ISNN 3030-3907

2026/2
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/2 VOLUME 3

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.

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

TOM USTIDAGI ISSIQXONALARDA ENERGIYA VA RESURSLARNI TEJASHNING NAZARIY TAHLILI

B.A.Abdukarimov.
Farg‘ona davlat texnika universiteti,
A.X.Sattorov.
Farg‘ona davlat texnika universiteti,
M.Sh.Xakimov.
Farg‘ona davlat texnika universiteti,
E-mail: xakimovmirkomil7@gmail.com

Anatatsiya. Ushbu maqola tom ustidagi issiqxonalar orqali shahar sharoitida energiya samaradorligini oshirish, mikroiqlimni boshqarish va resurslarni barqaror tejash imkoniyatlarini o‘rganishga bag‘ishlangan. Shahar hududlarida zich joylashuv va cheklangan yer maydoni, oziq-ovqat yetishtirishning innovatsion usullarini talab qiladi. Tom ustidagi issiqxonalar nafaqat yil davomida yangi ko‘katlar va boshqa oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirishga imkon beradi, balki binolardan chiqayotgan ikkilamchi issiqlik energiyasidan, quyosh kollektorlaridan va PV tizimlardan foydalanish orqali energiya tejamkorligini oshiradi.

Kalit so‘zlar: Tom ustidagi issiqxonalar, shahar qishloq xo‘jaligi, energiya samaradorligi, mikroiqlimni boshqarish, resurslarni tejash, ikkilamchi issiqlikdan foydalanish, quyosh kollektorlari, fotovoltaik tizimlar, shamollatish tizimi, barqaror oziq-ovqat ishlab chiqarish.

Аннотация. Данная статья посвящена изучению возможностей повышения энергетической эффективности, управления микроклиматом и устойчивой экономии ресурсов в условиях города с использованием теплиц на крыше. В городских районах высокая плотность застройки и ограниченность земель требуют внедрения инновационных методов выращивания продовольствия. Теплицы на крыше позволяют не только выращивать свежую зелень и другие продукты питания круглый год, но и повышать эффективность использования энергии за счет применения вторичного тепла из зданий, солнечных коллекторов и фотогальванических систем.

Ключевые слова: Теплицы на крыше, городское сельское хозяйство, энергоэффективность, контроль микроклимата, экономия ресурсов, использование вторичного тепла, солнечные коллекторы, фотогальванические системы, вентиляционная система, устойчивое производство продовольствия.

Abstract. This article is dedicated to exploring the potential of enhancing energy efficiency, controlling the microclimate, and achieving sustainable resource savings in urban environments through rooftop greenhouses. In densely populated

ISSN 3030-3907

urban areas with limited land, innovative methods of food production are required. Rooftop greenhouses not only enable the year-round cultivation of fresh greens and other food products but also improve energy efficiency by utilizing waste heat from buildings, solar collectors, and photovoltaic systems.

Keywords: Rooftop greenhouses, urban agriculture, energy efficiency, microclimate control, resource conservation, waste heat utilization, solar collectors, photovoltaic systems, ventilation system, sustainable food production.

KIRISH

Tomdagi issiqxonalar shaharlar va boshqa zich joylashgan hududlar haqidagi tasavvurimizni o‘zgartirmoqda. Shaharlar aholini oziq-ovqat bilan yanada yaqinlashtirish maqsadida qishloq xo‘jaligining muqobil usullarini qo‘llab-quvvatlash va joriy etish orqali o‘zlarini qayta belgilamoqda. Bu jarayon bo‘sh yerlarda tashkil etilgan kichik jamoat fermalari hamda binolar tomlarida barpo etilgan tom bog‘lari yoki “yashil tomlar”dan boshlangan bo‘lib, bugungi kunda shahar jamoalarini yil davomida mahalliy oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta’minlash, yetkazib berish masofasini qisqartirish imkonini beradigan yirik tomdagi issiqxonalar qurilishigacha rivojlandi.

Shahar sharoitida oziq-ovqat ishlab chiqarish masalasiga yondashuv o‘zgarmoqda: oziq-ovqat endilikda faqat supermarketlardan sotib olinadigan mahsulot emas, balki bevosita yetishtiriladigan resurs sifatida qaralmoqda. Mazkur yondashuv oziq-ovqatni oddiy iste’mol tovari emas, balki inson hayoti va salomatligini ta’minlovchi muhim omil sifatida anglash tushunchasini shakllantiradi.

Tomdagi issiqxonalarni joylashtirish uchun keng tarqalgan obyektlar qatoriga restoranlar, oziq-ovqat do‘konlari, ko‘p qavatli turar joy binolari, shifoxonalar, omborxonalar hamda boshqa turdagi binolar tomlari kiradi. Ushbu maqolada tomdagi issiqxonalarning asosiy afzalliklari va qo‘llanilish sohalari tahlil qilinib, ularning shahar qishloq xo‘jaligi sohasida shakllanib borayotgan zamonaviy tendensiyalar bilan uyg‘unligi yoritib beriladi.[1]

Tom ustidagi issiqxonalarning afzalliklari:

a) Binolarda energiya tejamkorligini oshirish

b) Yomg‘ir suvini yig‘ish va undan foydalanish orqali suv resurslarini tejash

c) Shahar muhitida havo sifatining yaxshilanishi

d) Yer resurslaridan samarali foydalanish

e) Transport xarajatlari va yoqilg‘i sarfining kamayishi

f) Issiqxona joylashgan hudud atrofidagi barcha obyektlar uchun mulk qiymatining oshishi

g) Shahar “issiqlik oroli” effektining kamayishi

ISSN 3030-3907

h) Mahalliy oziq-ovqat hamjamiyatini shakllantirish va qo‘llab-quvvatlashga xizmat qilishi

Energiyani tejash: Shahar sharoitida tijorat binolarini isitish va sovutish uchun sarflanadigan energiya xarajatlari yuqori hisoblanadi. Tomdagi issiqxonalar ushbu xarajatlarni kamaytirishga xizmat qilib, binoning umumiy energiya balansini yaxshilaydi. Qish faslida quyoshli kunlarda issiqxona orqali to‘plangan issiqlik quyi qavatlarda joylashgan binoni qo‘shimcha isitishga yordam bersa, yoz mavsumida esa issiqxona himoya qatlami sifatida faoliyat yuritib, binoning haddan tashqari qizib ketishini oldini oladi. Natijada, tomdagi issiqxona qaysi turdagi binoda joylashtirilishidan qat’i nazar, uning energiya tejamkorligini oshiradi.[2]

Suvni tejash: Shahar hududlarida kuchli yog‘ingarchilik paytida katta hajmdagi yomg‘ir suvlari hosil bo‘lib, ular oqava suvlarni tozalash inshootlariga yo‘naltiriladi va qo‘shimcha yuklama keltirib chiqaradi. Tomdagi issiqxonalar yomg‘ir suvlarini yig‘ish va vaqtincha saqlash imkonini beradi. Ushbu suvdan o‘simliklarni sug‘orishda foydalanilishi natijasida ichimlik suvi resurslari tejaladi hamda shahar drenaj tizimiga tushadigan yuk kamayadi.

Havo sifati yaxshilandi: O‘simliklarga boy issiqxona atrof-muhitga sezilarli miqdorda kislorod ajratib chiqaradi, bu esa havo sifatining yaxshilanishiga xizmat qiladi. Bundan tashqari, issiqxona ichidagi havo tabiiy ravishda filtrlanib, undagi chang va boshqa mayda zarrachalar miqdori kamayadi. Agar tomdagi issiqxona oziq-ovqat do‘koni, restoran, shifoxona yoki inson faoliyati yuqori bo‘lgan boshqa binolar ustida joylashtirilsa, issiqxonadan chiqayotgan havo qayta filtrlanib bino ichiga yo‘naltirilishi mumkin. Bu esa ichki muhitning havo sifatini yaxshilab, makonni yanada qulay va yashash uchun yaroqli holga keltiradi.[3]

Yerni tejash: Shahar qishloq xo‘jaligi misolida, Gotham Greens kompaniyasi Nyu-York shahridagi Whole Foods ustiga o‘zining birinchi gidroponik issiqxonasini barpo etdi. Bu qaror, asosan, Nyu-Yorkdagi ko‘chmas mulk bozoridagi yuqori narxlarni hisobga olgan holda qabul qilingan (1-rasm). Mavjud bino ustiga issiqxona va oziq-ovqat do‘koni qurilishi ularning biznesini barqarorlashtirishga bir nechta jihatdan yordam berdi: issiqxona yil davomida Whole Foods va hududdagi boshqa mahalliy restoranlarni yangi, mahalliy ko‘katlar bilan ta’minlaydi. Shuningdek, tomdagi issiqxonalar shaharlarda keng tarqalgan, yer maydonining cheklanganligi va ko‘chmas mulk narxlarining oshishi kabi muammolarga samarali yechim sifatida xizmat qiladi.[4]

ISSN 3030-3907



1-rasm Nyu-York shahridagi Whole Foods

Muvaffaqiyatli joyni tejaydigan va ekologik jihatdan foydali issiqxona inshootining yana bir namunasi Germaniyaning Visbaden shahridagi Rewe Marketdir (1-rasm). Tomda barpo etilgan akvaponika issiqxonasi mintaqani yangi ko‘katlar va baliq mahsulotlari bilan ta’minlaydi. Ushbu yuqori darajada barqaror supermarket, 2500 m² maydonga ega bo‘lib, tomdagi issiqxona hisobga olingan holda bir yil ichida qurilgan va o‘z faoliyati davomida 700 tonna CO_2 emissiyasini kamaytirishga erishgan.[5]



2-rasm Germaniyaning Visbaden shahridagi Rewe Market

Gotik issiqxona Ta’rif va xususiyatlar:

Gotik issiqxona o‘zining uchli ark shaklidagi tomi bilan ajralib turadi. Bu dizayn shamol va qor bosimiga yuqori darajada chidamlilikni ta’minlaydi va binoning ichki mikroiqlimini barqaror saqlashga yordam beradi. Shu bilan birga, ikki qavatli plyonka ishlatilishi issiqlikni samarali ushlab turishga xizmat qiladi, bu esa issiqxonaning energiya samaradorligini oshiradi. Gotik shaklning yuqori tom qismi issiqlikning tabiiy konveksiyasini ta’minlab, havoning yaxshilangan

ISSN 3030-3907

aylanishini yaratadi, bu esa o‘simliklarning optimal o‘sish sharoitlarini ta’minlaydi.

Afzalliklari:

a) Uchli ark shakli orqali issiqlikni samarali ushlab turish;

b) Shamol va qor bosimiga yuqori chidamlilik;

c) Ichki havoning tabiiy aylanishi va o‘simliklar uchun optimal mikroiqlimni yaratish;

d) Ikki qavatli plyonka orqali issiqlik yo‘qotilishini kamaytirish, energiya tejamkorligini oshirish.

e) Kamchiliklari:

f) Murakkab ramka va uchli tom dizayni o‘rnatish va texnik xizmat ko‘rsatishda maxsus malaka talab qiladi;

g) Tom qismlarini muntazam tekshirish va parvarishlash zarur, aks holda struktura chidamliligi pasayishi mumkin;

h) Ishlab chiqarish va montaj xarajatlari boshqa oddiy shakldagi issiqxonalarga nisbatan yuqoriroq bo‘lishi mumkin.[6]

Tunnel issiqxona ta’rif va xususiyatlar:

Tunnel issiqxona odatda yarim doira yoki uzun silindr shaklidagi konstruktsiyaga ega bo‘lib, ekologik va iqlim sharoitlariga moslashuvchanlikni ta’minlaydi. Bu turdagi issiqxona ichki harorat, namlik va shamol sharoitlarini samarali boshqarish imkonini beradi, natijada ekinlarning o‘sish davri uzayadi va hosildorlik sezilarli darajada oshadi. Tunnel shaklining aerodinamik tuzilishi shamol ta’sirini kamaytirib, strukturaviy barqarorlikni ta’minlaydi. Shu bilan birga, issiqxona ichidagi mikroiqlimni nazorat qilish uchun zamonaviy avtomatik tizimlar qo‘llanilishi mumkin, bu esa mehnat xarajatlarini kamaytiradi va resurslardan samarali foydalanishga yordam beradi.[7]

Afzalliklari:

a) Harorat, namlik va shamol sharoitlarini samarali boshqarish;

b) Ekinlarning o‘sish davrini uzaytirish va hosildorlikni oshirish;

c) Aerodinamik shakli orqali shamol va ob-havo ta’siriga chidamlilik;

d) Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari orqali resurslardan samarali foydalanish.

Kamchiliklari:

a) Ba’zi turlari, masalan, multi-span yoki ikki membranali tunnel issiqxonalar narxi yuqori bo‘lib, kichik fermerlar uchun iqtisodiy jihatdan qimmatga tushadi;

b) Murakkab texnik boshqaruv va muntazam texnik xizmatni talab qiladi;

c) Katta maydonlarda joylashgan tunnel issiqxonalar uchun investitsiya xarajatlari sezilarli bo‘lishi mumkin.

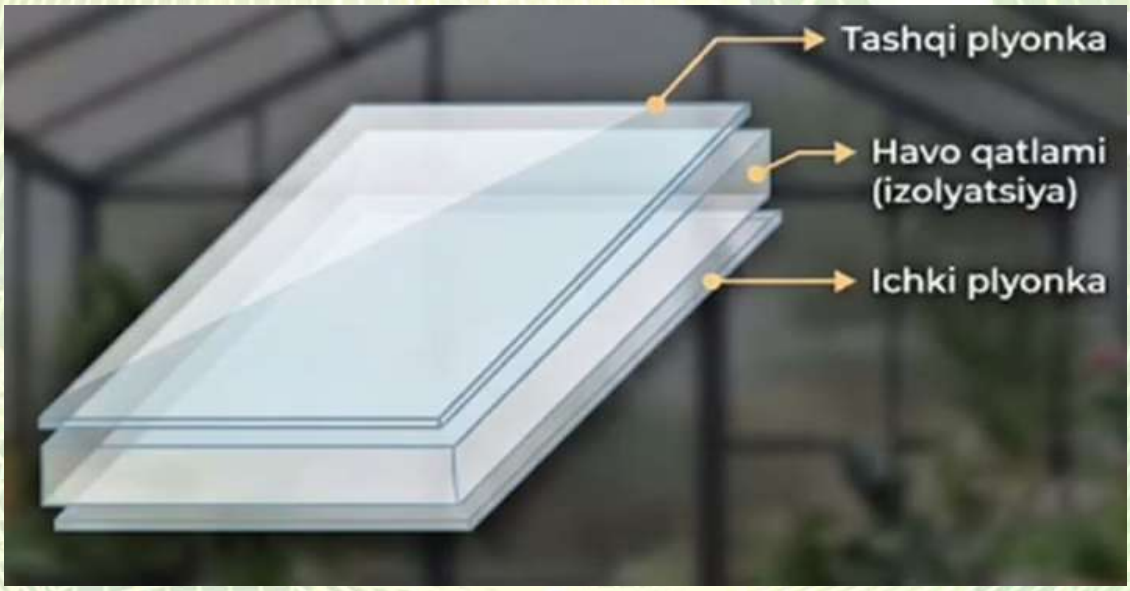
ISSN 3030-3907

Gollandiya issiqxonasi

Gollandiya issiqxonasi yuqori texnologiyalarga asoslangan, sanoat miqyosida intensiv o‘simlik yetishtirish uchun mo‘ljallangan zamonaviy issiqxona turi hisoblanadi. Ushbu issiqxonalar asosan shisha yoki yuqori sifatli polikarbonat panellar bilan qoplangan bo‘lib, maksimal yorug‘lik o‘tkazuvchanligini ta’minlaydi. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari yordamida harorat, namlik, CO_2 konsentratsiyasi, yorug‘lik va sug‘orish jarayonlari aniq nazorat qilinadi.

Afzalliklari: Gollandiya issiqxonalarining asosiy afzalligi — o‘sish muhitini to‘liq optimallashtirish imkoniyatidir. Avtomatik boshqaruv tizimlari va ilg‘or tomchilatib sug‘orish hamda gidroponik texnologiyalar orqali suv va o‘g‘itlardan samarali foydalaniladi. Yuqori yorug‘lik o‘tkazuvchan shisha yoki polikarbonat qoplamalar fotosintez jarayonini faollashtirib, o‘simliklarning tez va barqaror o‘sishini ta’minlaydi. Natijada hosildorlik an’anaviy issiqxonalarga nisbatan sezilarli darajada oshadi va yil davomida sifatli mahsulot olish imkoniyati yaratiladi.

Kamchiliklari: Shu bilan birga, Gollandiya issiqxonalarining murakkab avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi yuqori darajadagi texnik xizmat ko‘rsatishni talab qiladi. Suv ta’minoti, elektr energiyasi yoki sensor tizimlaridagi kichik nosozliklar ham issiqxona ichidagi mikroiqlimning tez o‘zgarishiga olib kelishi mumkin, bu esa o‘sish sharoitiga va hosildorlikka salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari, ko‘p qavatli shisha yoki polikarbonat panellarni o‘rnatish va saqlash katta moliyaviy xarajatlarni talab qilgani sababli, bu turdagi issiqxonalar kichik fermer xo‘jaliklari



3-rasm Ikki qavatli plyonka uchun iqtisodiy jihatdan murakkab bo‘lishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Issiqxonalarda ikki qavatli plyonkaning foydasi va qo‘llanish maqsadi: Issiqxonalarda ikki qavatli plyonkadan foydalanish o‘simliklar uchun qulay mikroiqlim yaratish va energiya samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu texnologiya issiqxona ichidagi harorat va namlik rejimini barqaror saqlashga xizmat qiladi hamda tashqi muhitning salbiy ta’sirlarini kamaytiradi.Ikki qavatli plyonka orasida hosil bo‘ladigan havo qatlami tabiiy issiqlik izolyatori vazifasini bajaradi. Natijada qish mavsumida issiqxona ichidagi issiqlik yo‘qotilishi sezilarli darajada kamayadi va qo‘shimcha isitish uchun sarflanadigan energiya tejaladi. Bu esa issiqxonaning umumiy energiya balansini yaxshilaydi hamda ekspluatatsiya xarajatlarini qisqartiradi.[8]

Yoz faslida esa ikki qavatli plyonka issiqxona ichiga tushadigan to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlarining intensivligini pasaytirib, o‘simliklarni haddan tashqari qizib ketishdan himoya qiladi. Bu holat fotosintez jarayonining barqaror kechishiga va o‘simliklarning stress holatiga tushmasligiga yordam beradi.

Shuningdek, ikki qavatli plyonkadan foydalanish issiqxona ichki yuzasida kondensat, ya’ni tomchilar hosil bo‘lishining oldini oladi. Tomchilarning kamayishi o‘simlik barglariga suv tomish ehtimolini pasaytirib, zamburug‘li kasalliklar rivojlanish xavfini kamaytiradi hamda issiqxona ichidagi gigiyenik sharoitlarni yaxshilaydi. Umuman olganda, issiqxonalarda ikki qavatli plyonkani qo‘llash energiyani tejash, o‘simliklarni ekstremal harorat ta’siridan himoya qilish, hosildorlikni oshirish va issiqxona inshootining uzoq muddatli samarali ishlashini ta’minlashga xizmat qiladi.

Issiqxona uskunalari va ularning ahamiyati

Zamonaviy issiqxonalar samarali va barqaror faoliyat yuritishi ko‘p jihatdan qo‘llaniladigan texnik uskunalarga bog‘liq. Xususan, qayta tiklanuvchi energiya manbalari va ilg‘or muhandislik tizimlaridan foydalanish issiqxona ichida optimal mikroiqlimni yaratish, energiya tejamkorligini oshirish va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Fotovoltaik (PV) tizimlar issiqxonalarni barqaror va ekologik toza elektr energiyasi bilan ta’minlash imkonini beradi. Ushbu tizimlar quyosh nurlarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr energiyasiga aylantirib, issiqxona ichidagi sug‘orish, isitish, ventilyatsiya va yoritish tizimlarining uzluksiz ishlashini ta’minlaydi. Natijada tashqi elektr tarmoqlariga bo‘lgan bog‘liqlik sezilarli darajada kamayadi va umumiy energiya samaradorligi oshadi.

Issiqxonalarda yoritish texnologiyalari ham muhim o‘rin tutadi. Xususan, LED chiroqlar o‘simliklarning o‘sish muhitini optimallashtirish uchun eng samarali yechimlardan biri hisoblanadi. LED yoritish tizimlarida yorug‘lik spektrini o‘simliklarning fotosintez jarayoniga moslashtirish mumkin bo‘lib, bu

ISSN 3030-3907

o‘sish tezligini, barg va meva sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi. Natijada boshqariladigan muhitda o‘simliklarning maksimal hosil berishi ta’minlanadi.[9]

Bundan tashqari, issiqxonalardagi shamollatish tizimlari havo aylanishini yaxshilash va atrof-muhit sharoitlarini barqarorlashtirish orqali o‘simliklarning sog‘lom rivojlanishiga xizmat qiladi. To‘g‘ri tashkil etilgan shamollatish tizimi harorat, namlik va CO_2 darajasini muvozanatda ushlab turishga yordam beradi, shu bilan birga kasalliklar va o‘simliklarning shikastlanish xavfini kamaytiradi. Bu esa hosildorlik va meva sifatining oshishiga, o‘simliklarning stressga chidamliligining yaxshilanishiga hamda energiya resurslaridan samarali foydalanishga olib keladi.

Quyosh havo isitgich kollektorlari esa issiqxonalarni barqaror va ekologik toza issiqlik energiyasi bilan ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Ushbu kollektorlar quyosh nurlanishini yutuvchi sirtlar yordamida havoni to‘g‘ridan-to‘g‘ri qizdirib, issiqxona ichidagi isitish, quritish, shamollatish va mikroiqlimni barqarorlashtirish jarayonlarini uzluksiz qo‘llab-quvvatlaydi. Natijada an’anaviy yoqilg‘i va elektr energiyasi manbalariga bo‘lgan ehtiyoj kamayib, issiqxonaning umumiy energiya samaradorligi oshadi.

Issiqxonada iqlim nazorati: tuman hosil qilish tizimi

Issiqxonalarda iqlimni samarali boshqarish o‘simliklarning sog‘lom rivojlanishi va yuqori hosildorlikka erishishda hal qiluvchi omil hisoblanadi. Shu nuqtayi nazardan, tuman hosil qilish tizimi issiqxona ichidagi mikroiqlimni optimallashtirish uchun keng qo‘llaniladigan zamonaviy texnologiyalardan biridir.

Issiq kunlarda tuman hosil qilish tizimi suvni juda mayda tomchilar ko‘rinishida purkab, bug‘lanish jarayoni orqali issiqxona ichidagi haroratni samarali ravishda pasaytiradi. Ushbu sovutish usuli o‘simliklarni haddan tashqari qizib ketishdan himoya qilib, ularning fiziologik stressga uchrash ehtimolini kamaytiradi. Natijada fotosintez jarayoni barqaror kechadi va o‘sish jarayoni izchil davom etadi.

Bundan tashqari, tuman hosil qilish tizimi issiqxona ichida o‘simliklar uchun zarur bo‘lgan optimal namlik darajasini ta’minlaydi. Namlikning yetarli darajada saqlanishi barglar orqali suv yo‘qotilishini kamaytirib, o‘simliklarning suv almashinuvini yaxshilaydi hamda ularning sog‘lom o‘sishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

Tuman hosil qilish tizimining muhim afzalliklaridan yana biri suv va energiya tejamkorligidir. Ushbu texnologiya an’anaviy sovutish va namlash usullariga nisbatan kam miqdorda suv va energiya sarflab, yuqori samaradorlikni ta’minlaydi. Shu bilan birga, tizim avtomatlashtirilgan boshqaruv orqali faqat zarur paytlarda ishga tushiriladi, bu esa resurslardan oqilona foydalanishga imkon yaratadi.

ISSN 3030-3907

Umuman olganda, issiqxonalarda tuman hosil qilish tizimidan foydalanish o‘simliklarning sog‘lom o‘sishi, stress omillarining kamayishi va yuqori hamda barqaror hosildorlikka erishish uchun qulay mikroiqlim yaratishga xizmat qiladi. Ushbu tizim zamonaviy issiqxonalarda iqlim nazoratining ajralmas qismi sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

Samarali shamollatish tizimi: mexanik shamollatish

Issiqxonalarda samarali shamollatish tizimi o‘simliklar uchun qulay mikroiqlimni saqlashda muhim ahamiyatga ega. Xususan, mexanik shamollatish tizimlari issiqxona ichidagi havo oqimi, harorat va namlikni aniq va doimiy nazorat qilish imkonini beradi. Ushbu tizimlar ventilyatorlar, havo chiqarish va havo kiritish moslamalari yordamida ishlaydi hamda tashqi ob-havo sharoitidan qat’i nazar, issiqxona ichida barqaror muhitni ta’minlaydi.

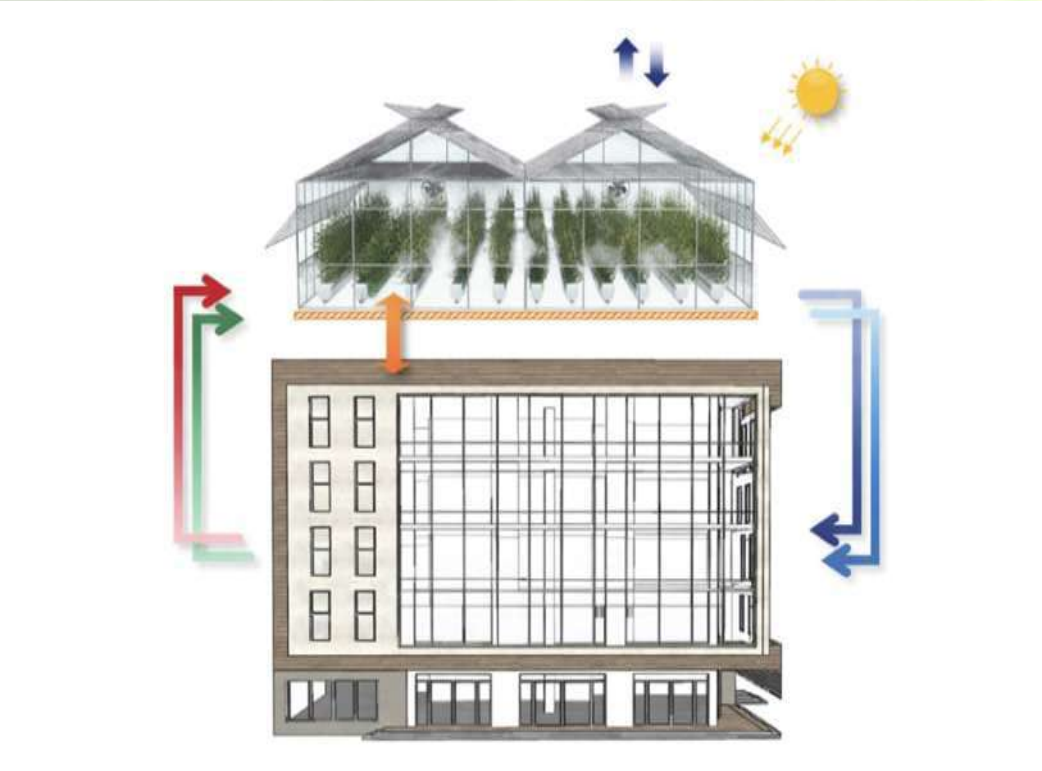
Mexanik shamollatish orqali issiqxona ichida to‘plangan ortiqcha issiqlik va nam havo tashqariga chiqarilib, uning o‘rniga toza va sovuqroq havo kiritiladi. Bu jarayon issiqxona ichida haroratning bir tekisda taqsimlanishiga yordam beradi va o‘simliklarning haddan tashqari qizib ketishining oldini oladi. Shu bilan birga, havoning doimiy aylanishi karbonat angidrid (CO_2) miqdorini me’yorida ushlab turib, fotosintez jarayonining samaradorligini oshiradi.

Mexanik shamollatish tizimlarining yana bir afzalligi — ularning avtomatlashtirilgan boshqaruv imkoniyatidir. Harorat, namlik va CO_2 sensorlari orqali tizim real vaqt rejimida ishlaydi va zarurat tug‘ilganda avtomatik ravishda faollashadi. Bu esa energiya sarfini kamaytirib, issiqxonaning umumiy energiya samaradorligini oshiradi. Bundan tashqari, samarali mexanik shamollatish tizimi kasalliklar va zamburug‘larning rivojlanish xavfini kamaytiradi, chunki ortiqcha namlik va dim muhit bartaraf etiladi. Natijada o‘simliklarning sog‘lom o‘sishi ta’minlanib, hosildorlik va mahsulot sifati sezilarli darajada yaxshilanadi.

Binodan chiqayotgan ikkilamchi issiqlik energiyasidan issiqxonada foydalanish

Zamonaviy shahar sharoitida binolardan chiqayotgan ikkilamchi issiqlik energiyasidan samarali foydalanish energiya tejamkorligini oshirish va ekologik barqarorlikni ta’minlashning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Xususan, isitish, sovutish, ventilyatsiya va texnologik jarayonlar natijasida hosil bo‘ladigan ortiqcha issiqlik energiyasini issiqxonalarga yo‘naltirish orqali resurslardan oqilona foydalanish imkoniyati yaratiladi.[10]

ISSN 3030-3907



4-rasm Mexanik shamollatish orqali ikkilamchi issiqlikdan foydalanish

Mexanik shamollatish tizimlari yordamida binolardan chiqarilayotgan issiq havo issiqlik almashinish qurilmalari orqali qayta foydalanishga yo‘naltirilishi mumkin. Ushbu jarayonda ikkilamchi issiqlik issiqxona ichiga uzatilib, qish mavsumida qo‘shimcha isitish manbai sifatida xizmat qiladi. Natijada issiqxonada barqaror harorat rejimi saqlanib, an’anaviy yoqilg‘i yoki elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyoj sezilarli darajada kamayadi. Shuningdek, yoz mavsumida binolarning sovutish tizimlaridan chiqayotgan iliq havo va past potensialli issiqlik energiyasi issiqxona ichidagi mikroiqlimni muvozanatlashda foydalanilishi mumkin.

Bu jarayon issiqxona va bino o‘rtasida energiya almashuvini ta’minlab, umumiy energiya samaradorligini oshiradi. Ikkilamchi issiqlik energiyasidan foydalanish issiqxona va bino integratsiyasining samarali yechimi bo‘lib, u issiqxona ichida haroratning barqarorligini ta’minlaydi, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytiradi hamda atmosferaga chiqariladigan issiqxona gazlari miqdorini qisqartiradi. Natijada ushbu yondashuv shahar sharoitida joylashgan tomdagi issiqxonalar uchun iqtisodiy va ekologik jihatdan maqbul texnologik yechim sifatida qaraladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Harorat maydonining vaqt bo‘yicha taqsimlanishi: Taklif etilgan matematik model asosida rooftop greenhouse ichidagi havo haroratining vaqt va fazo bo‘yicha

ISSN 3030-3907

taqsimlanishi o‘rganildi. Hisoblashlar konvektiv-diffuzion issiqlik tenglamasi asosida amalga oshirildi:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = v\nabla T = \alpha\nabla^2 T + \frac{Q_{in}}{\rho c_p} \quad (1)$$

Boshlang‘ich holatda issiqxona ichidagi harorat tashqi muhit haroratiga yaqin bo‘lib, vaqt o‘tishi bilan binodan chiqayotgan issiq havo ta’sirida barqaror holatga o‘tishi kuzatildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, 15–30 daqiqa ichida issiqxona ichida issiqlik rejimi barqarorlashadi.

Binoning ikkilamchi issiqligining ta’siri: Binodan chiqayotgan chiqindi havoning issiqlik oqimi quyidagi ifoda orqali baholandi:

$$Q = m\,C_p(T_2 - T_1) \quad (2)$$

T_2= binodan chiqan havoning harorati

T_1= issiqxona harorati

m= havo massasi

Q=chiqindi oqimi

C_p=issiqlik sig‘imi

Hisoblash natijalariga ko‘ra, bino chiqindi havosi hisobiga issiqxona ichidagi o‘rtacha harorat 5–9 °C ga oshishi ta’minlandi. Ayniqsa, sovuq fasllarda ushbu ikkilamchi energiya manbasi issiqxonani isitishda sezilarli rol o‘ynashi aniqlandi.

Bu holat shuni ko‘rsatadiki, rooftop greenhouse tizimida bino chiqindi havosidan foydalanish qo‘shimcha an’anaviy energiya manbalariga bo‘lgan ehtiyojni kamaytiradi.

Quyosh energiyasi va chiqindi issiqlikning birgalikdagi samarasi; Issiqxona ichidagi umumiy issiqlik manbai quyidagicha ifodalandi.

$$Q_2 = Q_1 + \eta A(T_2 - T_1) \quad (3)$$

Q_2=umumiy issiqlik miqdori

Q_1=chiqindi issiqlik miqdori

η=foydaliy ish koyfitsenti

T_2= ichki harorati

T_1= tashqi harorati

A=issiqlik almashinuvi yuzasi maydoni

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, quyosh nurlanishi bilan birgalikda ishlatilgan bino chiqindi issiqligi issiqxona ichida energiya samaradorligini 18–25 % ga oshiradi. Kunduzgi vaqtda quyosh energiyasi ustun bo‘lsa, kechki va tungi paytda chiqindi issiqlik asosiy rolni bajaradi.Bu esa tizimning sutkalik barqaror ishlashini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Issiqlik yo‘qotishlarining ta’siri Issiqxona qoplamalari orqali issiqlik yo‘qotishlari quyidagi tenglama orqali hisoblandi:

$$Q_2 = UA(T_2 - T_1) \quad (4)$$

Q_2=issiqli yo‘qotilishi
U=umumiy issiqlik uzatish koeffitsienti
A=issiqlik almashinuvi yuzasi maydoni
T_2= issiq xona harorati
T_1= tashqi harorati

Hisoblashlar natijasida issiqlik yo‘qotishlarining asosiy qismi tom va yon devorlar orqali sodir bo‘lishi aniqlandi. Issiqlik o‘tkazuvchanligi past bo‘lgan materiallardan foydalanish hisobiga umumiy yo‘qotishlarni 20 % gacha kamaytirish mumkinligi ko‘rsatildi.

Model natijalarining amaliy ahamiyati: Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ishlab chiqilgan matematik model rooftop greenhouse tizimlarini loyihalashda quyidag i imkoniyatlarni beradi:

a) issiqxona ichidagi haroratni bashoratlash;
b) bino chiqindi issiqligidan foydalanish samaradorligini baholash;
c) energiya tejamkor ishlash rejimini tanlash;
d) tashqi muhit sharoitlariga mos optimal parametrlarni aniqlash.

Taklif etilgan yondashuv shahar sharoitida barqaror qishloq xo‘jaligini rivojlantirish va energiya resurslarini tejash nuqtai nazaridan muhim ahamiyatga ega.

Olingan natijalar boshqa tadqiqotchilar tomonidan olib borilgan rooftop greenhouse va ikkilamchi energiyadan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar bilan solishtirilganda, taklif etilgan tizimning yuqori energiya samaradorligini ko‘rsatdi. Ayniqsa, bino chiqindi havosini bevosita issiqxona ichiga yo‘naltirish orqali issiqlik yo‘qotishlarining kamayishi va mikroiqlimning barqarorlashuvi kuzatildi.

XULOSA

Tom ustidagi issiqxonalar shahar sharoitida oziq-ovqat yetishtirishning innovatsion va barqaror usuli sifatida katta ahamiyatga ega ekanligi aniqlanadi. Ular cheklangan yer maydoni bo‘lgan shaharlarda yil davomida yangi ko‘katlar va boshqa oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, binolardan chiqqan ikkilamchi issiqlik, quyosh kollektorlari va fotovoltaik tizimlardan foydalanish orqali energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkin. Tomdagi issiqxonalar havo sifatini yaxshilash, mikroiqlimni boshqarish, tuman hosil qilish va shamollatish tizimlari orqali o‘simliklar uchun qulay sharoit yaratish, shuningdek suv va energiya resurslarini tejashga yordam beradi. Turli issiqxona turlari (Gotik, Tunnel, Gollandiya) ularning energiya samaradorligi,

ISSN 3030-3907

shamollatish va iqlim nazorati imkoniyatlarini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Shu tarzda, tom ustidagi issiqxonalar shahar ekologiyasi va barqaror oziq-ovqat ishlab chiqarish uchun samarali texnologik yechim sifatida qaraladi. Ushbu mavzuni o‘rganish natijasida ularning energiya tejash, resurslarni samarali ishlatish va shahar mikroiqlimini optimallashtirishdagi ahamiyati yanada yaqqol ko‘rinadi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, binodan chiqayotgan chiqindi havo issiqxona ichidagi mikroiqlimni barqarorlashtirishda muhim issiqlik manbai bo‘lib xizmat qiladi. Hisoblashlar natijasida ushbu ikkilamchi energiya manbasi hisobiga issiqxona ichidagi o‘rtacha haroratning 5–9 °C ga oshishi ta’minlanishi mumkinligi aniqlandi. Bu holat, ayniqsa, sovuq mavsumda qo‘shimcha an’anaviy isitish manbalariga bo‘lgan ehtiyojni sezilarli darajada kamaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Yeo, U. H., & Lee, I. B. (2023, October). Analysis of thermal energy loads of a building-integrated rooftop greenhouse (BiRTG) for urban agriculture. In International Symposium on New Technologies for Sustainable Greenhouse Systems: GreenSys2023 1426 (pp. 397-402).

2. Muñoz-Liesa, J., Cuerva, E., Gassó-Domingo, S., Gabarrell Durany, X., Nemecek, T., & Josa, A. (2022, August). Guidelines to optimize covering and structural materials in rooftop-integrated greenhouses: an environmental assessment. In XXXI International Horticultural Congress (IHC2022): International Symposium on Urban Horticulture for Sustainable Food 1356 (pp. 285-294).

3. Lee, I. B., & Choi, Y. B. (2024). Dynamic energy analysis of building-integrated rooftop greenhouse for urban agriculture. European Journal of Horticultural Science, 89(4).

4. Choi, E. J., Lee, D., & Lee, S. M. (2024). Impact of building integrated rooftop greenhouse (birtg) on heating and cooling energy load: A study based on a container with rooftop greenhouse. Agriculture, 14(8), 1275.

5. Sebestyén, V. (2021). Renewable and Sustainable Energy Reviews: Environmental impact networks of renewable energy power plants. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 151, 111626.

6. Montero, J. I., Baeza, E., Heuvelink, E., Rieradevall, J., Muñoz, P., Ercilla, M., & Stanghellini, C. (2017). Productivity of a building-integrated roof top greenhouse in a Mediterranean climate. *Agricultural Systems*, *158*, 14-22.

7. Peña, A., & Rovira-Val, M. R. (2020). A longitudinal literature review of life cycle costing applied to urban agriculture. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, *25*(8), 1418-1435.

ISSN 3030-3907

8. Nadal, A., Pons, O., Cuerva, E., Rieradevall, J., & Josa, A. (2018). Rooftop greenhouses in educational centers: A sustainability assessment of urban agriculture in compact cities. Science of the total environment, 626, 1319-1331.
9. Dougherty, T. R., & Jain, R. K. (2023). Invisible walls: Exploration of microclimate effects on building energy consumption in New York City. *Sustainable Cities and Society*, *90*, 104364.
10. Wu, A.N. & Biljecki, F. (2020). Roofpedia: Automatic mapping of green and solar roofs for urban sustainability. arxiv preprint.

ISSN 3030-3907