QURG‘OQCHIL HUDUDLARDA FOTOVOLTAIK ISSIQXONA TOMLARINING ENERGIYA SAMARADORLIGI VA MIKROIQLIMGA TA’SIRI

Jiyanov Sherzod Egamberdi o‘g‘li
Zarmed Universiteti
E-mail: jsherzod191@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada qurg‘oqchil kontinental iqlimda yarim shaffof fotovoltaik (STPV) panellarni issiqxona tomiga joylashtirishning energiya va mikroiqlim bilan bog‘liq jihatlari tahlil qilinadi. Tahlil uchun Samarqand viloyatidagi STPV issiqxona haqidagi taqdim etilgan maqolada keltirilgan optik, harorat, elektr quvvati va yorug‘lik ko‘rsatkichlari qayta tizimlashtirildi. Asosiy e’tibor quyosh nurlanishining elektr energiyasi, o‘simliklarga yetib boradigan yorug‘lik hamda issiqlik oqimlari o‘rtasida taqsimlanishiga qaratildi. Manbada keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, STPV qoplamasi fotosintez uchun faol spektrda yuqori o‘tkazuvchanlikni saqlashi, kunduzgi qizib ketishni kamaytirishi va elektr energiyasi ishlab chiqarishi mumkin. Grafiklar manbadagi yig‘ma qiymatlar va diapazonlar asosida tuzilgan; ular yangi dala o‘lchovlari sifatida talqin qilinmasligi lozim.

Kalit so‘zlar: agrivoltaika, yarim shaffof fotovoltaik panel, issiqxona, quyosh radiatsiyasi, mikroiqlim, yorug‘lik integrali, energiya samaradorligi.

1. Kirish

Issiqxona xo‘jaligida hosildorlik faqat sug‘orish va oziqlantirishga emas, balki o‘simlik qatlami oladigan yorug‘lik, havo harorati va shamollatish sharoitlariga ham bog‘liq. Qurg‘oqchil hududlarda quyosh radiatsiyasining yuqoriligi bir tomondan fotovoltaik elektr ishlab chiqarish uchun qulay bo‘lsa, ikkinchi tomondan yopiq inshoot ichida ortiqcha issiqlik to‘planishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois tom konstruksiyasini faqat elektr ishlab chiqarish nuqtayi nazaridan emas, balki o‘simliklar uchun zarur spektral yorug‘likni saqlash va issiqlik yukini cheklash nuqtayi nazaridan ham baholash kerak.

Yarim shaffof fotovoltaik panellar ushbu ikki vazifani bir konstruksiyada birlashtiradi: quyosh nurlarining bir qismi elektr energiyasiga aylanadi, bir qismi esa o‘simliklar qatlamiga o‘tadi. Bunday yechimning samarasi panelning optik tuzilishi, joylashish burchagi, ekin turi, ichki shamollatish va mahalliy ob-havo sharoitlariga bog‘liq. Ushbu maqolaning maqsadi taqdim etilgan manbadagi natijalarni

tizimlashtirish va STPV issiqxonalarni baholashda muhim bo‘lgan ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni muhokama qilishdir.

2. Ma’lumotlar va tahlil usuli

Maqolada ikkilamchi tahlil yondashuvi qo‘llandi. Asosiy raqamli ko‘rsatkichlar foydalanuvchi taqdim etgan “Thermal and Energy Balance Analysis of Semi-Transparent PV Greenhouses in Arid Climate Conditions” nomli hujjatdan olindi. Manbada tajriba joyi Samarqand viloyati, Jomboy tumani sifatida ko‘rsatilgan; issiqxona tomida STPV modullari ishlatilgani, PAR diapazonidagi o‘tkazuvchanlik, yorug‘lik integralining bahosi, energiya taqsimoti va harorat farqlari bayon qilingan.

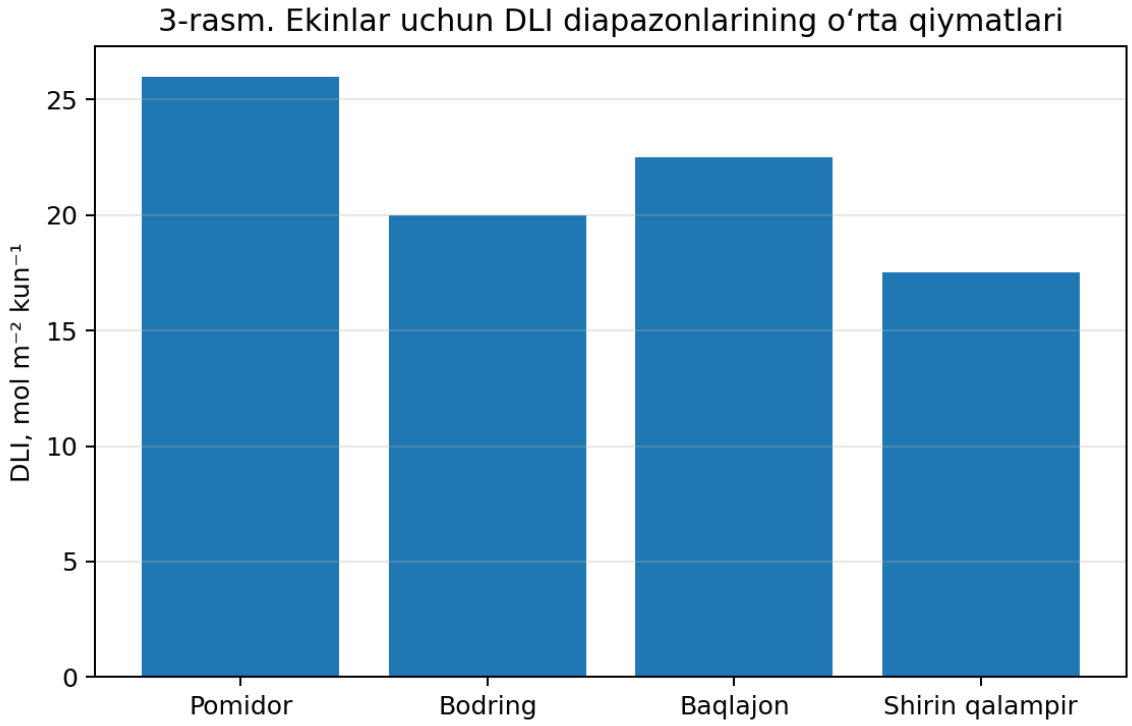
Ushbu yangi matnda dastlabki maqoladagi butun jumlalar ko‘chirilmagan; ma’lumotlar boshqa tahliliy tuzilma asosida izohlandi. Biroq, mustaqil dala o‘lchovlari yoki dastlabki vaqt qatorlari taqdim etilmagani sababli grafiklarning ayrimlari sxematik qayta tiklash hisoblanadi. Harorat grafigidagi nuqtalar faqat manbada tavsiflangan sutkalik tendensiyani ko‘rsatish uchun ishlatilgan va o‘lchangan ma’lumotlar sifatida keltirilmaydi.

3. Natijalar va muhokama

3.1. Yorug‘lik o‘tkazuvchanligi va ekin talabi

Manbada STPV panelining shaffof qismlari uchun 400–700 nm oralig‘idagi fotosintez uchun faol nurlanish (PAR) o‘tkazuvchanligi 85–95% diapazonda berilgan. Shu bilan birga, butun panel tizimi bo‘yicha umumiy optik o‘tkazuvchanlik taxminan 54% deb ko‘rsatiladi. Bu ikki qiymat turli narsani ifodalaydi: birinchisi panelning shaffof segmentiga, ikkinchisi esa shaffof va fotoelementli qismlarni o‘z ichiga olgan butun konstruksiyaga tegishli. Ularni bir xil ko‘rsatkich sifatida qabul qilish noto‘g‘ri bo‘ladi.

Manbada STPV tomi ostida kunlik yorug‘lik integrali (DLI) taxminan 20–22 mol m^{-2} kun^{-1} deb baholangan. Bunday qiymat bir qator issiqxona sabzavotlari uchun foydali yorug‘lik miqdorini ta’minlashi mumkin, biroq optimal diapazon nav, o‘sish bosqichi, mavsum va agrotexnik usullarga qarab farq qiladi. 3-rasmda manbada berilgan ekinlarga oid diapazonlarning o‘rta qiymatlari ko‘rsatilgan; ular muayyan xo‘jalik uchun qat’iy me’yor emas.



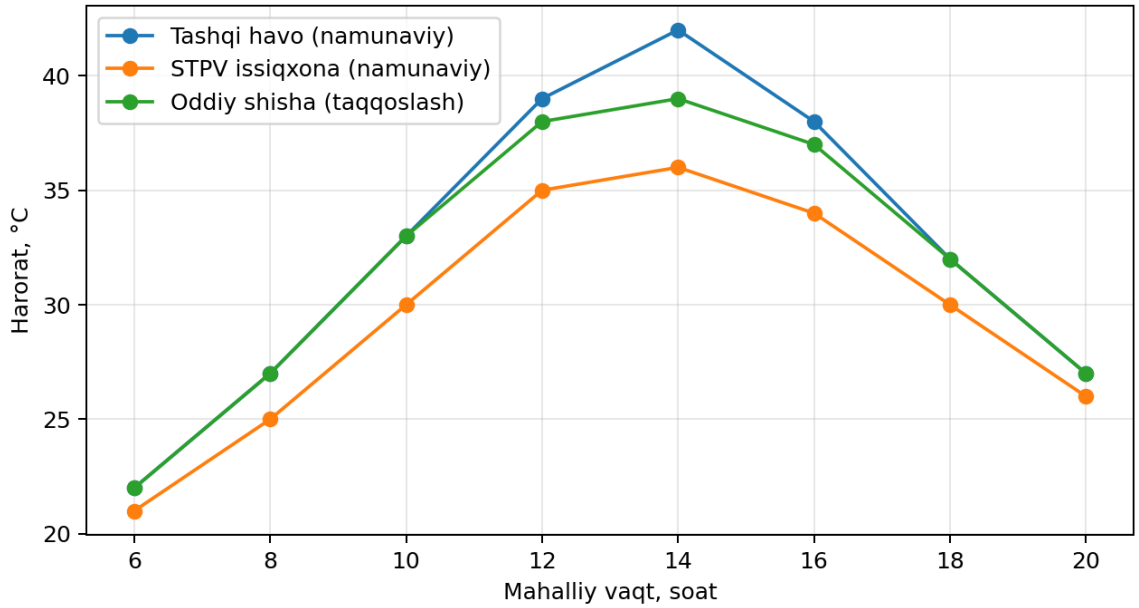
3-rasm. Manbada keltirilgan ekinlar uchun DLI diapazonlarining o‘rta nuqtalari asosida tuzilgan taqqoslash. Qiymatlar umumlashtirilgan baholardir.

3.2. Harorat rejimi va qizib ketishni kamaytirish

Taqdim etilgan manbada STPV qoplamali issiqxonadagi o‘simlik qatlami harorati odatiy shisha qoplamali variantga qaraganda taxminan 2–3 °C past bo‘lishi qayd etilgan. Buning mumkin bo‘lgan sabablari quyosh nurlanishining bir qismini elektrga aylantirish, spektral tarkibni o‘zgartirish va issiqlik almashinuvi sharoitlaridir. Natijaning kattaligi shamollatish tezligi, tashqi shamol, namlik va sug‘orish rejimiga ham bog‘liq bo‘lgani uchun uni barcha issiqxonalarga o‘zgarmas ko‘rsatkich sifatida tatbiq etib bo‘lmaydi.

1-rasmda manbada tavsiflangan kunduzgi harorat tendensiyasini tushuntirish uchun sxematik profil keltirilgan. Bu grafik original maqoladagi to‘liq soatlik o‘lchovlar emas; u faqat tush paytida tashqi havo va issiqxona ichidagi harorat farqi yuzaga kelishi mumkinligini vizual ko‘rsatadi. Ilmiy nashrga topshirishdan oldin uni haqiqiy sensor ma’lumotlari bilan almashtirish maqsadga muvofiq.

1-rasm. Sutkalik harorat profili: sxematik qayta tiklash

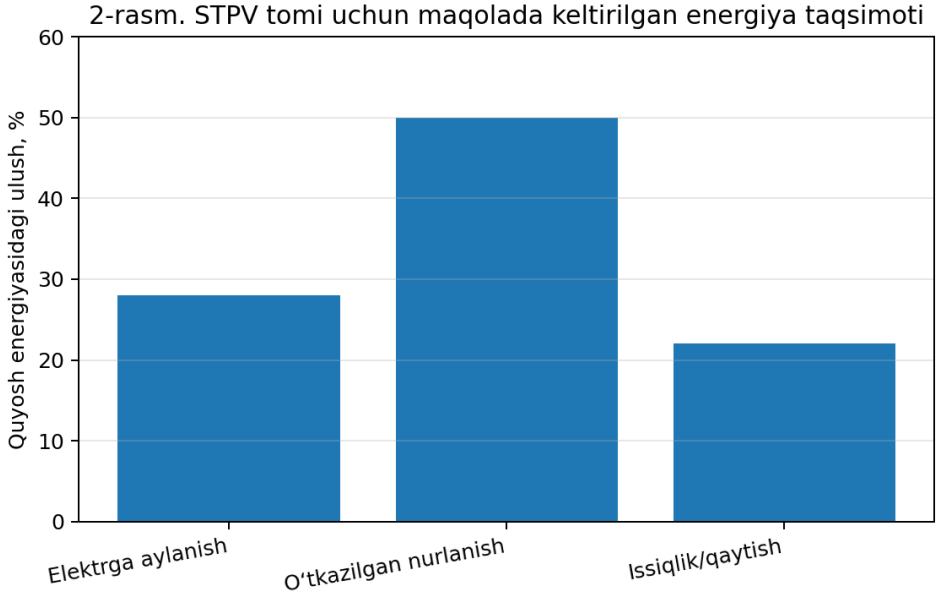


1-rasm. STPV va oddiy shisha issiqxona uchun sxematik sutkalik harorat profili. Grafik tushuntirish maqsadida tuzilgan, tajriba ma’lumotlari emas.

3.3. Quyosh energiyasining taqsimlanishi

Manbada keltirilgan modelga ko‘ra, kiruvchi quyosh energiyasining taxminan 28 foizi elektr energiyasiga aylanishi, 50 foizga yaqini optik yo‘l bilan ichkariga o‘tishi, qolgan 22 foizi esa issiqlik yutilishi va qayta nurlanish bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bu ulushlar energiya oqimlarini tushunish uchun foydali, ammo ular panel turi, nurlanish burchagi, harorat va o‘lchash sharoitlariga bog‘liq. Shuning uchun mazkur taqsimot universal texnik pasport qiymati emas, balki ko‘rib chiqilayotgan tizim uchun manbada berilgan bahodir.

2-rasm. STPV tomi uchun maqolada keltirilgan energiya taqsimoti



2-rasm. Manbada bayon qilingan quyosh energiyasi taqsimotining soddalashtirilgan ko‘rinishi.

3.4. Elektr ishlab chiqarish va iqtisodiy baholash

Manbada bifasial ishlash hisobga olinganda samaradorlik 28,2% deb berilgan. Bu qiymat old va orqa sirt hissalarini qo‘shish asosida keltirilgan samarali ko‘rsatkich bo‘lib, uni odatiy bir tomonlama modul samaradorligi bilan bevosita tenglashtirish mumkin emas. Orqa sirt hissasi yer qoplamasining qaytaruvchanligi, modul balandligi, qatorlar orasidagi masofa va soyalanishga sezilarli darajada bog‘liq.

Iqtisodiy jihatdan fotovoltaik tomning qiymati faqat ishlab chiqarilgan elektr energiyasi bilan emas, balki sovitish, shamollatish va sug‘orish tizimlarining energiya sarfiga ta’siri bilan ham baholanishi kerak. Qoplanish muddatini aniqlashda boshlang‘ich kapital xarajatlar, invertor va montaj xarajatlari, xizmat ko‘rsatish, elektr tariflari, mavsumiy ishlab chiqarish hamda hosildorlikdagi o‘zgarishlar hisobga olinishi zarur. Manbada ko‘rsatilgan 2–2,5 yillik qoplanish muddati mualliflar bergan hisobiy bahodir; uni mustaqil iqtisodiy audit bilan tasdiqlash kerak.

4. Amaliy tavsiyalar

1) Panel ulushini tanlashda elektr ishlab chiqarish bilan bir qatorda ekinning PAR va DLI ehtiyojini ham hisobga olish.
2) Tom ostidagi yorug‘likni kamida bir nechta nuqtada va turli balandliklarda o‘lchash; bitta lux o‘lchovi butun issiqxona bo‘yicha bir tekis yoritishni isbotlamaydi.
3) Ichki va tashqi harorat, nisbiy namlik, quyosh radiatsiyasi, shamollatish holati hamda elektr quvvatini bir vaqtda qayd etish.
4) Bifasial panellar uchun yer sirtining albedosi va orqa tomonga tushadigan yorug‘likni hujjatlashtirish.
5) Qoplanish muddatini hisoblashda optimistik, bazaviy va ehtiyotkor ssenariylarni alohida ko‘rsatish.

5. Xulosa

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, yarim shaffof fotovoltaik tomlar qurg‘oqchil hududlarda issiqxonaning quyosh energiyasidan foydalanish usulini o‘zgartirishi mumkin: ular elektr ishlab chiqaradi, o‘simliklarga yetib boradigan yorug‘likni qisman boshqaradi va kunduzgi issiqlik yukini kamaytirishga yordam beradi. Samarqand sharoiti uchun taqdim etilgan manbada PAR o‘tkazuvchanligi, DLI, harorat farqi va bifasial elektr ishlab chiqarishga doir istiqbolli qiymatlar keltirilgan. Shu bilan birga, ayrim ko‘rsatkichlarni mustaqil tekshirish uchun xom o‘lchovlar, panelning to‘liq texnik parametrlari va energiya hisobining tafsilotlari zarur.

Keyingi tadqiqotlarda oddiy shisha tom va STPV tom bir xil issiqxona geometriyasi, ekin turi va sug‘orish rejimida parallel solishtirilishi kerak. Shunda haroratning pasayishi, suv sarfi, hosildorlik va elektr energiyasi ishlab chiqarish o‘rtasidagi sababiy bog‘liqlikni ishonchliroq baholash mumkin bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. [1] Mirzabaev A. M., Qushakov Sh. D. Thermal and Energy Balance Analysis of Semi-Transparent PV Greenhouses in Arid Climate Conditions. Foydalanuvchi taqdim etgan qo‘lyozma, 13 bet.
2. [2] Ezzaeri K. et al. The effect of photovoltaic panels on the microclimate and on the tomato production under photovoltaic canarian greenhouses. Solar Energy, 173, 2018, pp. 1126–1134.
3. [3] Li C., Wang H., Miao H., Ye B. The economic and social performance of integrated photovoltaic and agricultural greenhouses systems: Case study in China. Applied Energy, 190, 2017, pp. 204–212.
4. [4] Schallenberg-Rodriguez J., Rodrigo-Bello J. J., Del Río-Gamero B. Agrivoltaic: How much electricity could photovoltaic greenhouses supply? Energy Reports, 9, 2023, pp. 5420–5431.
5. [5] Cossu M. et al. Solar radiation distribution inside a greenhouse with south-oriented photovoltaic roofs and effects on crop productivity. Applied Energy, 133, 2014, pp. 89–100.
6. [6] Hassanien R. H. E., Li M., Yin F. The integration of semi-transparent photovoltaics on greenhouse roof for energy and plant production. Renewable Energy, 121, 2018, pp. 377–388.
7. [7] Lopez-Diaz G. et al. The effect of different levels of shading in a photovoltaic greenhouse with a north–south orientation. Applied Sciences, 10(3), 2020, 882.
8. [8] Moreno Á. et al. Energy and photosynthetic performance investigation of a semitransparent photovoltaic rooftop greenhouse for building integration. Renewable Energy, 215, 2023, 118976.

Tahririy izoh: ushbu hujjat manba maqoladagi ma’lumotlarni qayta bayon qiluvchi dastlabki loyiha hisoblanadi. Mualliflik ma’lumotlari, nashr talablari, havolalarning to‘liq bibliografik rekvizitlari va grafiklar haqiqiy ma’lumotlar bilan tekshirilishi lozim.