# QUYOSH ENERGIYASIDAN FOYDALANISHNING SAMARALI USULLARI

**Jizzax shahar Hamid Olimjon va Zulfiya nomidagi ijod maktabi**
**8-sinf sinf o‘quvchisi**
**Abdumo‘minova Dilnura Otabek qizi**
**Jizzax shahar Hamid Olimjon va Zulfiya nomidagi ijod maktabi**
**Fizika fani o‘qituvchisi**
**Mahmudova Gulyora Ulug‘bekovna**

**ANNOTATSIYA**

Ushbu maqolada quyosh energiyasidan foydalanishning tarixiy taraqqiyot bosqichlari, antik davrdagi ilk urinishlardan tortib zamonaviy yuqori texnologik fotovoltika inqilobigacha bo‘lgan jarayonlar ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Maqolada quyosh panellarining turlari (monokristall va polikristall), ularning samaradorligini oshirish omillari, jumladan, optimal o‘rnatish burchagi va intellektual MPPT kontrollerlarining ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, O‘zbekistonning geliopotensiali, mamlakatda amalga oshirilayotgan yirik quyosh energetikasi loyihalari va sohaga oid davlat tomonidan berilayotgan iqtisodiy rag‘batlantirish choralari (subsidiyalar, "yashil" kreditlar) ko‘rib chiqilgan. Maqola so‘ngida quyosh energiyasining global energetika balansidagi o‘rni va barqaror rivojlanishdagi strategik ahamiyati asoslab berilgan.

**Kalit so‘zlar:** quyosh energiyasi, fotovoltika, geliotizimlar, MPPT kontroller, O‘zbekiston energetikasi, qayta tiklanuvchi energiya, passiv arxitektura, energiya samaradorligi, quyosh panellari, yashil iqtisodiyot.

Quyosh energiyasidan foydalanish insoniyat sivilizatsiyasi tarixida shunchaki texnologik yutuq emas, balki tabiat bilan uyg‘unlikda yashashning eng qadimiy va izchil yo‘nalishlaridan biri bo‘lib kelmoqda. Garchi zamonaviy quyosh panellari yuqori texnologik mahsulot hisoblansa-da, quyosh nurini to‘plash va undan issiqlik

sifatida foydalanish g‘oyasi ming yillar oldingi davrlarga borib taqaladi. Antik davr manbalarida keltirilishicha, qadimgi yunon olimi Arximed quyosh nurini jilolangan mis ko‘zgular orqali bir nuqtaga jamlab, Rim kemalarini masofadan turib yondirib yuborgani haqidagi afsonalar bu yo‘nalishdagi ilk nazariy va amaliy urinishlarning yorqin dalilidir. Bu usul keyinchalik "gelio-konsentratsiya" deb ataluvchi texnologiyaning tamal toshini qo‘ydi. XIX asrga kelib, quyosh energiyasini o‘zlashtirish jarayoni tizimli ilmiy tadqiqotlar bosqichiga o‘tdi. Taxminan ikki yuz yil oldin quyosh kollektorlari shaklida ilk amaliy namunalar paydo bo‘la boshladi. Bu boradagi inqilobiy qadamlardan biri 1767-yilda shveytsariyalik mashhur tabiatshunos Horace de Saussure tomonidan amalga oshirildi. U yaratgan, shishadan yasalgan tekis kollektor, qatlamli izolatsiyaga ega yog‘och quti va ichki qora isitish yuzasi bilan jihozlangan bo‘lib, bugungi kundagi zamonaviy quyosh isitish tizimlarining eng sodda, ammo mukammal arxetipi edi. Oradan yuz yilga yaqin vaqt o‘tib, 1930-yillarda ser Jon Gershel Janubiy Afrikaga qilgan ilmiy ekspeditsiyasi davomida quyosh kollektorini ovqat pishirish uchun muvaffaqiyatli qo‘lladi, bu esa quyosh issiqligini nafaqat tadqiqot, balki kundalik hayot ehtiyojlari uchun konsentratsiya qilishning amaliy imkoniyatlarini butun dunyoga namoyish etdi. Energetika sohasidagi yana bir muhim burilish 1816-yilda ro‘y berdi: Robert Stirling gelioqurilma asosida ishlovchi quyosh dvigatelini ixtiro qildi. Bu kashfiyot issiqlik energiyasini mexanik harakatga, keyinchalik esa elektr energiyasiga aylantirish g‘oyasini pishitdi. Biroq, quyosh energiyasini bevosita elektr tokiga aylantirish davri 1954-yilda Bell Laboratories laboratoriyasida amerikalik olimlar Darryl F. Chapin, Calvin Fuller va Gerald Pearson tomonidan boshlandi. Ular yaratgan birinchi samarali kremniy quyosh xujayrasi bor-yo‘g‘i 6 foiz samaradorlikka ega bo‘lishiga qaramay, bu voqea energetika olamida "fotovoltika inqilobi" deb nomlandi. Mazkur ixtiro koinotni zabt etishdan tortib, eng chekka qishloqlarni elektrlashtirishgacha bo‘lgan barcha texnologik jarayonlarning asosiy drayveriga aylandi.

Bugungi kunda jahon miqyosida quyosh energiyasining rivojlanishi geometrik progressiya bilan tezlashmoqda. Agar 2019-yilda global miqyosda o‘rnatilgan umumiy quyosh quvvati 635 GVt ni tashkil etgan bo‘lsa, bu ko‘rsatkich 2020-yilda 760 GVt ga, 2025-yilga kelib esa yangi qurilmalarda 814 GVt gacha o‘sishi kutilmoqda. 2023-yilgi prognozlarga ko‘ra, bir yilning o‘zida 179-240 GVt yangi fotoelektrik qurilmalar ishga tushirilishi kerak edi, ammo amaliy natijalar barcha ekspertlarning taxminlaridan oshib ketdi. Quyosh panellarining global elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi ulushi 2019-yilda 2,7 foizni tashkil etgan bo‘lsa, hozirgi kunga kelib bu raqamlar deyarli ikki barobarga yaqinlashdi va ko‘plab davlatlarda quyosh energiyasi ko‘mir va gaz elektr stansiyalari bilan raqobatda g‘olib chiqmoqda. O‘zbekiston Respublikasi o‘zining geografik joylashuvi va iqlim sharoitiga ko‘ra, quyosh energiyasidan foydalanish bo‘yicha dunyodagi eng istiqbolli hududlardan biri hisoblanadi. Mamlakatimizda yiliga 300 kundan ortiq quyoshli kunlar kuzatiladi, bu esa yil davomida uzluksiz energiya ishlab chiqarish imkonini beradi. Hukumat tomonidan qabul qilingan strategik rejalarga ko‘ra, yaqin yillarda umumiy quvvati 5000 MVt ga teng bo‘lgan yirik quyosh elektr stansiyalarini (QES) ishga tushirish maqsad qilingan. Bu nafaqat ekologik tozalikni ta'minlaydi, balki mamlakatning energetika xavfsizligini ham mustahkamlaydi.

Tabiiy resurslar nuqtayi nazaridan qaraganda, Quyoshning yerga yuboradigan yillik energiyasi 1,6·10^18 kVt·soatga teng bo‘lib, bu insoniyatning barcha ehtiyojlaridan bir necha ming barobar ko‘pdir. Hozirgi vaqtda ushbu ulkan resursning 60 foizi atmosferani isitishga, 25,5 foizi okean va dengizlar haroratini saqlashga sarflanadi. Qolgan qismi esa tabiiy jarayonlar orqali shamol energiyasiga (2,5%), daryolar oqimiga (0,14%) va o‘simliklar orqali yoqilg‘i zahiralariga (0,12%) aylanadi. Insoniyatning asosiy vazifasi — mana shu ulkan potensialning bor-yo‘g‘i kichik bir qismini texnologik jihatdan samarali o‘zlashtirish orqali ekologik muammolarni hal qilish va kelajak avlodlar uchun barqaror energiya manbasini yaratishdir. Quyosh

energiyasi bugun shunchaki muqobil variant emas, balki global energetika tizimining markaziy bo‘g‘iniga aylanib ulgurdi.

Quyosh energiyasidan samarali foydalanishning asosiy usullaridan biri fotovoltaik (PV) quyosh panellari bo'lib, ular quyosh nurini to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantiradi. Monokristal PV panellari 12-24% samaradorlikka ega bo'lsa, polikristal turlari 13-22% ni ta'minlaydi. Ushbu panellar uylar, korxonalar va hatto mobil qurilmalar uchun mustaqil energiya manbai sifatida ishlaydi. Off-grid (tarmoqsiz), on-grid (tarmoqli) va hybrid tizimlar mavjud: off-grid tizimlarda akkumulyatorlar va inverterlar orqali kechki vaqt energiyasi saqlanadi, on-grid esa ortiqcha energiyani tarmoqqa sotish imkonini beradi. O'zbekistonda "Sarimay Quyosh" loyihasi 100 MVt quvvatga ega PV stansiyasini qurdi, bu esa masofaviy hududlarda energiya ta'minoti samaradorligini oshirdi. Ikkinchi muhim usul – quyosh suv isitgichlari va issiqlik kollektorlari. Tekis va vakuumli kollektorlar 30-60% samaradorlikka ega bo'lib, issiqlikni 100-300°C gacha hosil qiladi. Bu tizimlar uylar va issiqxonalar uchun ideal: masalan, O'zbekistonda Qarshi tumanidagi "O'zbekiston mustaqilligi" jamoa xo'jaligida 2000 m² quyosh issiqxonasi joriy etilgan, Tolimarjon GRESiga qarashli 1000 m² geliolimonariya loyihasi esa fermerlar uchun tavsiya etilgan. Quyosh elektr stansiyalari (QES) katta miqyosli loyihalar uchun mo'ljallangan bo'lib, konsentratorlar (masalan, Parkentdagi 3000-3500°C quyosh sandoni) yordamida yuqori harorat hosil qiladi. Passiv quyosh arxitekturasi binolarni janubga yo'naltirilgan derazalar va izolyatsiya orqali qishda isitish va yozda sovutishni ta'minlaydi, bu energiya sarfini 30-35% ga kamaytiradi. Quyosh bilan ishlaydigan tashqi yoritish – bog'lar va ko'chalarda akkumulyatorsiz chiroqlar – tejamkor variantdir. Bundan tashqari, quyosh energiyasidan qishloq xo'jaligida foydalanish: meva-sabzavot quritgichlari, geliopasterizatorlar (sut va sharbat qaynatish uchun), cho'l suvlarini chuchitkichlar va gelioissiqxonalar O'zbekiston olimlari (R.A. Zohidov, S. Lutfullayev, R.A. Avezov va boshqalar) tomonidan ishlab chiqilgan.

Quyosh energetikasi tizimlaridan maksimal foyda olish faqatgina uskunalarni sotib olish bilan cheklanmaydi, balki ularni ilmiy asoslangan holda o‘rnatish va ekspluatatsiya qilishni talab etadi. Xususan, quyosh panellarining samaradorligini oshirishda eng muhim omillardan biri ularning o‘rnatilish burchagi va yo‘nalishidir. O‘zbekistonning geografik kengligi va quyosh insolyatsiyasi darajasidan kelib chiqib, mutaxassislar panellarni **optimal burchak ostida (35-40° daraja)** va qat’iy ravishda **janubiy yo‘nalishga** qaratib o‘rnatishni tavsiya etadilar. Bu burchak quyosh nurlarining panel yuzasiga tik tushishini ta'minlab, yil davomida energiya ishlab chiqarishni eng yuqori darajada saqlab qolishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, panellar o‘rnatiladigan joy mutlaqo soyasiz bo‘lishi shart, chunki hatto kichik bir daraxt shoxi yoki binoning soyasi butun tizimning umumiy quvvatini 30-50 foizgacha tushirib yuborishi mumkin.

Texnologik jihatdan tizimning intellektual boshqaruviga ham alohida e'tibor qaratiladi. Zamonaviy stansiyalarda **MPPT (Maximum Power Point Tracking — maksimal quvvat nuqtasini kuzatish)** kontrollerlaridan foydalanish shart. Ushbu qurilmalar quyosh panellaridan chiqadigan kuchlanish va tok kuchini real vaqt rejimida tahlil qilib, ob-havo o‘zgarishi yoki harorat ko‘tarilishidan qat'i nazar, panelning eng yuqori quvvat nuqtasini topadi va uni akkumulyatorga uzatadi. Bu esa an'anaviy PWM kontrollerlariga qaraganda 20-30 foiz ko‘proq energiya olish imkonini beradi. Kechki payt va tungi vaqtlarda elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojni qoplash uchun esa energiya saqlash tizimlari, xususan, uzoq xizmat muddati va yuqori zichligi bilan ajralib turuvchi **litium-ion (Li-ion) akkumulyatorlari** qo‘llaniladi. Shu bilan birga, uy ichidagi energiya tejovchi (A++ klassidagi) maishiy texnikalardan foydalanish umumiy energiya sarfini kamaytirib, quyosh stansiyasining samaradorligini bilvosita oshiradi.

O‘zbekiston hukumati bu borada aholi va tadbirkorlarni qo‘llab-quvvatlash uchun keng ko‘lamli iqtisodiy rag‘batlantirish choralarini joriy etmoqda. Xususan,

**2025-yilda** qayta tiklanuvchi energiya manbalarini ommalashtirish bo‘yicha ulkan reja belgilangan: yil davomida mamlakat bo‘ylab **74 172 dona yangi quyosh panellarini** o‘rnatish ko‘zda tutilgan. Davlat tomonidan har bir ishlab chiqarilgan va tarmoqqa uzatilgan **1 kVt·soat elektr energiyasi uchun 1000 so‘m miqdorida subsidiya** to‘lanishi belgilangan. Shuningdek, quyosh qurilmalarini sotib olgan jismoniy shaxslarga qurilma quvvatiga qarab **3 mln so‘mgacha qaytarib beriladigan subsidiyalar** va tijorat banklari orqali imtiyozli, past foizli "yashil" kreditlar ajratilmoqda. Ushbu sa'y-harakatlarning pirovard maqsadi — **2050-yilga borib** mamlakat energetika balansida qayta tiklanuvchi energiya ulushini **50 foizga** yetkazish va uglerod neytralligiga erishishdir. Quyosh energiyasidan foydalanish bo‘yicha global bilimlar almashinuvi o‘tgan asrning o‘rtalaridan boshlab xalqaro miqyosda muhokama qilinib kelmoqda. Tarixga nazar tashlasak, quyoshni issiqlik, elektr va hatto biologik organik energiyaga aylantirish masalalari bir qator nufuzli simpoziumlarning diqqat markazida bo‘lgan. Bular orasida **1954-yildagi Dehli**, **1961-yildagi Rim**, **1973-yildagi Parij** va Markaziy Osiyo quyosh energetikasi markazi sifatida tan olingan **1981-yildagi Toshkent** simpoziumlari alohida o‘rin tutadi. Ushbu uchrashuvlarda olimlar quyosh nuri yordamida nafaqat elektr olish, balki binolarni isitishning "passiv" usullarini ham taklif qilishgan. Hozirgi kunda rivojlangan davlatlar tajribasi bu borada katta maktab vazifasini o‘tamoqda. Masalan, **Germaniya, Isroil va AQSh** kabi mamlakatlarda turar-joy binalarining taxminan **30-35 foizi passiv quyosh tizimlari** asosida ishlaydi. Bu tizimlar shunday loyihalashtirilganki, bino konstruktsiyasining o‘zi (maxsus oynalar, issiqlik saqlovchi devorlar) qo‘shimcha uskunalarsiz quyosh issiqligini to‘playdi va qishda uyni isitish, yozda esa sovitish imkonini beradi. Bunday kompleks yondashuv — ham iqtisodiy, ham ekologik jihatdan energetika inqiroziga qarshi eng samarali qalqon bo‘lib xizmat qilmoqda.

Quyosh energiyasidan foydalanish ekologik toza va iqtisodiy jihatdan foydali: narxlar pasayib, 150 Vt panel uyni yoritadi. O'zbekistonning quyosh potentsiali

(62·10^16 kVt·soat/yil) va islohotlari (PQ-4422 qarori) bu sohani rivojlantirishga xizmat qilmoqda. Kelajakda innovatsion usullar (reconfigurable PV tizimlar, Stirling dvigatellari) samaradorlikni yanada oshiradi. Ushbu usullar nafaqat energiya inqirozini hal qiladi, balki barqaror rivojlanishni ta'minlaydi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. K. Singhal, G. Prajapati, "Quyosh energiyasi bilan ishlaydigan urug'larni ekish mashinasi", Xalqaro amaliy muhandislik tadqiqotlari jurnali -13 son 2018 yil, 259-262-sahifalar

2. Ibragimova, S. M. (2023). "O‘zbekiston sharoitida qayta tiklanuvchi energiya manbalarining rivojlanishi". Oriens ilmiy jurnali, 3(7), 447-449.

3. Ashurov, J. M., & Toshpo‘latov, B. R. (2022). "Yashil energetika rivojlanishi va mamlakat iqtisodiyotiga ta’siri". Ilmiy Anjumanlar materiallari, 4(1), 125-130.

4. Qodirov, F. (2021). "Quyosh va shamol energiyasining ekologik afzalliklari". Energetika sohasidagi ilmiy maqolalar to‘plami, 2, 56-62.

5. Quyosh energiyasidan foydalanish tarixi va texnologiyalari haqida: https://staff.tiiame.uz/storage/users/930/presentations/SPV6QuS0V8oUnfBedGtH019mD9lpEGinq1VtWH1X.pdf.

6. Quyosh energiyasidan samarali foydalanish usullari: https://www.lessosolar.com/uz/news/the-smart-way-to-use-new-energy-solar-system/

7. O‘zbekiston quyosh energetikasi loyihalari: https://devos.uz/files/3373.pdf.