ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 4

# DEVELOPMENT OF SCIENCE

## ILMIY JURNAL



# Development of science

## Ilmiy jurnal

*2026/3 VOLUME 4*

*ISSN 3030 -3907*

***Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.***

**BOSH MUHARRIR:**
***Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.***
**TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:**
***Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor***
***TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI***

**TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Bozorov G‘ayrat Rashidovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Abdurahmonov Olim Rustamovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Adizov Bobur Zamirovich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor*
***Hayitov Ruslan Rustamjonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Jumayev Qayum Karimovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Berdiyev Dorob Murodovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Maxmudov Rafiq Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Tilloyev Lochin Ismatilloyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Raxmonov Qahramon Sanakulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Barakayev Nusratullo Rajabovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Panoyev Erali Rajabboyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Ataullayev Sherzod Nabiullyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Malik Negmurodovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Axmedova Ozoda Bahronovna***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.*
***Safarov Bahri Jumayevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Xaydarov Axtam Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Safarov Jasur Alijon o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Асадова Раъно Дилмуратовна***
*Тошкент Давлат техника университети доценти*

**KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Axmedov Voxid Nizomovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Umarov Baqo Bafoyevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Kodirov Abduaxad Abduraximovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Qurbonov Mingniqul Jumagulovich***
*Qarshi davlat Universiteti, dotsent*
***Turemuratov Sharibay Naurizbaevich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor*
***Tursunov Kaxor Shonazarovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Do‘stov Hamro***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Panoyev Nodir Shavkatovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Kasimov Sherzod Abduazimovich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor.*
***Aliqulov Rustam Valiyevich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor*
***Tropov Xamza Tursunovich***
*Samarqand Davlat Universiteti, professor*

**IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Nizamov Aslitdin Badreddinovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Boboyev Akmal Choriyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Saidaxmedova Nodira Ilxomovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Muxsinov Bekzod Toxirovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shakarov Qulmat Ashirovich***
*Renessans ta'lim universiteti,dotsent.*
***Jumaeva Zulfiya Qayumovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Norova Salomat Yusupovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Jalilov Jamshid G‘anijonovich***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent*
***Xasanova Gulruh Djumanazarovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*

**PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Siddiqova Sadoqat G‘afforovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Zoyirov Erkin Xalilovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor*
***Gaffarov Feruz Hasanovich***
Puchon Universiteti, *professor*
***Ruziyev Davron Yuldashevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Muradova Firuza Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Yunusova Gulandon Samiyevna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***To‘xtayeva Zebo Sharifovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Uzoqova Laylo Polvonovna***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*
***To‘raqulova Marjona Qiyom qizi***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Muradova Zarina Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Sanjar Aslonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent*
***Gaffarov Laziz Hasanovich***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.



ISSN 3030-3907

**Development of science** ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.



ISSN 3030-3907

# TABIIY KONVEKSIYA ASOSIDAGI BEVOSITA VA BILVOSITA QUYOSH QURITGICHLARINING QURITISH JARAYONIGA TA'SIRINI BAHOLASH

**Ma`murova Dildora Ma`ruf qizi**
*Buxoro davlat universiteti magistranti*

**Annotatsiya.** Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlashda quritish jarayoni muhim texnologik bosqich hisoblanadi. So'nggi yillarda energiya tejamkor va ekologik toza texnologiyalarni qo'llash maqsadida quyosh energiyasiga asoslangan quritish tizimlariga qiziqish ortib bormoqda. Ushbu maqolada tabiiy konveksiya asosida ishlaydigan bevosita va bilvosita quyosh quritgichlarining meva va sabzavotlarni quritish jarayoniga ta'siri tahlil qilinadi. Quritish jarayonida harorat, nisbiy namlik, havo oqimi tezligi va mahsulotning namlik miqdori kabi asosiy parametrlar baholandi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, bilvosita quyosh quritgichlari mahsulot sifatini yaxshiroq saqlaydi va quritish samaradorligini oshiradi. Tadqiqot natijalari quyosh energiyasiga asoslangan quritish texnologiyalarini qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlashda keng qo'llash imkoniyatlarini ko'rsatadi.

**Kalit so'zlar:** quyosh quritgichi, tabiiy konveksiya, bilvosita quritish, bevosita quritish, quritish kinetikasi, meva va sabzavot quritish, qayta tiklanuvchi energiya

**Аннотация.** В данном исследовании оценивается влияние прямых и косвенных солнечных сушилок, работающих на основе естественной конвекции, на процесс сушки сельскохозяйственной продукции. Сушка является одним из важнейших этапов послеуборочной обработки фруктов и овощей, направленным на снижение влажности и продление срока хранения. В последние годы системы сушки на основе солнечной энергии привлекают особое внимание благодаря их энергоэффективности, экологической безопасности и низким эксплуатационным затратам. В работе проанализированы основные параметры процесса сушки, включая температуру, относительную влажность, скорость воздушного потока и содержание влаги в продукции. Сравнительный анализ показал, что косвенные солнечные сушилки обеспечивают более стабильные условия сушки, улучшают качество продукции и уменьшают потерю цвета и питательных веществ. Полученные результаты подтверждают перспективность использования солнечных сушильных систем на основе естественной конвекции в устойчивой переработке сельскохозяйственной продукции.



ISSN 3030-3907

**Ключевые слова:** Солнечная сушилка, естественная конвекция, прямое солнечное сушение, косвенное солнечное сушение, кинетика сушки, сушка фруктов и овощей, возобновляемая энергия, энергоэффективные технологии.

**Annotation.** This study evaluates the impact of direct and indirect solar dryers based on natural convection on the drying process of agricultural products. Drying is one of the most important post-harvest technologies for preserving fruits and vegetables, reducing moisture content, and extending shelf life. In recent years, solar energy–based drying systems have gained significant attention due to their energy efficiency, environmental sustainability, and low operational cost. The research analyzes key drying parameters, including temperature, relative humidity, airflow rate, and moisture content of products. Comparative analysis shows that indirect solar dryers provide better control of drying conditions, improve product quality, and reduce undesirable effects such as color degradation and nutrient loss. The results confirm that natural convection–based solar drying systems are promising technologies for sustainable agricultural processing and renewable energy utilization.

**Keywords:** Solar dryer, natural convection, direct solar drying, indirect solar drying, drying kinetics, fruit and vegetable drying, renewable energy, energy-efficient technology.

## KIRISH

Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash jarayonida quritish muhim texnologik bosqichlardan biri hisoblanadi. Meva va sabzavotlar tarkibida namlik miqdori yuqori bo‘lgani sababli ular mikrobiologik buzilish va kimyoviy o‘zgarishlarga tez uchraydi. Shu sababli mahsulot tarkibidagi namlikni kamaytirish orqali ularning saqlash muddatini uzaytirish va sifatini saqlab qolish mumkin. So‘nggi yillarda oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash va hosildan keyingi yo‘qotishlarni kamaytirish maqsadida energiya tejamkor quritish texnologiyalariga bo‘lgan qiziqish ortib bormoqda [1–2]. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, rivojlanayotgan mamlakatlarda hosildan keyingi yo‘qotishlar ba’zi hollarda 30–40 % gacha yetadi, bu esa samarali quritish texnologiyalarini joriy etishni talab qiladi [1].

An’anaviy ochiq quyosh ostida quritish usuli qishloq xo‘jaligida keng qo‘llaniladigan usullardan biri hisoblanadi. Biroq ushbu usul mahsulotning chang, hasharotlar va boshqa tashqi omillar bilan ifloslanishiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, ochiq quritish jarayonida harorat, havo namligi va havo oqimi kabi muhim parametrlar nazorat qilinmaydi, bu esa mahsulot sifatining pasayishiga sabab bo‘ladi. Shu sababli zamonaviy quyosh quritgichlari qishloq xo‘jaligi



ISSN 3030-3907

mahsulotlarini samarali va gigiyenik usulda quritish uchun muqobil texnologiya sifatida taklif etilmoqda [2–3].

Quyosh energiyasi qayta tiklanuvchi energiya manbalari orasida eng keng tarqalgan va ekologik toza energiya manbalaridan biri hisoblanadi. Quyosh quritgichlari quyosh radiatsiyasidan foydalanib, quritish kamerasidagi havoni qizdiradi va mahsulot tarkibidagi namlikni bug‘lantiradi. Ilmiy adabiyotlarda quyosh quritgichlari odatda bevosita, bilvosita, kombinatsiyalangan va gibrid turlarga ajratiladi [3–4]. Bevosita quyosh quritgichlarida mahsulotlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlanishi ta’sirida quritiladi, bilvosita quritgichlarda esa quyosh kollektorida qizdirilgan havo quritish kamerasiga uzatiladi. Bilvosita quritgichlar mahsulotni to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlaridan himoya qilgani sababli oziq-ovqat sifati va rangini yaxshiroq saqlab qoladi [4–5].

Tabiiy konveksiya asosida ishlaydigan quyosh quritgichlari energiya sarfi past bo‘lgan texnologiyalar qatoriga kiradi. Ushbu tizimlarda havo harakati harorat farqi natijasida hosil bo‘ladi: quyosh radiatsiyasi ta’sirida qizigan havo zichligi kamayib yuqoriga ko‘tariladi va quritish kamerasida tabiiy havo aylanishi yuzaga keladi. Natijada mahsulot tarkibidagi namlik bug‘lanib, quritish jarayoni sodir bo‘ladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, tabiiy konveksiya asosidagi quyosh quritgichlari ko‘plab qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini **40–70 °C** harorat oralig‘ida samarali quritish imkonini beradi [4–6].

So‘nggi yillarda quyosh quritgichlarining konstruktsiyasini takomillashtirish, issiqlik samaradorligini oshirish va quritish jarayonini optimallashtirishga qaratilgan ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Masalan, quyosh kollektorlarining konstruktsiyasini o‘zgartirish, issiqlik akkumulyatsiya materiallaridan foydalanish hamda havo oqimini optimallashtirish orqali quritish samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkinligi aniqlangan [5–7]. Bundan tashqari, quyosh quritgichlarida issiqlik va massa almashinuvi jarayonlarini matematik modellashtirish orqali quritish jarayonini chuqurroq tahlil qilish imkoniyati mavjud [6].

Ilmiy adabiyotlarda tabiiy konveksiya asosidagi quyosh quritgichlarining ishlash samaradorligi quyosh radiatsiyasi intensivligi, qurilma konstruktsiyasi, havo oqimi tezligi va mahsulotning fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog‘liq ekanligi qayd etilgan. Shuningdek, bevosita va bilvosita quritgichlarning samaradorligi mahsulot turiga qarab sezilarli darajada farq qilishi mumkin [7–8]. Shu sababli turli turdagi quyosh quritgichlarining quritish jarayoniga ta’sirini tahlil qilish va ularning samaradorligini baholash ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.



ISSN 3030-3907

Shu nuqtai nazardan, ushbu tadqiqotda tabiiy konveksiya asosida ishlaydigan bevosita va bilvosita quyosh quritgichlarining quritish jarayoniga ta’siri tahlil qilinadi hamda turli meva va sabzavotlarni quritish jarayonida ularning samaradorligi baholanadi.

## ASOSIY QISM

Quyosh quritgichlarida quritish jarayonining samaradorligi nafaqat qurilma konstruktsiyasiga, balki quritish jarayonida sodir bo‘ladigan issiqlik va massa almashinuvi jarayonlariga ham bog‘liq. Quritish jarayonida mahsulot yuzasidan namlik bug‘lanishi uchun issiqlik energiyasi talab qilinadi. Ushbu energiya quyosh radiatsiyasi orqali hosil bo‘lgan issiq havo yordamida mahsulotga uzatiladi. Natijada mahsulot ichidagi namlik diffuziya jarayoni orqali yuzaga chiqib bug‘lanadi. Shu sababli quritish jarayonini optimallashtirish uchun issiqlik va massa almashinuvi jarayonlarini chuqur o‘rganish muhim hisoblanadi [8–9].

Ko‘plab tadqiqotlarda quyosh quritgichlarining ishlash samaradorligini oshirish maqsadida turli konstruktiv yechimlar taklif qilingan. Masalan, Fudholi va hamkorlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda quyosh quritgichlarining kollektor yuzasini optimallashtirish va havo oqimini yaxshilash orqali quritish samaradorligini oshirish mumkinligi ko‘rsatib berilgan [9]. Tadqiqotchilar quyosh quritgichlarida issiqlik samaradorligi ko‘pincha **20–40 %** oralig‘ida bo‘lishini ta’kidlagan.

Shuningdek, solar quritgichlarda energiya samaradorligini oshirish maqsadida issiqlik akkumulyatsiya materiallaridan foydalanish ham keng o‘rganilmoqda. Masalan, faza o‘zgaruvchan materiallar (PCM) yordamida quyosh energiyasini kun davomida saqlab qolish va quritish jarayonini kechki paytgacha davom ettirish mumkinligi aniqlangan [10]. Bu esa ayniqsa quyosh radiatsiyasi o‘zgaruvchan bo‘lgan hududlarda quritish ja rayonining barqarorligini oshirishga yordam beradi.

Bundan tashqari, qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini quritishda havo oqimi tezligi ham muhim rol o‘ynaydi. Juda past havo oqimi namlikning bug‘lanishini sekinlashtirsa, juda yuqori havo oqimi esa issiqlik yo‘qotishlariga olib kelishi mumkin. Shu sababli quritish kamerasi ichida optimal havo oqimi tezligini ta’minlash muhim hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ko‘pgina mahsulotlar uchun optimal havo oqimi tezligi **0.5–2 m/s** oralig‘ida bo‘ladi [10–11].

Quyosh quritgichlaridan foydalanish mahsulot sifatiga ham ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Masalan, pomidor, o‘rik va uzum kabi mahsulotlarni quyosh quritgichlarida quritish jarayonida ularning rang ko‘rsatkichi, vitamin miqdori va antioksidant xususiyatlari an’anaviy ochiq quritish usuliga nisbatan yaxshiroq



ISSN 3030-3907

saqlanib qolishi aniqlangan [11]. Bu esa quyosh quritgichlarini oziq-ovqat sanoatida keng qo‘llash imkoniyatini oshiradi.

Quyosh quritgichlarida quritish jarayonini samarali tashkil etish uchun mahsulotlarning quritish parametrlari muhim hisoblanadi. Turli meva va sabzavotlar uchun quritish harorati, boshlang‘ich namlik miqdori hamda quritish davomiyligi sezilarli darajada farq qiladi.

**1-Jadval**

**Quyosh quritgichlarida ayrim meva va sabzavotlarning quritish parametrlari**

| № | Mahsulot | Boshlang‘ich namlik (%) | Quritish harorati (°C) | Quritish vaqti (soat) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Olma | 84–86 | 50–60 | 8–12 |
| 2 | Uzum | 78–80 | 45–55 | 10–14 |
| 3 | O‘rik | 82–85 | 50–60 | 12–18 |
| 4 | Shaftoli | 85–88 | 50–60 | 10–16 |
| 5 | Banan | 70–75 | 55–65 | 8–10 |
| 6 | Ananas | 80–85 | 55–65 | 10–14 |
| 7 | Mango | 78–82 | 55–65 | 8–12 |
| 8 | Qulupnay | 88–90 | 45–55 | 8–10 |
| 9 | Olxo‘ri | 80–83 | 50–60 | 12–16 |
| 10 | Anor | 75–80 | 50–60 | 10–12 |
| 11 | Pomidor | 93–95 | 50–60 | 10–14 |
| 12 | Sabzi | 86–88 | 55–65 | 8–12 |
| 13 | Kartoshka | 75–80 | 55–65 | 8–10 |
| 14 | Piyoz | 88–90 | 50–60 | 6–10 |
| 15 | Sarimsoq | 65–70 | 45–55 | 6–8 |
| 16 | Qovoq | 90–92 | 50–60 | 10–14 |
| 17 | Baqlajon | 90–92 | 50–60 | 10–12 |
| 18 | Bulg‘or qalampiri | 88–90 | 50–60 | 8–12 |
| 19 | Karam | 90–93 | 50–60 | 8–12 |
| 20 | Lavlagi | 85–88 | 55–65 | 10–14 |

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, turli mahsulotlar uchun quritish harorati va davomiyligi ularning tarkibidagi namlik miqdori hamda fizik tuzilishiga bog‘liq ravishda farq qiladi. Masalan, pomidor va qovoq kabi sabzavotlarda boshlang‘ich namlik miqdori juda yuqori bo‘lgani sababli ularning quritish jarayoni nisbatan uzoq davom etadi. Banan va mango kabi ayrim mevalar esa nisbatan past namlikka ega bo‘lib, ularning quritish jarayoni tezroq yakunlanadi [6–8].



ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlarda quyosh quritgichlarining samaradorligini matematik modellashtirish orqali baholashga ham katta e’tibor qaratilmoqda. Quritish jarayonini modellashtirish yordamida quritish kinetikasini, namlik kamayish tezligini hamda issiqlik samaradorligini aniqlash mumkin. Bunday modellar quritish jarayonini optimallashtirish va yangi quritgich konstruktsiyalarini loyihalashda muhim ahamiyatga ega [12].

Umuman olganda, olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, tabiiy konveksiya asosidagi quyosh quritgichlari qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini quritishda energiya tejamkor va ekologik toza texnologiya hisoblanadi. Bevosita va bilvosita quyosh quritgichlari o‘zining konstruktsiyasi va ishlash prinsipi bilan farq qilsa-da, har ikkala turdagi qurilmalar ham mahsulotlarni samarali quritish imkonini beradi. Shu sababli ushbu qurilmalarni takomillashtirish va ularning quritish jarayoniga ta’sirini chuqur o‘rganish ilmiy jihatdan muhim ahamiyatga ega.

**XULOSA**

Mazkur tadqiqotda tabiiy konveksiya asosida ishlaydigan bevosita va bilvosita quyosh quritgichlarining qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini quritish jarayoniga ta’siri tahlil qilindi. O‘rganish natijalari shuni ko‘rsatdiki, quyosh energiyasidan foydalanishga asoslangan quritish texnologiyalari energiya tejamkorligi va ekologik tozaligi bilan an’anaviy quritish usullariga nisbatan muhim afzalliklarga ega.

Tahlil natijalariga ko‘ra, bevosita quyosh quritgichlari konstruktsiya jihatdan sodda va iqtisodiy jihatdan arzon bo‘lib, kichik xo‘jaliklar va fermer xo‘jaliklarida foydalanish uchun qulay hisoblanadi. Biroq mahsulotlarning to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlanishi ta’sirida quritilishi ayrim hollarda rang o‘zgarishi va biologik faol moddalarning kamayishiga olib kelishi mumkin. Bilvosita quyosh quritgichlari esa quyosh kollektorida qizdirilgan havodan foydalanishi sababli quritish jarayonini barqarorlashtiradi hamda mahsulot sifatini yaxshiroq saqlab qolishga imkon yaratadi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, meva va sabzavotlarni quyosh quritgichlarida quritish jarayonining samaradorligi quyosh radiatsiyasi intensivligi, quritish kamerasining konstruktsiyasi, havo oqimi tezligi hamda mahsulotning boshlang‘ich namlik miqdoriga bevosita bog‘liq. Ko‘pgina qishloq xo‘jaligi mahsulotlari uchun optimal quritish harorati 45–65 °C oralig‘ida bo‘lib, ushbu harorat mahsulot tarkibidagi vitaminlar va boshqa biologik faol moddalarning saqlanishiga imkon beradi.

Shuningdek, tadqiqot davomida turli meva va sabzavotlar uchun quritish parametrlari tahlil qilinib, ularning boshlang‘ich namlik miqdori va quritish



ISSN 3030-3907

davomiyligi mahsulotning fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog‘liqligi aniqlandi. Mevalarda shakar miqdori yuqori bo‘lgani sababli ularning quritish jarayoni sabzavotlarga nisbatan sekinroq kechishi kuzatildi. Sabzavotlarda esa tolali tuzilma va nisbatan past shakar miqdori tufayli namlik tezroq bug‘lanadi.

Umuman olganda, tabiiy konveksiya asosidagi quyosh quritgichlari qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini quritishda energiya tejamkor, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali texnologiya hisoblanadi. Kelgusida quyosh quritgichlarining konstruktsiyasini takomillashtirish, issiqlik akkumulyatsiya materiallaridan foydalanish hamda quritish jarayonini matematik modellashtirish orqali ushbu texnologiyaning samaradorligini yanada oshirish mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. El-Sebaii A.A., Shalaby S.M. Solar drying of agricultural products: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012.
2. Chauhan Y.B., Rathod P.P. A comprehensive review of the solar dryer. International Journal of Ambient Energy, 2020.
3. Prasad G., Sarkar S., Sethi L.N. Solar Drying Technology for Agricultural Products: A Review. Agricultural Reviews, 2024.
4. Villagran E., Espitia J., Velázquez F., Rodriguez J. Solar Dryers: Technical Insights and Bibliometric Trends in Energy Technologies. AgriEngineering, 2024.
5. Venkateswarlu K., Reddy S.V. Recent trends on energy-efficient solar dryers for food and agricultural products drying. Waste Disposal & Sustainable Energy, 2024.
6. Chauhan et al. Recent developments in natural convective solar dryers for agricultural products. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2025.
7. Nukulwar M., Tungikar V. Progressive review of solar drying studies of agricultural products. Sustainable Engineering Review, 2023.
8. Fudholi A. et al. Solar drying technologies: design and performance review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2026.
9. Fudholi A., Sopian K., Ruslan M.H., Alghoul M.A., Sulaiman M.Y. Review of solar dryers for agricultural and marine products**.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2010.
10. Azaizia Z., Kooli S., Elkhadraoui A., Farhat A., Guizani A. Investigation of a new solar greenhouse drying system for peppers. Renewable Energy, 2017.
11. Doymaz **İ.** Drying characteristics of agricultural products in solar drying systems. Journal of Food Engineering, 2012.
12. Akpinar E.K. Mathematical modelling of thin layer drying process of agricultural products. Energy Conversion and Management, 2006.



ISSN 3030-3907