



QISHLOQ XO'JALIGIDA AGROVOLTAIKA TEXNOLOGIYALARINI
QO'LLASH SAMARADORLIGI

Qudratov Alisher Alijanovich

PhD, dotsent

alisherqudratov811@gmail.com

Eshpulatov Dostonbek Boxodir o'g'li

PhD, dotsent, Guliston davlat universiteti

doston95@bk.ru

Annotatsiya. *Ushbu tezis bitta maydonning o'zida ekin yetishtirish va quyosh energiyasini ishlab chiqarishni birlashtirgan agrovoltaika texnologiyasining samaradorligini tahlil qiladi. Tizim yerdan foydalanish darajasini (LER) keskin oshiradi, tuproq namligini saqlash orqali suvni tejaydi va ekinlarni jaziramadan asraydi. Dastlabki xarajatlarning yuqoriligiga qaramay, u fermerlar iqtisodiyotini barqarorlashtirib, iqlimi issiq va qurg'oqchil hududlarda oziq-ovqat hamda energiya xavfsizligini ta'minlashning eng maqbul yechimi hisoblanadi.*

Kalit so'zlar: *Agrovoltaika, quyosh panellari, suvni tejash, oziq-ovqat xavfsizligi, yerdan samarali foydalanish, barqaror qishloq xo'jaligi.*

Kirish.

Dunyo aholisining o'sishi global miqyosda oziq-ovqat va energiyaga bo'lgan ehtiyojning misli ko'rilmagan darajada oshishiga olib kelmoqda. BMT ma'lumotlariga ko'ra, 2050 yilga borib oziq-ovqat ishlab chiqarish hajmini kamida 70 foizga oshirish talab etiladi. Shu bilan birga, iqlim o'zgarishiga qarshi kurashish maqsadida an'anaviy qazilma yoqilg'ulardan qayta tiklanuvchi energiya manbalariga o'tish zarurati kun tartibiga chiqqan. Ushbu ikki yirik global muammo – qishloq xo'jaligi maydonlarining cheklanganligi va quyosh elektr stansiyalarini qurish uchun katta yer maydonlari talab etilishi o'rtasida o'ziga xos raqobatni yuzaga keltiradi. Ushbu raqobatni yumshatish va yerlardan ham energiya, ham oziq-ovqat yetishtirish maqsadida foydalanish imkonini beruvchi innovatsion yechim – agrovoltaika (agrofotovoltaika) texnologiyasidir. Agrovoltaika bu quyosh panellari (fotovoltaiik tizimlar) va qishloq xo'jaligi ekinlarini bir maydonning o'zida, parallel ravishda joylashtirish tizimi hisoblanadi (Dupraz et al., 2011). Ushbu maqolada agrovoltaikaning yer va suv resurslarini tejash, ekinlar hosildorligini oshirish, fermerlarning iqtisodiy barqarorligini ta'minlashdagi samaradorligi hamda mavjud qiyinchiliklar tahlil qilinadi.

1. Yer ekvivalenti nisbati (LER) va yerlardan samarali foydalanish

Agrovoltaikaning eng asosiy afzalligi yerdan foydalanish samaradorligining (Land Use Efficiency) keskin oshishidadir. Bu ko'rsatkichni o'lchashda "Yer ekvivalenti nisbati" (Land Equivalent Ratio - LER) tushunchasidan foydalaniladi. LER tizimi an'anaviy alohida dehqonchilik va alohida quyosh stansiyasidan olinadigan mahsulotni bitta birlashgan tizim bilan taqqoslaydi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, agrovoltaiik tizimlarda LER ko'rsatkichi 1.3





dan 1.6 gacha yetishi mumkin. Ya'ni, 100 gektar agrovoltaik maydon o'zlashtirilganda, u 160 gektar (100 ga quyosh stansiyasi va 60 ga dehqonchilik yoki aksincha) alohida yer beradigan samarani berishi aniqlangan (Amaducci et al., 2018). Bu o'sib borayotgan urbanizatsiya va yer tanqisligi sharoitida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va energiya mustaqilligiga erishishning optimal yo'li hisoblanadi.

2. Suv resurslarini tejash va mikroiklimni shakllantirish

Markaziy Osiyo kabi qurg'oqchil, quyosh radiatsiyasi o'ta yuqori bo'lgan mintaqalarda suv taqchilligi qishloq xo'jaligining eng zaif nuqtasidir (ayniqsa, Sirdaryo, Jizzax, Qashqadaryo kabi mintaqalarda). Quyosh panellari ostida joylashgan o'simliklar kuchli quyosh nurlaridan va issiqlik stressidan himoyalanaadi. Panellar yaratgan soya tuproq yuzasidagi havo haroratini pasaytiradi va shamol tezligini kamaytiradi. Natijada, tuproqdan suvning bug'lanishi (evapotranspiratsiya) sezilarli darajada pasayadi.

Hassanpour Adeg va uning hammualliflari (2018) tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, agrovoltaik tizim ostidagi tuproq namligi ochiq maydonga nisbatan namlikni o'zida uzoqroq ushlab turadi va sug'orishga bo'lgan ehtiyojni 20-30% gacha kamaytiradi. Qurg'oqchil hududlarda (drylands) suv, energiya va oziq-ovqat zanjirining o'zaro bog'liqligini o'rgangan Barron-Gafford va boshqalar (2019) ham agrovoltaika qurg'oqchilikning salbiy oqibatlarini yumshatishda "o'zaro manfaatli" (mutual benefits) yechim ekanligini isbotlagan.

3. Soya va yorug'lik balansi

Barcha qishloq xo'jaligi ekinlari ham to'g'ridan-to'g'ri quyosh nuriga muhtoj emas. O'simliklar yorug'likka to'yinish nuqtasiga ega bo'lib, undan ortiqcha quyosh radiatsiyasi fotosintez jarayonini tezlashtirmaydi, aksincha o'simlikni kuydirishi va stressga olib kelishi mumkin.

Agrovoltaikada ekinlarni tanlash strategik ahamiyatga ega. Soya va yarim soyaga chidamli ekinlar (masalan, ismaloq, salat bargi, pomidor, bulg'or qalampiri, rezavorlar, va ba'zi dukkalkilar) agrovoltaik tizimlarda ochiq maydondagiga nisbatan yaxshiroq yoki unga teng hosil beradi. Marrou va boshqalar (2013) salat bargi (lettuce) o'simligi ustida o'tkazgan tajribalarida quyosh panellari soyasi o'simlikning o'sish sur'atlariga ijobiy ta'sir ko'rsatishini hamda barglarning issiqdan zararlanishining oldini olishini aniqlashgan. Uzumzorlar ustida agrovoltaika qo'llanilganda ham sifat ko'rsatkichlari yaxshilanishi va iqtisodiy daromad oshishi kuzatilgan (Malu et al., 2017).

Shu bilan birga, makkajo'xori, bug'doy kabi intensiv quyosh nuriga muhtoj bo'lgan (C4 guruhiga mansub) ekinlarda hosildorlikning biroz pasayishi kuzatilishi mumkin. Shuning uchun tizimni loyihalashtirishda panellar orasidagi masofa va o'rnatish burchagi agronomik talablarga moslashtirilishi shart (Weselek et al., 2019).

4. Iqtisodiy samaradorlik, xavflarni diversifikatsiya qilish va energiya mustaqilligi

Fermer xo'jaliklari uchun agrovoltaika faqatgina ekologik loyiha emas, balki barqaror biznes modelidir. Qishloq xo'jaligi doimo iqlim injiqliklari (do'l, qurg'oqchilik, haddan tashqari issiqlik) xavfi ostida bo'ladi. Agrovoltaika fermerlarga daromad manbalarini





diversifikatsiya qilish imkonini beradi: agar yomon ob-havo tufayli hosil yo'qotilsa ham, quyosh energiyasidan olinadigan kafolatlangan daromad fermerni bankrotlikdan asrab qoladi (Dinesh & Pearce, 2016).

Bundan tashqari, hosil bo'lgan elektr energiyasi to'g'ridan-to'g'ri fermer xo'jaligining o'zida irrigatsiya nasoslarini yurgizish, issiqxonalar isitish tizimi, mahsulotlarni saqlash uchun mo'ljallangan muzlatkichli omborlarni elektr oqimi bilan ta'minlash uchun ishlatilishi mumkin. Iqtisodiy tahlillar shuni ko'rsatmoqdaki, dastlabki kapital xarajatlarining kattaligiga qaramay, agrovoltaik tizimlarining o'zini oqlash muddati yildan-yilga qisqarib bormoqda, sababi quyosh panellarining narxi arzonlashmoqda va energiya tariflari oshmoqda (Schindele et al., 2020).

5. "Yashil" iqtisodiyotga o'tish

Agrovoltaika issiqxona gazlari (CO₂) tashlanmalarini qisqartirish orqali iqlim o'zgarishini sekinlashtirishda bevosita ishtirok etadi. U an'anaviy energiyaga qaramlikni kamaytiradi. Qiziqarli tarafi shundaki, o'simliklar panellar ostida yaratadigan salqin va nam mikroiklim fotovoltaik panellarning ishlash samaradorligini ham oshiradi. Odatda, quyosh panellari qattiq qizib ketganda ularning energiya hosil qilish ko'rsatkichi pasayadi. O'simliklarning evapotranspiratsiyasi (namlik ajratishi) panellarni tabiiy ravishda sovutadi va yozning issiq kunlarida elektr energiyasi generatsiyasi samaradorligini 2-3 foizga oshiradi (Barron-Gafford et al., 2019). Bu dehqonchilik va energetika o'rtasidagi chinakam bio-texnologik simbiozdir.

Adabiyotlar

1. Amaducci, S., Yin, X., & Colauzzi, M. (2018). Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Applied Energy*, 220, 545-561.
2. Barron-Gafford, G. A., Pavao-Zuckerman, M. A., Minor, R. L., Sutter, L. F., Barnett-Moreno, I., Blackett, D. T., ... & Macknick, J. E. (2019). Agrivoltaics provide mutual benefits across the food–energy–water nexus in drylands. *Nature Sustainability*, 2(9), 848-855.
3. Dinesh, H., & Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 299-308.
4. Dupraz, C., Campiotti, C., Santese, G., & Marrou, H. (2011). Impact of agrivoltaic systems on crop production and energy generation. *Renewable Energy*, 36(11), 3169-3177.
5. Hassanpour Adeh, E., Selker, J. S., & Higgins, C. W. (2018). Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLOS One*, 13(11), e0203256.
6. Malu, P. R., Sharma, U. S., & Pearce, J. M. (2017). Agrivoltaic potential on grape farms in India. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 23, 104-110.
7. Mamun, M. A. A., Dargusch, P., Wadley, D., Zulkarnain, N. A., & Aziz, A. A. (2022). A review of research on agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112414.





TANQIDIY NAZAR, TAHLILY TAFAKKUR VA INNOVATSION G'OYALAR



8. Marrou, H., Wery, J., Dufour, L., & Dupraz, C. (2013). Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels. *European Journal of Agronomy*, 44, 54-66.
9. Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Obergfell, T., Bopp, G., Reise, C., ... & Moser, H. (2020). Implementation of agrophotovoltaics: Techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications. *Applied Energy*, 265, 114737.
10. Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., & Högy, P. (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(4), 1-20.

