

*Mirzayev S.A.
PhD doktorant
Abdukarimov B.A.
t.f.n., dotsent*

Farg'ona davlat texnika universiteti

**O‘ZBEKISTON HUDUDLARIDA TUNNEL SHAKLIDAGI QUYOSH
QURITGICHIDAN FOYDALANISHNING IQLIMIY-GEOGRAFIK
SALOHIYATINI BAHOLASH**

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston hududlarida tunnel shaklidagi quyosh quritgichidan foydalanishning iqlimiy-geografik salohiyati baholandi. Asosiy omillar sifatida quyosh resurslari, havo harorati, nisbiy namlik, yog‘in, chang-to‘zon va mavsumiylik ko‘rsatkichlari tanlandi. Tahlillar O‘zbekiston hududida quyosh nurlanishi yuqori ekanini, tekisliklarda yog‘in kam, tog‘li hududlarda esa ko‘proq bo‘lishini ko‘rsatdi. Natijalarga ko‘ra, Buxoro, Navoiy, Qashqadaryo va Surxondaryo eng qulay hududlar, Qoraqalpog‘iston va Xorazm yuqori energetik salohiyatli, ammo ekspluatatsion xavfi kattaroq, Farg‘ona vodiysi esa mavsumiy va ehtiyotkor rejimda samarali hudud sifatida baholandi.

Kalit so‘zlar: tunnel shaklidagi quyosh quritgichi, iqlimiy-geografik salohiyat, quyosh resurslari, hududiy baholash, O‘zbekiston hududlari.

*Мирзаев С.А.
докторант PhD
Абдукаримов Б.А.
к.т.н., доцент*

Ферганский государственный технический университет

**ОЦЕНКА КЛИМАТО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУННЕЛЬНОЙ СОЛНЕЧНОЙ СУШИЛКИ НА
ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА**

Аннотация. В данной статье оценён климато-географический потенциал использования туннельной солнечной сушилки на территории Узбекистана. В качестве основных факторов были выбраны солнечные ресурсы, температура воздуха, относительная влажность, количество осадков, пыле-песчаные явления и сезонность. Анализ показал, что территория Узбекистана характеризуется высоким уровнем солнечной

радиации, малым количеством осадков на равнинах и более высоким их уровнем в горных районах. По результатам оценки наиболее благоприятными регионами признаны Бухарская, Навоийская, Кашкадарьинская и Сурхандарьинская области; Каракалпакстан и Хорезм обладают высоким энергетическим потенциалом, но отличаются более высокими эксплуатационными рисками, а Ферганская долина является регионом, где установка может эффективно применяться в сезонном и более осторожном режиме.

Ключевые слова: туннельная солнечная сушилка, климато-географический потенциал, солнечные ресурсы, территориальная оценка, регионы Узбекистана.

Mirzayev S.A.

PhD doctoral student

Abdukarimov B.A.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Fergana State Technical University

ASSESSMENT OF THE CLIMATIC AND GEOGRAPHICAL POTENTIAL FOR USING A TUNNEL-TYPE SOLAR DRYER IN THE TERRITORY OF UZBEKISTAN

Abstract: This article assesses the climatic and geographical potential for using a tunnel-type solar dryer in the territory of Uzbekistan. The main factors considered were solar resources, air temperature, relative humidity, precipitation, dust-storm events, and seasonality. The analysis showed that Uzbekistan is characterized by high solar radiation, low precipitation in the plains, and higher precipitation in mountainous areas. According to the results, Bukhara, Navoi, Kashkadarya, and Surkhandarya regions are the most favorable areas; Karakalpakstan and Khorezm have high energy potential but greater operational risks, while the Fergana Valley is considered a region where the system can be used effectively under seasonal and more cautious operating conditions.

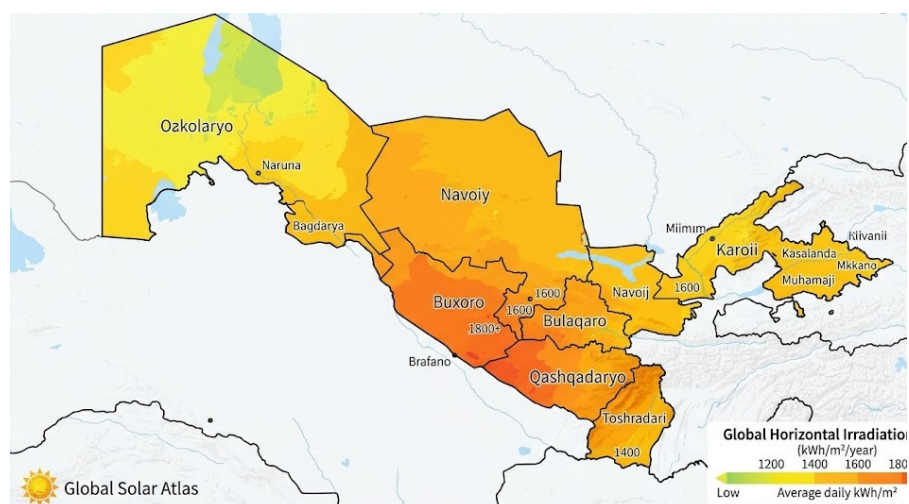
Keywords: tunnel-type solar dryer, climatic and geographical potential, solar resources, regional assessment, regions of Uzbekistan.

Kirish

O‘zbekistonda qayta tiklanuvchi energiyadan foydalanish davlat siyosati darajasiga ko‘tarilib, yashil iqtisodiyot va quyosh energiyasini kengaytirish bo‘yicha huquqiy asoslar yaratildi. Shu sababli quyosh energiyasini nafaqat elektr ishlab chiqarishda, balki quritish kabi issiqlik talab qiluvchi jarayonlarda qo‘llash dolzarbdir. Mamlakatning keskin kontinental iqlimi, tekisliklarda kam yog‘in va bahor–yoz–erta kuz davridagi yuqori harorat quyosh quritish texnologiyalari uchun qulay sharoit yaratadi. Mazkur maqolaning maqsadi tunnel shaklidagi quyosh quritgichni O‘zbekiston hududlarida quyosh resursi, issiqlik rejimi, namlik va chang-to‘zon xavfi bo‘yicha geografik baholashdan iborat.

Materiallar va metodlar

Tadqiqotda uch turdagi manbalardan foydalanildi. Birinchi guruhga rasmiy va xalqaro ma‘lumotlar kiritildi: Global Solar Atlas asosidagi OECD/IEA ma‘lumotlari, Uzhydrometning iqlim va iqlim o‘zgarishi bo‘yicha materiallari, shuningdek O‘zbekiston hukumatining iqlim tavsiflari. Ikkinchi guruhga O‘zbekiston bo‘yicha quyosh resurslarini baholagan ilmiy ishlar kiritildi; ular orasida quyosh nurlanishi va hududiy tafovutlarni ko‘rsatgan Applied Solar Energy va Clean Energy maqolalari bor. Uchinchi guruh esa ekspluatatsion cheklovlarni asoslash uchun tanlandi: chang-to‘zon hodisalari bo‘yicha Atmosphere maqolasi va g‘isht quritishda havo namligi hamda tezlik ta‘sirini ko‘rsatgan Energies va Journal of Cleaner Production maqolalari.



1-rasm - O'zbekiston bo'yicha quyosh resurslari xaritasi (Global Solar Atlas asosida, GHI yoki DNI).

Baholash mezonlari sifatida quyidagi ko'rsatkichlar olindi: 1) umumiy quyosh nurlanishi va to'g'ri nurlanish darajasi; 2) issiq davrdagi havo harorati; 3) nisbiy namlik va yog'in miqdori; 4) chang-to'zon hodisalari chastotasi; 5) mavsumiy barqarorlik. Bu tanlov tasodifiy emas: zamonaviy hududiy-quyosh salohiyati tadqiqotlarida GIS va MCDM yondashuvlarida aynan quyosh resursi bilan birga bulutlilik, changli kunlar, balandlik, nisbiy namlik va yog'in kabi omillar birgalikda ko'riladi. G'isht quritish bo'yicha modellashtirish ishlarida esa namlik past bo'lishi va havo tezligi ortishi quritish jarayonini tezlashtirishi ko'rsatilgan.

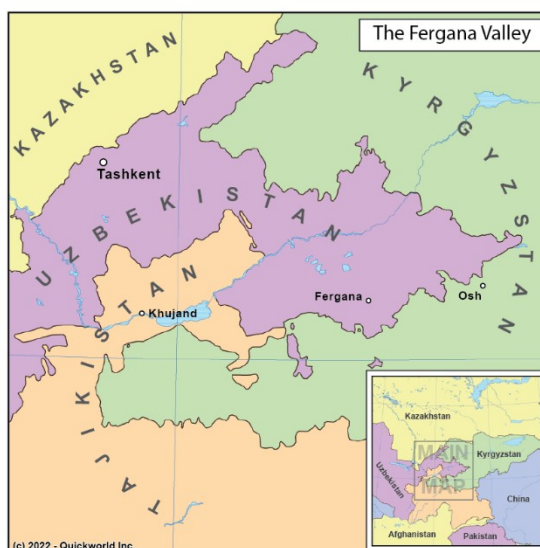
Natijalar va muhokama

O'zbekistonning umumiy quyosh-iqlim resursi yuqori. OECD/IEA hisobotida mamlakat quyosh energiyasining texnik salohiyati 7411 PJ deb baholangan. Global Solar Atlas asosidagi qiymatlar GHI va DNI bo'yicha mamlakatning ko'p qismida yuqori fon mavjudligini ko'rsatadi. Bu shuni anglatadiki, quyoshdan issiqlik olishga asoslangan tunnel quritgichlari faqat nazariy emas, amaliy nuqtai nazardan ham mintaqaviy resurs bazasiga ega.

№	Ko'rsatkich	Birlik	O'lchov birligi	Fizik mazmuni	Baholash mezonlari (optimal diapazon)	Texnologik ahamiyati
1	Global quyosh	GHI	kWh/m ² ·kun	Gorizontal yuzaga	> 4.5 - yuqori; 4.0–4.5 - o'rta;	Juda yuqori

	nurlanishi			tushuvchi umumiy quyosh energiyasi	< 4.0 - past	
2	To'g'ri quyosh nurlanishi	DNI	kWh/m ² ·kun	To'g'ridan-to'g'ri quyosh nuri intensivligi	> 5.0 - yuqori; 4.0–5.0 - o'rta; < 4.0 - past	O'rta
3	Tashqi havo harorati	T	°C	Atmosfera harorat darajasi	30–40°C - optimal; <25°C - past samarali	Juda yuqori
4	Nisbiy namlik	RH	%	Havodagi suv bug'i ulushi	<40% - optimal; 40–60% - o'rta; >60% - past	Juda yuqori
5	Yog'in miqdori	P	mm/yil	Atmosfera yog'inlarining umumiy miqdori	<200 - yaxshi; 200–400 - o'rta; >400 - noqulay	O'rta
6	Chang-to'zon hodisalari	Dust	kun/yil	Atmosferadagi changli kunlar soni	<10 - yaxshi; 10–25 - o'rta; >25 - yuqori xavf	Yuqori
7	Texnologik integral baho	K_tech	–	Barcha omillar asosida umumiy moslik ko'rsatkichi	0–1 oralig'ida (normalizatsiya asosida)	Yakuniy

Hududiy farqlar esa jiddiy. Kodirov va hammualliflar tahliliga ko'ra, Farg'ona vodiysi - Farg'ona, Andijon va Namangan viloyatlari - to'g'ri quyosh nurlanishi bo'yicha nisbatan past hudud bo'lib, bu ko'rsatkich 1500 kWh/m²/yil atrofida; aksincha, Qoraqalpog'iston, Xorazm va Navoiy viloyatining shimoliy qismida 1900–2100 kWh/m²/yilgacha ko'tariladi. Demak, faqat “quyoshli kunlar ko'p” degan umumiy ibora yetmaydi; hududiy farqni ko'rsatish kerak. Bu maqolaning asosiy geografik kuchi ham shu yerda.



2-rasm. Sizning Farg‘ona tajriba qurilmangiz joylashgan hududni alohida ko‘rsatuvchi xarita. tayyorlang

Biroq yuqori radiatsiya avtomatik ravishda “eng yaxshi hudud” degani emas. Rakhmatova va hammualliflar 2010–2023 yillardagi stansiya kuzatuvlari asosida O‘zbekistonda chang-to‘zon hodisalari hududlar bo‘yicha notekis taqsimlanganini, eng yuqori faollik janubiy va g‘arbiy hududlarda - Surxondaryo, Qashqadaryo, Buxoro, Xorazm hamda Qoraqalpog‘istonda - kuzatilishini ko‘rsatgan. Quyosh quritgichlari uchun bu juda muhim, chunki chang shaffof qoplama va absorber sirtining ish rejimiga, ekspluatatsiya oralig‘i va tozalash xarajatiga ta’sir qiladi. Shuning uchun hududiy baholashda “energetik salohiyat” va “ekspluatatsion xavf” birga ko‘rilishi shart.

G‘isht quritish nuqtai nazaridan iqlimiy talablar ham aniq. Energies jurnalidagi modellashtirish ishida quritish havosining nisbiy namligi pasaygani va tezligi ortgani sari g‘isht yuzasidagi konvektiv issiqlik hamda massa almashinuv kuchayishi, namlik chiqarilishi tezlashishi ko‘rsatilgan. Journal of Cleaner Production maqolasida esa quyosh-LPG gibrud quritgichida g‘ishtlar uchun kollektor chiqish harorati 60 °C gacha ko‘tarilgani va 10 soat ichida namlik 20% dan 0% gacha kamaygani qayd etilgan. Bu natijalar quyosh quritishning g‘isht sanoatidagi amaliy imkoniyatini tasdiqlaydi va iqlimiy omillarni quritish samarasi bilan bog‘lashga asos beradi.

Shu manbalar sintezi asosida quyidagi dastlabki hududiy baholashni berish mumkin. Buxoro, Navoiy, Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari tunnel quyosh quritgichlari uchun eng qulay hududlar sifatida qaraladi: bu yerda yuqori radiatsiya, uzoq issiq mavsum va nisbatan quruq havo ustun. Qoraqalpog‘iston va Xorazm energetik jihatdan juda kuchli hududlar, lekin chang-to‘zon xavfi sabab ekspluatatsion jihatdan “yuqori salohiyatli, ammo yuqori xizmat talabli” toifaga kiritilishi to‘g‘riroq. Toshkent, Jizzax, Sirdaryo va Samarqand viloyatlari barqaror va qulay oraliq toifaga kiradi. Farg‘ona, Andijon va Namangan viloyatlari esa quyosh quritgichlari uchun yaroqsiz emas, lekin nisbatan past DNI va vodiy sharoiti sabab mavsumiy va ehtiyotkorroq texnologik rejimda ko‘rilishi kerak. Bu toifalash tayyor GIS xarita emas, balki rasmiy va ilmiy manbalar asosida tuzilgan ilmiy sintezdir.

Sizning qurilmangiz uchun bu juda qulay pozitsiya beradi. Chunki Farg‘ona hududi “eng yomon” emas, balki radiatsiyasi janubiy-g‘arbiy hududlardan pastroq bo‘lsa-da, bahor–yoz–erta kuzda amaliy ishlashga yaroqli hudud sifatida ko‘rsatiladi. Shunday ekan, maqolada “Farg‘ona tajriba hududi”ni butun mamlakat bo‘yicha umumiyashtirish emas, balki “o‘rta-toifadagi hudud uchun real sinov maydoni” sifatida talqin qilish to‘g‘ri bo‘ladi. Bu yondashuv maqolani ham ishonchli qiladi, ham sizning eksperimental natijalaringizni geografik tahlilga mantiqan ulaydi.

Xulosa

O‘zbekiston hududlarida tunnel shaklidagi quyosh quritgichlarini qo‘llash uchun zarur iqlimiy-geografik baza mavjud. Mamlakat bo‘yicha quyosh resursi yuqori, issiq mavsum uzun, tekislik hududlarida havo quruq va yog‘in kam. Shu bilan birga, hududiy tafovutlar sezilarli bo‘lib, ular texnologik joylashtirish va ekspluatatsiya rejimini differensial tanlashni talab qiladi. Janubiy va janubi-g‘arbiy hududlar maksimal quyosh salohiyatiga ega; g‘arbiy va shimoli-g‘arbiy hududlarda chang-to‘zon xavfi hisobga olinishi kerak; Farg‘ona vodiysi esa nisbatan pastroq to‘g‘ri radiatsiyaga qaramay, mavsumiy ishlash uchun maqbul hudud hisoblanadi.

Shu sababli tunnel quyosh quritgichlarini O‘zbekiston bo‘yicha baholashda yagona texnik mezon emas, balki radiatsiya, namlik, harorat va chang-to‘zon omillarini birlashtirgan hududiy-geografik yondashuv eng to‘g‘ri metod hisoblanadi.

Adabiyotlar

1. Anarbaev, A.I., Zakhidov, R.A., Orlova, N.I. et al. *Division of Uzbekistan territory into districts based on complex of meteorological factors affecting the operational efficiency of solar hot water supply systems*. **Applied Solar Energy**, 44, 113–121 (2008). DOI: 10.3103/S0003701X08020114.
2. Faiziev, S.A., Sobirov, Y.B. *Measurements of solar resources in Uzbekistan*. **Applied Solar Energy**, 53, 57–60 (2017). DOI: 10.3103/S0003701X17010054.
3. Avezova, N.R., Avezov, R.R., Samiev, K.A. et al. *Comparative Heating Performance and Engineering Economic Indicators of the “Trombe Wall” System in Different Climate Zones of Uzbekistan*. **Applied Solar Energy**, 57, 128–134 (2021). DOI: 10.3103/S0003701X21020031.
4. Kodirov, D., Tursunov, O., Zhou, Y., Li, G., Yu, Q. *Study on the assessment of solar energy potential for production of electricity: a case study of Uzbekistan*. **Clean Energy**, 9(6), 1–13 (2025). DOI: 10.1093/ce/zkae110.
5. Rakhmatova, N., Nishonov, B.E., Shardakova, L. et al. *Temporal and Spatial Dynamics of Dust Storms in Uzbekistan from Meteorological Station Records (2010–2023)*. **Atmosphere**, 16(7), 782 (2025). DOI: 10.3390/atmos16070782.
6. Lima, E.S., Delgado, J.M.P.Q., Guimarães, A.S. et al. *Drying and Heating Processes in Arbitrarily Shaped Clay Materials Using Lumped Phenomenological Modeling*. **Energies**, 14(14), 4294 (2021). DOI: 10.3390/en14144294.
7. Partheeban, P., Jegadeesan, V., Manimuthu, S., Gifita, C.C. *Cleaner production of geopolymers bricks using Solar-LPG hybrid dryer*. **Journal of Cleaner Production**, 442, 141048 (2024). DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.141048.

8. OECD/IEA. *Solar Energy Policy in Uzbekistan: A Roadmap*. Rasmiy tahliliy hisobot; O‘zbekistonning quyosh salohiyati, GHI/DNI va quyosh issiqligidan drying jarayonlarida foydalanish imkoniyatini keltiradi.