ortishi ammo suvning sho‘rligi ortishi bilan kamayishini tajribada aniqladi [6-7].

Yassi quyosh reflektorlarining quyosh hovuzi issiqlik samaradorligiga ta‘sirini oshirish va ularni zarur jarayonlarga tatbiq etish borasida olimlar tomonidan ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan va muayyan natijalarga erishilgan. Lekin O‘zbekistonda quyosh hovuzi issiqlik samaradorligini oshirish maqsadida yassi quyosh reflektorlarini tatbiq etish borasida yetarlicha tadqiqot ishlari olib borilmagan.

Uslub va materiallar

Ushbu tadqiqotning maqsadi Respublikamizning janubiy iqlim sharoitida yassi quyosh reflektorlaridan foydalanib, quyosh hovuzi qurilmasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlarining tushish

qiymatini oshirish hamda yassi quyosh reflektorlarining 25% konsentratsiyadagi sho‘r suvda tajriba quyosh hovuzining ishlashiga ta‘sirini eksperimental o‘rganishdan iborat.

Janubiy O‘zbekiston sharoitida Qarshi shahri uchun ertalab quyosh nur sochishi bilan kerakli balandlikkacha ko‘tariladi. 1-jadvalda har oyning 15-kuni to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlanishi bilan janubiy vertikal yuzaga nurlanishning tushish va tugash vaqti ya‘ni Qarshi shahri uchun quyosh chiqish va botish vaqti keltirilgan (1-jadval).

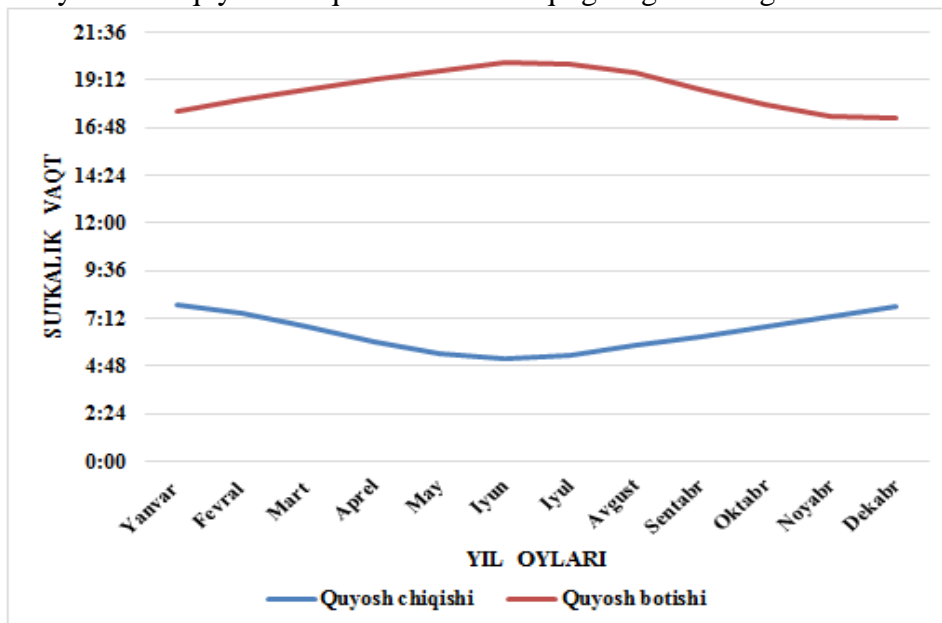
1-jadval

Qarshi shahri uchun yillik quyoshning chiqishi va botishi

№	Sana	Quyosh chiqishi	Quyosh botishi	Kunning uzunligi
1	Yanvar (15.01.23)	07:54	17:38	9 soat. 45 min
2	Fevral (15.02.23)	07:29	18:12	10 soat. 46 min
3	Mart (15.03.23)	06:48	18:43	11 soat. 55 min
4	Aprel (15.04.23)	06:02	19:12	13 soat. 13 min
5	May (15.05.23)	05:24	19:42	14 soat. 18 min
6	Iyun (15.06.23)	05:10	20:03	14 soat. 53 min
7	Iyul (15.07.23)	05:22	20:02	14 soat. 38 min
8	Avgust (15.08.23)	05:49	19:33	13 soat. 42 min
9	Sentabr (15.09.23)	06:18	18:46	12 soat. 28 min
10	Oktabr (15.10.23)	06:46	17:59	11 soat. 13 min
11	Noyabr (15.11.23)	07:19	17:23	10 soat. 41 min
12	Dekabr (15.12.23)	07:48	17:15	9 soat. 27 min

Qarshida kunning uzunligi yil davomida sezilarli darajada farq qiladi. 2023-yilda oyning eng qisqa kuni 17-dekabr, kunduzi 9 soat 27 daqiqa, 2023-yilda eng uzun kun esa 21-iyun, kunduzi 14 soat 54 daqiqani tashkil etdi [8].

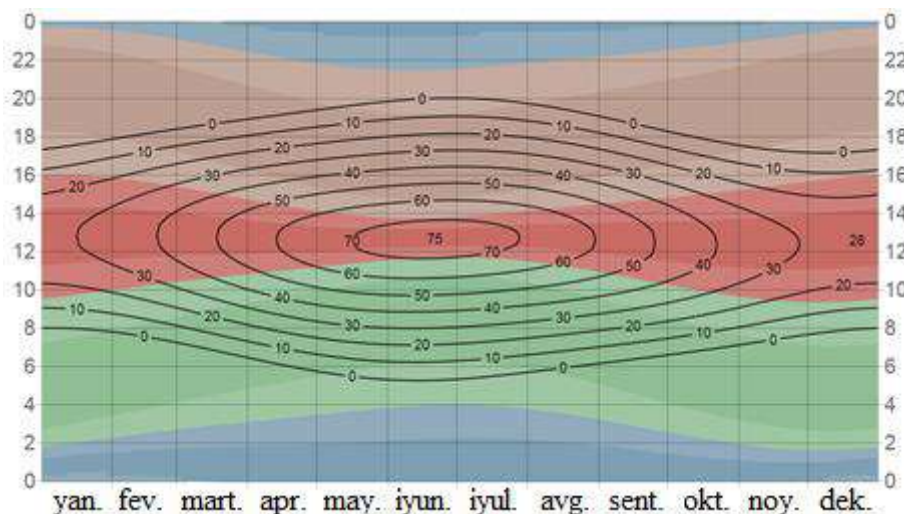
Eng erta quyosh chiqishi 2023-yil 12-iyun kuni soat 5:10 da, oxirgisi esa 2 soat 45 daqiqadan keyin 2023-yil 31-dekabr kuni soat 7:54 da kuzatildi. Eng erta quyosh botishi 2023-yil 4-dekabr soat 17:14 da, oxirgisi esa 2 soat 52 daqiqadan keyin 25-iyun soat 20:06 da kuzatildi [8]. 1-rasmda Qarshi shahrining 2023-yil uchun quyosh chiqish va botish vaqti grafigi keltirilgan.



1-rasm. Qarshi shahrining 2023-yilda quyosh chiqish va botish grafigi

Quyosh nurlanishining to‘g‘ridan-to‘g‘ri vertikal sirtga yoki vertikalga nisbatan ma’lum burchak ostida turgan sirtga tushishining o‘zgarish kattaligi quyosh nurining davomiyligiga,

Quyoshning “ko‘tarilish-tushish” tezligiga va Quyoshning maksimal balandligiga bog‘liq (2-rasm) [9].

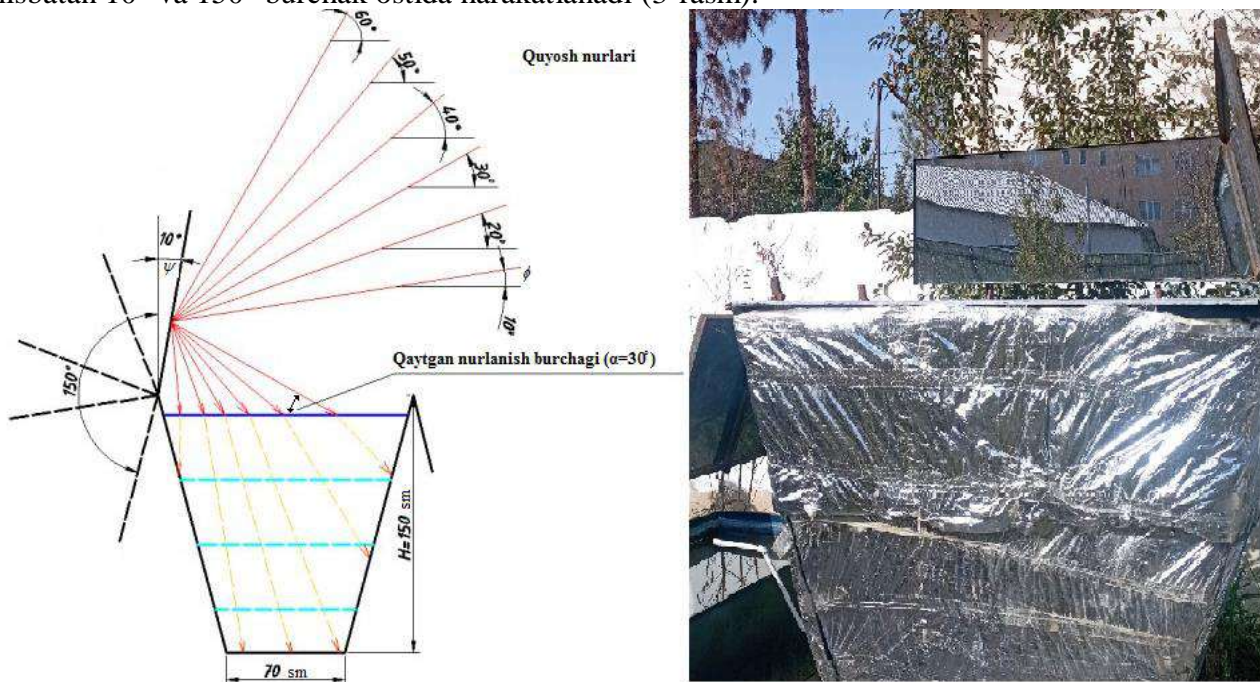


2-rasm. Qarshi shahrida 2023-yil davomida quyoshning ufqdan ko‘tarilish va tushish balandlik burchaklari (azimut Qora chiziqlar doimiy quyosh balandligidagi chiziqlardir).

Insolyatsiya ma’lumotlari bo’yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlanishi quyosh hovuziga tushadigan quyosh energiyasining asosiy, lekin yagona manbasi emas. Shuning uchun kunlik maksimal quyosh nurlanishidan foydalanish va quyosh hovuzlariga quyosh radiatsiyasi oqimini ko‘paytirish zarur. Buning uchun kichik quyosh hovuzlarida quyosh reflektorlaridan qaytgan to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega.

Quyosh reflektorlaridan foydalanish, quyosh nurlanishining oylik chegaralarini kengaytirishga imkon beradi.

Shu sababli, Qarshi shahri sharoitida quyoshning janubiy yo‘nalishiga mos holda tajriba quyosh hovuzida quyosh reflektorlaridan foydalanildi. Quyosh reflektorlari tajriba quyosh hovuzining 3 ta tomoniga joylashtirilgan bo‘lib, o‘lchamlari 1,5 m va 0,5 m ga teng. Reflektorlar vertikal o‘qqa nisbatan 10^0 va 150^0 burchak ostida harakatlanadi (3-rasm).



3-rasm. Quyosh reflektori burchagining o‘zgarishiga ko‘ra ertalabki vaqtdan quyosh hovuziga kiruvchi quyosh nurlarining harakat yo‘nalishlari diagrammasi.

Tajriba quyosh hovuzida issiqlik energiyasini yig'ish samaradorligini oshirishning texnik yechimi sifatida, 2023-yil sentabr va oktabrda Qarshi shahrida quyosh ertalab sharqdan turli balandliklarga ko'tarilgan vaqtda ($\phi=10^0$, $\phi=20^0$, $\phi=30^0$) kengliklarga nisbatan o'rganildi (3-rasm).

Quyosh reflektorlaridan qaytgan quyosh nurlanish burchagi (α , qaytgan nurlanish burchagi), quyosh nurlanishining balandlik burchagi ($\phi=10^0$) va quyosh reflektorining nishablik burchagi (ψ)

$$\alpha = \phi + 2\psi. \quad (1)$$

Diagrammadan ko'rinib turibdiki, agar quyoshning balandligi 10^0 burchak ostida, quyosh reflektorining nishablik burchagi 10^0 bo'lsa, reflektordan qaytgan quyosh nurlanishi burchagi 30^0 ga teng bo'ladi.

Reflektorning ma'lum nishablik burchagida joylashishi kunning ertalab va kechki paytlarida quyosh hovuziga radiatsiya oqimini oshirish uchun reflektorning butun balandligidan foydalanish imkonini beradi.

Quyosh energiyasini to'plashning bunday sxemasining muhim omili shundaki, bir sutkada quyoshning maksimal ko'tarilishi peshin vaqti bo'lsa, quyoshning past ko'tarilish balandligi kunning ikki: ertalab va kechki vaqti oralig'ida kuzatiladi. Yozda Qarshi shahrida kunning uzunligi 14-15 soatni, qishda 9-10 soatni tashkil qiladi. Reflektor ertalab va kechqurungi paytda quyosh hovuzi suv zonasiga tarqalgan osmon tomonidan katta intensivlikka ega quyosh radiatsiyasini qo'shimcha ravishda oshirishga imkon beradi.

Yuqorida o'rganilgan ma'lumotlarni inobatga olib Qarshi shahri sharoitida "Muqobil energiya manbalari" ilmiy poligonida joylashgan tajriba quyosh hovuzida quyosh reflektorlarisiz va quyosh reflektorlaridan foydalangan holda hovuzning issiqlik yig'ish samaradorligi tajriba tadqiqot natijalari asosida o'rganildi.

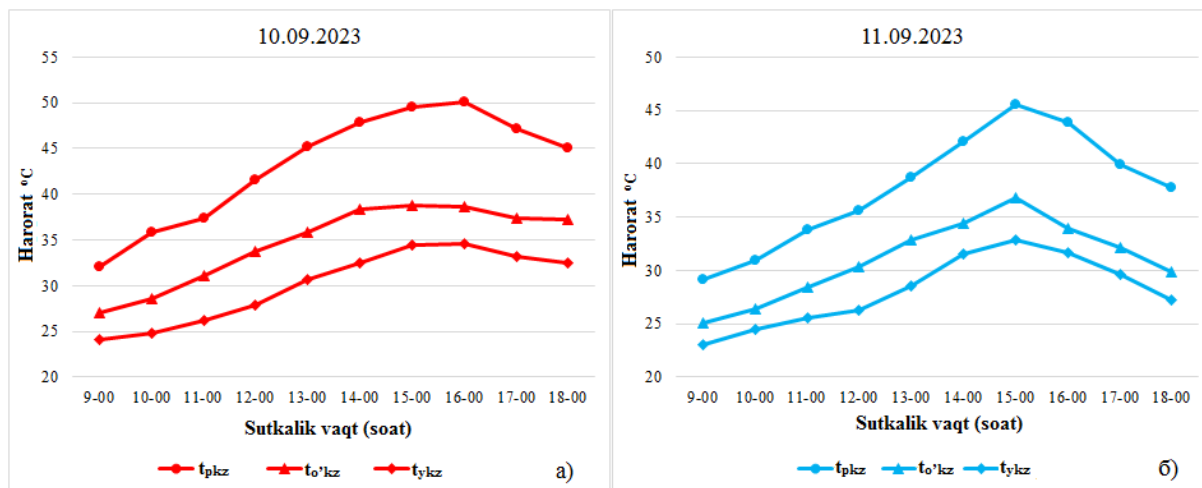
Natijalar va munozara

Tadqiqot ishlari 2023-yilning sentabr va oktabr oylarida quyosh hovuzi NaCl tuzli sho'r suvining 25-27% konsentratsiyasi oralig'ida olib borildi. Tajriba ishlarini olib borish jarayonida quyosh sharqdan ko'tarilish vaqtida g'arbga qaratilgan quyosh reflektori vertikal o'qqa nisbatan pastga tushirib qo'yiladi. Quyosh nurlanishi yo'lidagi sharqqa qaratilgan reflektor esa sharqqa vertikal o'qqa nisbatan 10^0 nishablikda joylashadi (3-rasm). Kunning kechki quyoshning g'arbga tushish vaqtida esa aksincha g'arbga qaratilgan reflektor g'arbga vertikal o'qqa nisbatan 10^0 nishablikda joylashadi. Janubga qaratilgan reflektor esa vertikal o'qda qimirlamasdan joylashadi.

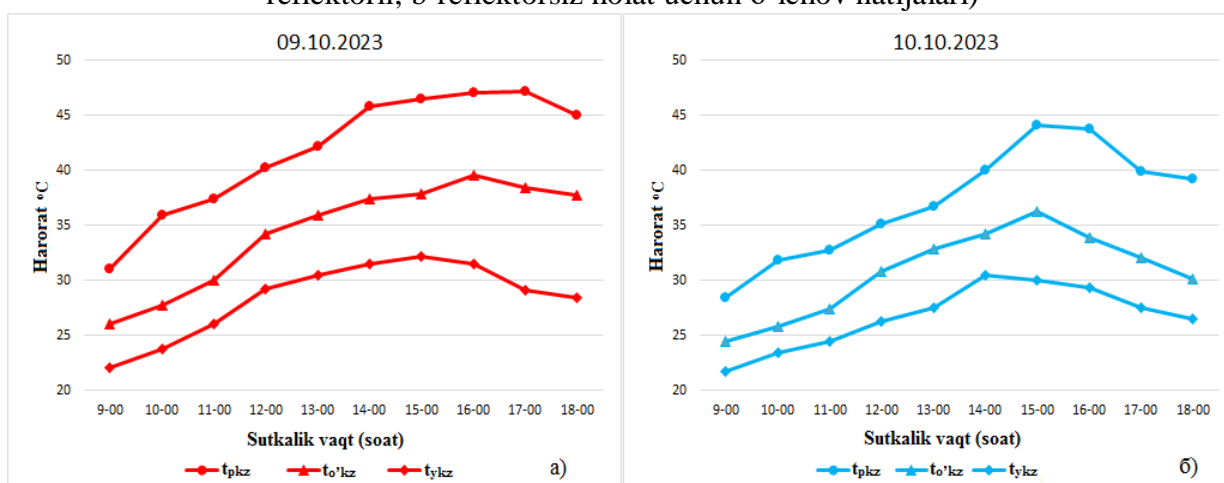
Tajriba quyosh hovuzining yuqori yuzasi $2,25 \text{ m}^2$ ni tashkil etadi. Quyosh reflektorlarisiz quyosh hovuzi faqat shu yuzadan tushgan quyosh nurlanishi hisobiga issiqlik yig'adi. Reflektorlardan foydalanganimizda hovuz yuzasiga tushadigan nurlanish bilan birgalikda reflektordan tushadigan nurlanish hisobiga issiqlik yig'adi. Kunning istalgan vaqtida quyosh reflektorlarining 2 tasidan foydalaniladi, bu esa quyosh hovuziga qushimcha $0,75 \text{ m}^2$ dan $1,5 \text{ m}^2$ qo'shimcha quyosh nurlanishi tushishini ko'rsatadi.

Quyosh hovuzi zonalarining issiqlik yig'ish samaradorligiga quyosh reflektorlarining ta'sirini aniqlash maqsadida, hovuz har bir zona haroratlari reflektorlardan foydalanilgan va reflektorlardan foydalanilmagan holat uchun aniqlandi. Reflektorlar foydalanmagan holatda hovuz zonalar haroratlari o'lchash shuni ko'rsatadiki ertalab soat 9^{00} da quyosh ko'tarilish balandligi past bo'lgan vaqtda ushbu zonalar haroratlari pastdan yuqoriga sekinlik bilan ko'tarildi. Vaqt o'tib soat 15^{00} da hovuz zonalar harorati maksimal ko'tarildi va 18^{00} gacha reflektor ishlatilgan holatdagi tajriba natijalariga nisbatan tezroq pastlashi kuzatildi. Reflektorlar ishlatilmaganda tajriba jarayonida quyosh hovuzi pastki zonasining maksimal harorati $46 \text{ }^\circ\text{C}$ ni tashkil qildi.

Reflektorlardan foydalanilgandagi tajriba natijalari reflektorsiz holatdagi tajriba natijalariga nisbatan yuqoriroq ko'rsatkichni ko'rsatganligini, eng maksimal haroratga soat 16^{00} da erishganligini va 18^{00} gacha zona haroratlari sekinlik bilan pasayishini ko'rish mumkin. Ushbu tajriba jarayonida quyosh hovuzi pastki zonasining maksimal harorati $52 \text{ }^\circ\text{C}$ gacha ko'tarildi.



4-rasm. 2023-yil sentabr oyida quyosh hovuzi zonalari haroratlarining o‘zgarish grafigi (a-reflektorli; b-reflektorsiz holat uchun o‘lchov natijalari)



5-rasm. 2023-yil oktabr oyida quyosh hovuzi zonalari haroratlarining o‘zgarish grafigi (a-reflektorli, b-reflektorsiz holat uchun o‘lchov natijalari)

Quyosh hovuzining energiya samaradorligi energiyani tahlil qilish usuli asosida, ya’ni quyosh hovuzidagi mavjud energiyaning hovuzdagi umumiy energiyaga nisbati sifatida aniqlanadi. Tadqiqot ishlari davomida quyosh hovuzi harorat o‘zgarishini hamda hovuzning reflektorsiz va reflektor bilan o‘tkazilgan tajriba-o‘lchov natijalari asosida sentabr oyi uchun o‘rtacha energiya samaradorligi tahlil qilindi.

Quyosh hovuzi 3 ta yuqori konvektiv zona (YKZ), o‘rta konvektiv bo‘lmagan zona (O‘KZ) va pastki konvektiv zonalardan (PKZ) iborat. O‘rta zona issiqlik izolyatori vazifasini bajaradi va pastki zonada yig‘ilgan energiya yo‘qotilishini oldini oladi. Quyosh hovuzining energiya samaradorligi uning issiqlik energiyasini saqlash hajmiga va konstruktiv tuzilishiga bog‘liq. Shu sababli hovuz zonalari harorat o‘zgarishlarini aniq tahlil qilish muhim hisoblanadi. Quyosh hovuzining issiqlik balansini tuzish va energiya samaradorligini hisoblash, hovuz zonalari uchun matematik modelni ishlab chiqish orqali yechiladi [10-15].

Yuqori konvektiv zona uchun energiya samaradorligi:

$$\eta_{ykz} = 1 - \frac{Q_{um} + Q_{o'tk_{ykz}}}{Q_{nur_{ykz}} + Q_{kond1}}, \tag{2}$$

bu yerda Q_{um} -YKZ yuzasidan atrof-muhit havosiga issiqlik yo‘qotilishi, Q_{kond1} -O‘KZ dan YKZ ga issiqlik o‘tkazuvchanligi, $Q_{nur_{ykz}}$ -YKZ yuzasiga tushadigan quyosh nurlanish energiyasi, $Q_{o'tk_{ykz}}$ -YKZ yon devorlari orqali energiya yo‘qotilishi.

O‘rta konvektiv bo‘lmagan zona uchun energiya samaradorligi:

$$\eta_{o'tk} = 1 - \frac{Q_{kond1} + Q_{o'tk_{o'kz}}}{Q_{nur_{o'kz}} + Q_{kond3}} \quad (3)$$

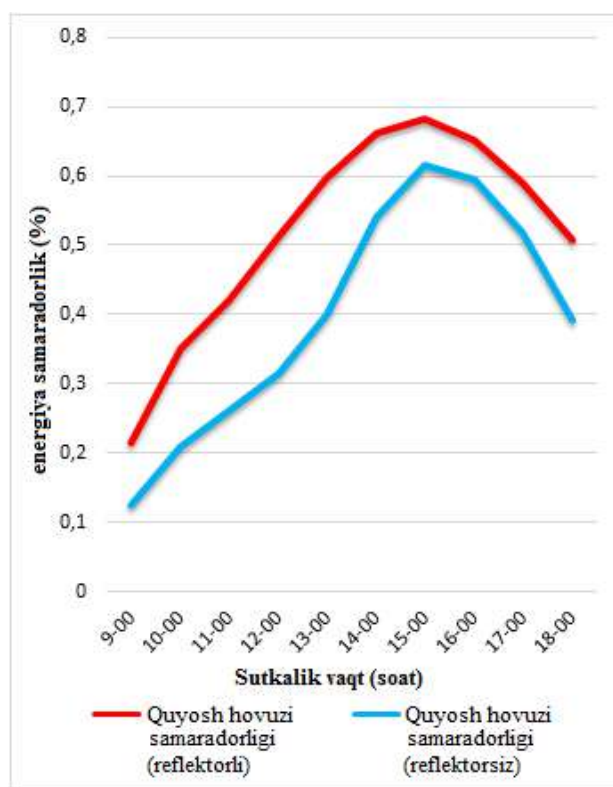
O'KZ qatlamiga yutiladigan energiya $Q_{nur_{o'kz}}$ O'KZ ga yutiladigan quyosh nurlanish energiyasi va Q_{kond3} PKZ dan O'KZ ga issiqlik o'tkazuvchanligidan iborat. Qatlamdan yo'qotilgan energiya Q_{kond1} O'KZ dan YKZ ga issiqlik o'tkazuvchanligi hamda $Q_{o'tk_{o'kz}}$ YKZ yon devorlari orqali energiya yo'qotilishidan iborat.

Pastki konvektiv zona uchun energiya samaradorligi:

$$\eta_{pkz} = \frac{Q_{nur_{pkz}} - Q_{o'tk_{pkz}} - Q_{acoc} - Q_{kond3}}{Q_{nur_{pkz}}}, \quad (4)$$

bu yerda $Q_{nur_{pkz}}$ -PKZ ga yutiladigan quyosh nurlanish energiyasi, $Q_{o'tk_{pkz}}$ -PKZ yon devorlari orqali energiya yo'qotilishi, Q_{acoc} -hovuz asosi orqali energiya yo'qotilishi, Q_{kond3} -PKZ dan O'KZ ga issiqlik o'tkazuvchanligi.

Ishlab chiqilgan matematik model tenglamalari asosida quyosh hovuzi pastki konvektiv zonasi (YKZ) uchun energiya samaradorligi hisoblandi. Quyosh reflektorlaridan foydalanilganda YKZ qatlamining energiya samaradorligi soat 15⁰⁰ da maksimal 68% gacha ko'tarildi. Reflektorsiz holatda esa 61% gacha ko'tarilganligi kuzatildi (6-rasm).



6-rasm. Quyosh hovuzi qurilmasining reflektorli va reflektorsiz holdagi energiya samaradorligi grafigi

Xulosa

Olib borilgan tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar qilindi:

1. Quyosh hovuzida joylashgan quyosh reflektorlarini 10° nishablik burchagida joylashtirish orqali Qarshi shahri sharoitida kunning ertalabki va kechki vaqtida quyosh hovuzi zonalariga quyosh nurlari tushish burchagini 20° gacha oshirish mumkinligi aniqlandi.

2. Tadqiqot jarayonlari vaqtida quyosh reflektorlaridan foydalanilganda quyosh hovuzi zonalarining haroratlari reflektorsiz hovuz zonalar haroratlari yuqori bo'lganligi kuzatildi. Reflektorlar bo'lmagan va bo'lgan holatlarda quyosh hovuzi pastki zonasining haroratlari mos holda 46 °C va 52 °C tashkil etdi.

3. Tajriba natijalari asosida quyosh reflektorlaridan foydalanib quyosh hovuzi pastki konvektiv zonasi energiya samaradorligini 6-7% gacha oshirish mumkinligi ilmiy asoslandi.

Adabiyotlar

- [1] Uzakov G.N., Elmurodov N.S. and 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 1070 012026 (2022)
- [2] Qarroot, A. W. Using Solar Evaporation Ponds for the Treatment of the Desalination Plants Brine. Thesis Topic (Doctoral dissertation, Islamic University–Gaza) (2015).
- [3] Rizvi, R. Z., Jamal, Y., Ghauri, M. B., Salman, R., and Khan, I. Solar pond technology for brine management and heat extraction: a critical review. Journal of Faculty of Engineering & Technology, 22(2), 69-79. (2015).
- [4] Abbood M. H., Alhwayzee M., Sultan M. A. H. Experimental Investigation for the Solar Pond Performance with and Without Reflector Mirrors and Tracking System in Kerbela City of Iraq. Design Engineering. C. 7247-7254. (2021)
- [5] Kanan, S. M. J. A. Modelling of a solar pond as a combined heat source and store to drive an absorption cooling system for a building in Iraq. The University of Manchester (United Kingdom). (2017).
- [6] Ito, M., & Azam, S. Feasibility of Saline Gradient Solar Ponds as Thermal Energy Sources in Saskatchewan, Canada. J. Environ. Inform. Lett, 1, 72-80. (2019).
- [7] Elmurodov N.S., Uzakov G. N., Khatamov I. A. and Tilavov Y. S. Investigating the effect of different salts on the thermal efficiency of a solar pond device. In E3S Web of Conferences (Vol. 392, p. 02038). EDP Sciences. (2023)
- [8] <https://world-weather.ru/pogoda/uzbekistan/karshi/sunrise/>
- [9] Осадчий, Г.Б. Энергосбережение и возможности установок и систем малой энергетики на базе солнечного соляного пруда. Аналитика и вопросы энергосбережения. Рис, 3. (2012).
- [10] Elmurodov N.S. Quyosh hovuzi qurilmasining yuqori konvektiv zonasi issiqlik samaradorligini hisoblash. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Buxoro-2022. 218-222.
- [11] Uzokov, G., Elmurodov, N., Davlonov, X. (2022). O'zbekiston janubidagi iqlim sharoitida quyosh hovuzining harorat rejimini eksperimental o'rganish. Innovatsion texnologiyalar, 1, 97-102.
- [12] Uzokov, G.N., Elmurodov, N. S., Axmedov, N. N. (2022). Suzish basseynlarining energiya balansi tahlili. Innovatsion texnologiyalar, 3(3 (47)), 21-27.
- [13] Uzokov, G., Elmurodov, N., Toshboev, A., & Sulonov, S. (2023). Mathematical modeling the heat balance of a solar pond device. In BIO Web of Conferences (Vol. 71, p. 02023). EDP Sciences.
- [14] Elmurodov, N. S., Davlonov, K. A., & Toshboev, A. R. (2023). Study of the physicochemical properties of nacl, mgcl2 and kcl salts and their influence on the thermal efficiency of the solar pond device. Muqobil energetika, 2(02), 52-59.
- [15] Элмуродов, Н. С., Очиллов, А. О., & Элмуродова, С. С. (2020). Интенсификации отвода теплоты охлаждающей поверхности баков трансформаторов. Инновационные подходы в современной науке (pp. 76-82).