



UDK 551.58:502.131.1(575.1)

Gulshan HALIMOVA,
Buxoro davlat universiteti dotsenti, PhD
E-mail: gulshanhalimova066@gmail.com
Zeboxon ADIZXONOVA,
Buxoro davlat universiteti magistranti

PhD, katta o'qituvchi I. Mirzayeva taqrizi asosida

CHO'L HUDUDLARIDA BARQAROR RIVOJLANISH OMILI SIFATIDA IQLIMIY RESURLARDAN FOYDALANISH MASALALARI (BUXORO VILOYATI MISOLIDA)

Annotatsiya

Mazkur maqolada O'zbekistonning cho'l hududlarida, xususan Buxoro viloyati misolida, iqlimiy omillardan barqaror rivojlanishni ta'minlashda foydalanish masalalari tahlil qilingan. Hududning keskin kontinental iqlimi, suv resurslarining cheklanganligi va iqlim o'zgarishi sharoitida quyosh va shamol energiyasi hamda atmosfera namligi (tuman va shudring) suvlarini yig'ish texnologiyalarining amaliy ahamiyati baholangan. Buxoro viloyatidagi meteorologik stansiyada 2018–2025 yillar oralig'idagi kuzatuvlari asosida asosiy iqlimiy jarayonlar statistik jihatdan tahlil qilinib, Fog-Net texnologiyasini lokal va yordamchi suv manbai sifatida joriy etish imkoniyatlari aniqlangan. Tadqiqot natijalari cho'l hududlarida ekologik barqarorlikni ta'minlash va tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: iqlimiy resurslar, barqaror rivojlanish, Fog-Net texnologiyasi, atmosfera namligi, suv tanqisligi, muqobil energiya.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАК ФАКТОРА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В ПУСТЫННЫХ РЕГИОНАХ (НА ПРИМЕРЕ БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ)

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы использования климатических факторов в обеспечении устойчивого развития пустынных территорий Узбекистана на примере Бухарской области. Проанализированы особенности резко континентального климата региона, ограниченность водных ресурсов и влияние изменения климата. Оценена практическая значимость использования солнечной и ветровой энергии а также технологий сбора атмосферной влаги (тумана и росы). На основе данных наблюдений Бухарской метеорологической станции за 2018–2025 гг. выполнен статистический анализ основных климатических процессов и обоснована возможность внедрения технологии Fog-Net в качестве локального и вспомогательного источника водоснабжения. Полученные результаты направлены на обеспечение экологической устойчивости пустынных территорий и рациональное использование природных ресурсов.

Ключевые слова: климатические факторы, устойчивое развитие, технология Fog-Net, атмосферная влага, дефицит водных ресурсов, возобновляемые источники энергии.

THE USE OF CLIMATIC RESOURCES AS A DRIVER OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN DESERT REGIONS (ON THE EXAMPLE OF BUKHARA REGION)

Annotation

The article examines the use of climatic factors in ensuring sustainable development of desert areas in Uzbekistan, with the Bukhara region as a case study. The characteristics of the region's sharply continental climate, limited water resources, and the impacts of climate change are analyzed. The practical importance of solar and wind energy, as well as atmospheric moisture harvesting technologies (fog and dew), is assessed. Based on observational data from the Bukhara meteorological station for the period 2018–2025, a statistical analysis of the main climatic processes was conducted, and the feasibility of implementing Fog-Net technology as a local and supplementary water source was substantiated. The results contribute to enhancing environmental sustainability and promoting the rational use of natural resources in desert regions.

Keywords: climatic resources, sustainable development, Fog-Net technology, atmospheric moisture, water scarcity, renewable energy sources.

Kirish. Hududning tabiiy – geografik sharoitini shakllanishida iqlimiy omillar muhim ahamiyatga ega. Ular landshaftning shakllanishi, suv resurslarining taqsimlanishi va tabiiy jarayonlarning davomiyligiga ta'sir ko'rsatadi. Iqlimiy omillar landshaftlarda harorat va namlikni ta'minlaydi hamda ularning shakllanishida muhim rol o'ynaydi.

O'zbekiston iqlimining keskin kontinental xarakterga egaligi, yog'in miqdorining kamligi va suv resurslarining notekis taqsimlanganligi bugungi kunda ayni hudud uchun eng dolzarb masalalardan biridir. O'lka hududining geografik o'rni bu borada yetakchi ahamiyatga egadir[1]. O'zbekiston hududi tabiiy resurslarga xususan quyosh va shamol energiyasi salohiyatiga nihoyatda boy. Mamlakat hududining katta qismi cho'l (61.16%) [2] va chalacho'l mintaqalardan iborat bo'lib, yil davomida quyoshli kunlar sonining ko'pligi, ayrim ochiq va tekis hududlarda shamol tezligining barqarorligi iqlimiy resurslardan samarali foydalanish imkoniyatini beradi[3].

Bu borada mamlakatimizda keng ko'lamli ishlar amalga oshirilmoqda.

Xususan; Buxoro, Navoiy, Namangan va Toshkent viloyatlarida salkam 2,3 ming megavatt quvvatga ega 5 ta quyosh va shamol elektr stansiyasi hamda 5 ta yuqori kuchlanishli podstansiya ishga tushirilmoqda[4].

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Cho'l hududlarida barqaror rivojlanishni ta'minlash masalasi so'nggi yillarda global miqyosda dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biriga aylanyapti. Iqlim o'zgarishi, suv tanqisligi va yer degradatsiyasi jarayonlari ayniqsa qurg'oqchil mintaqalarda tabiiy resurslardan oqilona foydalanish zaruratini kuchaytirmoqda.

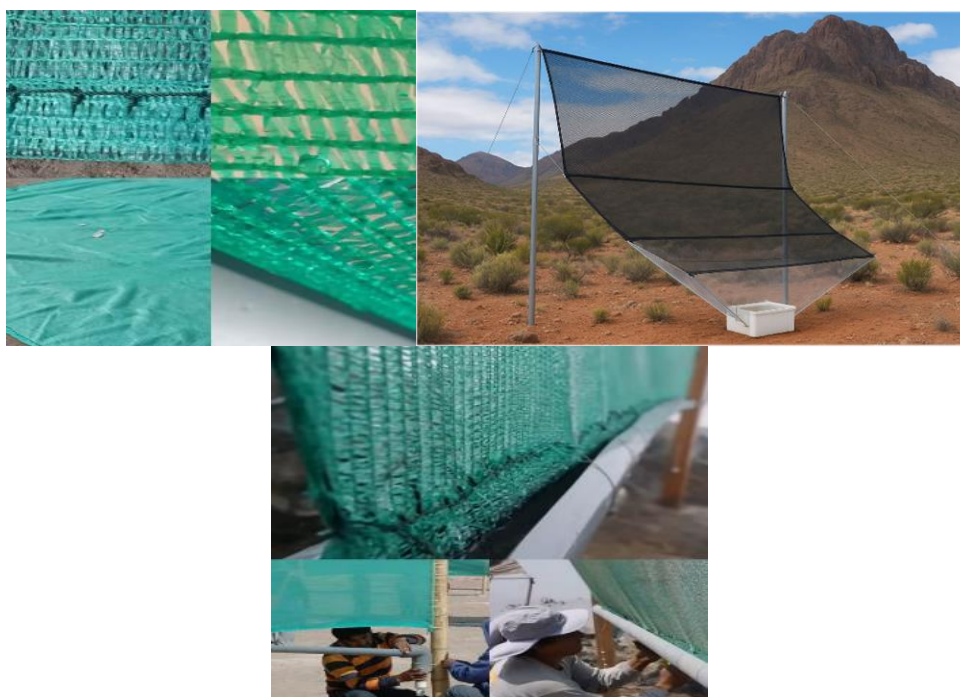
Qurg'oqchil hududlarda iqlimiy resurslardan foydalanish masalalari bo'yicha xorijiy olimlar tomonidan keng qamrovli tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, Alina LaPotin, Yang Zhong, Dual-Stage (2021), Larisa G.Gordeeva, Yao Dong Tu, M.L. Palash (2021), Manzoor Qadir, Gabriela C. Jimenez (2021), Джумаева К.А, Гипбаева Ф.К (2022), Bourhan Tashtoush, Anas Alshoubaki (2023), Sowmik Das Sowmya, Mahmudul Hasan and Nazmun Nahar (2025), kabi olimlar o'z tadqiqotlarida mazkur yo'nalish bo'yicha amaliy ishlar olib borishgan.

O'zbekistonda iqlimiy resurslardan foydalanish masalalari bo'yicha bir qator tadqiqotlar olib borilmoqda. Mahalliy olimlar Nazarov I.Q, Toshov X.R (2006) Halimova G.S, Qalandarova D.D (2010), kabi olimlar shular jumlasidandir. Olimlar ilmiy ishlarida cho'l hududlarida mahalliy suv resurslaridan samarali foydalanish imkoniyatlari to'g'risida ko'plab taklif va mulohazalar bildirilgan. Ammo, Buxoro viloyati misolida Fog-Net texnologiyasining ilmiy asoslangan tadqiqotlari yangi yo'nalish hisoblanadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqot cho'l hududlarida iqlimiy omillardan barqaror rivojlanishni ta'minlash imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan bo'lib, tadqiqot jarayonida kompleks ilmiy-uslubiy yondashuvdan foydalanildi. Tadqiqotning metodologik asosini geografik, statistik va taqqoshlama tahlil usullari tashkil etadi. Hudud iqlimining keskin kontinental xususiyatlari, yog'in-sochin rejimi, shamol tezligi va atmosfera namligining mavsumiy taqsimoti tahlil qilindi. Buxoro viloyati gidrometeorologiya markazi tomonidan taqdim etilgan 2018–2025 yillar oralig'idagi meteorologik kuzatuv ma'lumotlari asosida statistik tahlil amalga oshirildi. Ushbu ma'lumotlar yordamida shudring (qor-bo'ron), tumanli kunlar, chang-bo'ronli kunlar hamda shamolning maksimal tezligi oylik kesimda umumlashtirildi. Olingan iqlimiy ko'rsatkichlar cho'l hududlarida muqobil energiya resurslaridan (quyosh va shamol energiyasi) hamda atmosfera namligini yig'ish texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari nuqtai nazaridan baholandi. Jahon tajribasida qurg'oqchil hududlarda qo'llanilayotgan Fog-Net texnologiyasining ishlash prinsipi va samaradorligi o'rganilib, uning Buxoro viloyati iqlim sharoitiga mosligi taqqoshlama usulda tahlil qilindi.

Tahlil va natijalar. Shuningdek, suv tanqisligining kuchayishi, iqlim o'zgarishi ta'sirida bahor va kuz fasllarida namlik rejimining beqarorlashuvi mavjud suv resurslaridan samarali foydalanish va alternativ manbalarni o'rganishni taqozo etmoqda. Shu nuqtai nazardan, atmosfera namligidan – tuman, shudring va havo aerollaridagi mikro tomchilardan foydalanish texnologiyasi O'zbekistonda deyarli o'rganilmagan, yangi va istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Jahonning ba'zi qurg'oqchil hududlarida (Chili, Marokash) Fog-Net deb nomlangan maxsus to'rlar tuzilmalar yordamida mayda namlik zarralarini yig'ish bo'yicha muvaffaqiyatli tajribalar mavjud bo'lsada, mazkur texnologiyaning O'zbekiston landshaft, iqlim va geomorfologik sharoitiga mosligi hali ilmiy jihatdan baholanmagan[13].

Mamlakatimiz hududi turli iqlimiy omillarga ega bo'lgan landshaftlardan iborat. Tog' tizmalari (Hisor, Qurama), tog' oldi hududlari (Zarafshon vodiysi), keng cho'l maydonlari (Qizilqum, Ustyurt, Mirzacho'l) va vodiylar atmosferadagi namlik rejimi bo'yicha sezilarli farqlanadi. Demak, Fog-Net texnologiyasini O'zbekistonning ushbu landshaftlarida sinovdan o'tkazish, mikroiklim xususiyatlarini aniqlash va atmosfera namligidan foydalanish imkoniyatlarini baholash amaliy va ilmiy jihatdan muhimdir. O'zbekistonning turli hududlarida atmosfera namligidan foydalanishning amaliy ko'rsatkichlarini aniqlash, qurg'oqchil iqlim sharoitiga moslashtirilgan Fog-Net modelini ishlab chiqish hamda suv tanqisligi sharoitida barqaror ekologik yechim taklif etishga qaratilgan. Shu sababli O'zbekistonning tog'li, tog' oldi va cho'l hududlarida Fog-net texnologiyasini sinash va joriy etish iqtisodiy va ekologik jihatdan foydali. Fog – Netning tuzilishi esa oddiy to'r, ramka, yig'ish turbasi, suvni yig'uvchi bochkadan iborat bo'lishi bilan birga arzon va ekologik toza hamdir (1,2-rasm).



1-rasm. Fog- Net tuzilmasining ko'rinishi. 2-rasm. Fog – Net tuzilmasining qismlari.

Buxoro viloyati hududida ham yuqorida aytib o'tilgan muqobil energiya resurslaridan foydalanish ommalashmoqda, shuningdek shudring va tuman suvlarini yig'ish texnologiyasini ishlab chiqish ham iqtisodiy-ijtimoiy rivojlanishga xizmat qiladi. Mazkur loyihalarni kompleks tarzda amalga oshirish nafaqat tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, balki ekologik barqarorlikni ta'minlash, iqlim o'zgarishi sharoitida moslashuvchan boshqaruv tizimini shakllantirish muhimdir.

Buxoro viloyatida Fog-Net qurilmasining samaradorligini baholash maqsadida Buxoro viloyatidagi meteorologik stansiyalarda qayd etilgan 2018-2025-yillar davomidagi ma'lumotlarning statistik tahlili amalga oshirildi [14].

Yil	Iqlimiy jarayonlar	Oylar											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2018	Shudringli (qor-bo'ron) kunlar	3	5	9	2	1					2	8	13
	Tumanli kunlar	3	4	1	1							5	10
	Chang-bo'ronli kunlar	2	3	9	6	8	7	5	3	2	5		
	Shamolning maksimal tezligi (m/sek)	17	15	19	22	17	19	19	15	17	17	14	15
2019	Shudringli (qor-bo'ron) kunlar	11	2	5	12	2				3	3	3	4
	Tumanli kunlar	2			1							4	3
	Chang-bo'ronli kunlar	3	2	3	1	4	3	4	4		2		
	Shamolning maksimal (m/sek) tezligi	16	16	20	14	17	20	16	17	7	7	10	14
2020	Shudringli (qor-bo'ron) kunlar	12	6		4	2							3
	Tumanli kunlar	5											3
	Chang-bo'ronli kunlar		6		1	2	1	5	1			4	
	Shamolning maksimal tezligi (m/sek)	16	18	16	25	21	22	16	13	14	15	14	12
2021	Shudringli (qor-bo'ron) kunlar	2	7	4	4							1	
	Tumanli kunlar	4		1									
	Chang-bo'ronli kunlar	2	3	3	1	2	1			1	2	5	
	Shamolning maksimal tezligi (m/sek)	16	16	16	18	20	16	19	15	15	15	23	17
2022	Shudringli (qor-bo'ron) kunlar	14	3	11	2							3	4
	Tumanli kunlar	15									3		
	Chang-bo'ronli kunlar	3	2	2	4	2		3	3	1	1	7	
	Shamolning maksimal tezligi (m/sek)	17	15	16	17	19	15	18	18	13	13	16	8
2023	Shudringli (qor-bo'ron) kunlar		6	2	1						4	7	6
	Tumanli kunlar	11	4								1		6
	Chang-bo'ronli kunlar		1	3	4	2	2	1	2	1	1	1	5
	Shamolning maksimal tezligi (m/sek)	13	17	17	22	16	19	15	14	14	15	13	16
2024	Shudringli (qor-bo'ron) kunlar	10	10	10	1	3				1	11	6	17
	Tumanli kunlar	4		1								2	8
	Chang-bo'ronli kunlar	1	3	3	2	1	2			2			
	Shamolning maksimal tezligi (m/sek)	15	19	20	16	15	15	15	14	15	15	10	7
2025	Shudringli (qor-bo'ron) kunlar	3	6	5									6
	Tumanli kunlar	2	4										3
	Chang-bo'ronli kunlar			1	1	2	1	1	3	2	1		2
	Shamolning maksimal tezligi (m/sek)	12	12	17	18	15	15	19	16	17	15	8	17

Shudring (qor-bo'ron), tuman, chang-bo'ron, shamolning maksimal tezligi kabi iqlimiy jarayonlar meteorologik kuzatuvlar asosida oylik kesimida umumlashtirib tahlil qilindi.

Jadval ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, 2018 - yil bo'yicha shudringli (qor-bo'ron) kunlar (43), tumanli kunlar (24), chang-bo'ronli kunlar esa (49) tashkil qilib, eng ko'p shudring va tumanli kunlar ko'p kuzatilgani dekabr oyi hisoblanib (13), (10), chang-bo'ronli kunlar noyabr va dekabr oyidan tashqari barcha oylarda kuzatilgan.

2025 – yilda esa shudringli (qor-bo'ron) kunlar (20), tumanli kunlar (9), chang-bo'ronli kunlar (14). Eng kam tumanli kunlar hamda shudringli (qor-bo'ronli) kunlar 2021 yilda kuzatilgan bo'lib, yil davomida jami 5 kun tumanli va 18 kun shudring kuzatilgan bo'lib, bu boshqa yillarga nisbatan ancha past ko'rsatkich hisoblangan. Eng kam chang-bo'ronli kunlar esa 2024 va 2025 yillarda kuzatilgan. Har ikkala yilda ham jami 14 kun chang-bo'ron qayd etilgan. Bu ko'rsatkich boshqa yillarga nisbatan eng minimal hisoblanadi.

Bu tahlillardan ko'rinib turibdiki shudringli (qor-bo'ron) kunlar hamda tumanli kunlar bahor va qish fasllarida ro'y berishi oqibatida Fog-Net texnologiyasi samarali bo'lishi, hamda shamolning maksimal tezligi deyarli barcha oylarda yuqori bo'lishi shamol generatorlarini qurish imkoniyatini oshiradi.

Xulosa va takliflar. Buxoro viloyati hududida shudring va tumanli kunlar kam bo'lib, atmosfera namligining barqaror manbai sifatidagi ahamiyati biroz cheklangan. Biroq, ushbu holat tuman va shudring suvlarini yigish texnologiyalarini inkor etmaydi, balki ularni yordamchi va lokal xarakterdagi suv manbai sifatida ko'rib chiqishni taqozo etadi. Mazkur texnologiyalarni kichik miqyosida ayniqsa texnik ehtiyojlar: issiqxonalar, bog'lar, chorvachilik majmualari uchun joriy etish mumkin.

Bu borada Fog-Net qurilmasining O'zbekiston sharoitida afzalliklarini qayd etish joiz:

1. Suv tanqisligini yumshatadi. Undan olinadigan suv miqdori hajmi ichimlik, monitoring va issiqxonalar uchun foydalanish ahamiyatiga ega.

2. Mazkur qurilma energiya talab qilmaydi. Tuman va shudring tushadigan hududlarga o'rnatish maqsadga muvofiq.

3. O'zbekistonda atmosfera suvini yig'ish texnologiyasini joriy qilish borasida innovatsion yechim bo'lishi shubhasiz.

4. Iqlim o'zgarishi sharoitida Fog-Net texnologiyasi samaradorligi kelajakda ortib boradi.

5. Buxoro viloyatida iqlimiy resurslardan samarali foydalanishni yo'lga qo'yish maqsadida ekoturizm obyektlariga aylantirish mumkin.

Mazkur texnologiyadan qurg'oqchilik yillarida zaxira suv manbaiga aylanishi mumkinligi tufayli bu loyiha iqtisodiy – ijtimoiy jihatdan albatta o'zini oqlashiga shubha yo'q.

ADABIYOTLAR

1. O'lkashunoslik atlas. Buxoro viloyati. – T.: "Yergeodezkadastr" davlat qo'mitasi, 2014.
2. Hasanov I.A., P.N.G'ulomov "O'zbekiston tabiiy geografiyasi" Toshkent 2006. 176B, -127b.
3. Nazarov I.Q., I.Sh.Allayorov "Buxoro geografiyasi" Buxoro, 1994. 72B
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Brundtland_Commission
5. Alina LaPotin, Yang Zhong, Dual-Stage "Atmospheric Water Harvesting Device for Scalable Solar-Driven Water Production". Joule Journal. 2021. – Vol 5
6. Larisa G.Gordeeva, Yao Dong Tu, M.L. Palash "Metal-organic frameworks for energy conversion and water harvesting: A bridge between thermal engineering and material science". 2021
7. Manzoor Qadir, Gabriela C. Jimenez "Research History and Functional Systems of Fog Water Harvesting". Frontiers in Water Journal. 2021. – Vol 3
8. Джумашева К.А, Нурбаева Ф.К "Разработка способа сбора питьевой воды из атмосферного воздуха за счет влажности региона". Yessenov Science Journal №2 (43)-2022
9. Bourhan Tashtoush, Anas Alshoubaki "Atmospheric water harvesting: A review of techniques, performance, renewable energy solutions, and feasibility". Energy Volume 280, 1 October 2023
10. Sowmik Das Sowmya, Mahmudul Hasan and Nazmun Nahar "Comprehensive review on fog collectors for drinking water supply in remote areas". Water Sci Technol journal. 2025
11. Nazarov I.Q, Halimova G.S, Qalandarova D.D "Quljuqto'v tizmasi landshaftlari resurslaridan samaralari foydalanishning geografik jihatlari". To'plam. Geografik tarix, nazariya, metodlar, amaliyot. Toshkent, 2010. 34-35b.
12. Toshov X.R. "Buxoro viloyatining mahalliy suv resurslari va ulardan foydalanish muammolari. Geografiya fanining nazariy-amaliy muammolari". Buxoro, 2006. 135-139b
13. <https://youtu.be/Pw5mtky8rF8?si=B8fFvhCaLBuM7AGF>
14. Buxoro viloyati gidrometeorologiya markazi ma'lumotlari.