GLOBAL IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA SUV RESURSLARINING GIDROGEOLOGIK VA EKOLOGIK HOLATI, O‘ZGARISH QONUNIYATLARI HAMDA ULARDAN BARQAROR FOYDALANISH

Tursunov Ikrom No‘mon o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti
ikromtursunov2020@gmail.com

Qodirov Zayniddin Zaripovich
Buxoro davlat texnika universiteti
ZayniddinKadirov@gmail.com

Axmedov Sharifboy Ro‘zievich
Buxoro davlat texnika universiteti
ahmedovsarifboj652@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.22669351

Annotatsiya. Mazkur maqolada hozirgi global iqlim o‘zgarishi sharoitida suv resurslarining miqdoriy va sifat jihatdan o‘zgarishi, suv tanqisligining kuchayishi hamda uning qishloq xo‘jaligi va ekologik barqarorlikka ta’siri tahlil qilingan. Iqlim haroratining ko‘tarilishi, yog‘inlarning hududiy va mavsumiy taqsimlanishidagi o‘zgarishlar, bug‘lanish jarayonining jadallashuvi va qurg‘oqchilik hodisalarining kuchayishi suv resurslaridan foydalanishga bo‘lgan bosimni oshirmoqda. Tadqiqotda yer usti va yer osti suvlarining qishloq xo‘jaligidagi ahamiyati, suv resurslarining hududiy taqsimlanishi hamda sug‘oriladigan dehqonchilikda suvdan foydalanish samaradorligi yoritilgan. Shuningdek, suv tanqisligi va tuproq sho‘rlanishi sharoitida suv tejamkor sug‘orish texnologiyalarini joriy etish, suv yo‘qotishlarini kamaytirish va mavjud suv resurslaridan ekologik xavfsiz foydalanishning ilmiy-amaliy jihatlari ko‘rib chiqilgan.
Kalit so‘zlar: global iqlim o‘zgarishi, suv resurslari, suv tanqisligi, qurg‘oqchilik, sug‘orish, yer osti suvlari, suv tejamkor texnologiyalar, tuproq sho‘rlanishi, suv unumdorligi, barqaror qishloq xo‘jaligi.

HYDROGEOLOGICAL AND ECOLOGICAL STATUS OF WATER RESOURCES UNDER GLOBAL CLIMATE CHANGE, PATTERNS OF THEIR CHANGES, AND SUSTAINABLE USE

Abstract. This article analyzes the current quantitative and qualitative changes in water resources under global climate change, the increasing pressure of water scarcity, and its implications for agricultural production and environmental sustainability. Rising air temperatures, changes in the spatial and seasonal distribution of precipitation, increased evapotranspiration, and the intensification of drought events are placing additional pressure on the availability and management of water resources. The study examines the importance of surface and groundwater resources for agriculture, their spatial distribution, and the efficiency of water use in irrigated farming systems. Particular attention is given to the challenges associated with water scarcity and soil salinity, as well as to the implementation of water-saving irrigation technologies, reduction of water losses, and environmentally sustainable use of available water resources. The study demonstrates that integrated water resource management, improvement of water productivity, and adoption of resource-

efficient technologies in agriculture are essential components of climate change adaptation and sustainable agricultural development.

Keywords: global climate change, water resources, water scarcity, drought, irrigation, groundwater, water-saving technologies, soil salinity, water productivity, sustainable agriculture.

Kirish. Bugungi kunda global iqlim o‘zgarishi tabiiy resurslar, xususan, suv resurslarining miqdoriy va sifat holatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatayotgan asosiy ekologik omillardan biri hisoblanadi. Atmosfera haroratining ortishi, yog‘inlarning hududiy va mavsumiy taqsimlanishidagi o‘zgarishlar, bug‘lanish jarayonlarining kuchayishi hamda qurg‘oqchilik va suv toshqinlari kabi ekstremal gidrologik hodisalarning takrorlanish chastotasi ortishi suv xavfsizligiga bo‘lgan bosimni kuchaytirmoqda. IPCC ma’lumotlariga ko‘ra, antropogen iqlim o‘zgarishi global gidrologik siklni kuchaytirib, suv tanqisligi va suv bilan bog‘liq xavflarning ortishiga olib kelmoqda. Chuchuk suv resurslari insoniyatning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishi, oziq-ovqat xavfsizligi, energetika, sanoat va ekotizimlarning barqaror faoliyati uchun strategik ahamiyatga ega. Shu bilan birga, dunyo miqyosida chuchuk suvga bo‘lgan talab izchil ortib bormoqda. UNESCOning 2024-yilgi Jahon suv resurslari to‘g‘risidagi hisobotiga ko‘ra, global chuchuk suvdan foydalanish talabi 1980-yillardan buyon yiliga qariyb 1 % sur’atda oshib kelmoqda. Suv olishning eng katta ulushi qishloq xo‘jaligiga to‘g‘ri kelib, u global chuchuk suv olish hajmining taxminan 70 % ini tashkil etadi [1-3].

Qishloq xo‘jaligining suv resurslariga yuqori darajadagi bog‘liqligi iqlim o‘zgarishi sharoitida alohida ahamiyat kasb etadi. Haroratning ko‘tarilishi natijasida ekinlarning evapotranspiratsiya talabi ortishi, tuproq namligining tezroq kamayishi va sug‘orishga bo‘lgan ehtiyojning oshishi kuzatilishi mumkin. Ayniqsa, arid va yarim arid hududlarda suv resurslarining cheklanganligi qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli sug‘orish suvining har bir birlik hajmidan yuqori samaradorlik bilan foydalanish, suv yo‘qotishlarini kamaytirish va suvni tejaydigan texnologiyalarni joriy etish zamonaviy qishloq xo‘jaligining ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylanmoqda.

Global suv resurslari holatini baholashda nafaqat suvning miqdori, balki uning sifati ham muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Qurg‘oqchilik davrlarida suv hajmining kamayishi ifloslantiruvchi moddalarning konsentratsiyasini oshirishi mumkin. Aksincha, kuchli yog‘inlar va suv toshqinlari qishloq xo‘jaligi maydonlaridan o‘g‘itlar, pestitsidlar va boshqa ifloslantiruvchi moddalarni suv havzalariga olib kirish xavfini kuchaytiradi. Bundan tashqari, iqlim isishi suv havzalaridagi harorat rejimining o‘zgarishiga sabab bo‘lib, suv ekotizimlarining ekologik barqarorligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Yer osti suvlari ham global suv xavfsizligining muhim tarkibiy qismidir. Ular sug‘orish, ichimlik suvi ta’minoti va qator iqtisodiy faoliyat turlari uchun asosiy suv manbalaridan biri hisoblanadi. UNESCO ma’lumotlariga ko‘ra, yer osti suvlari dunyodagi sug‘orish uchun foydalaniladigan suvning taxminan chorak qismini hamda maishiy ehtiyojlar uchun olinadigan chuchuk suvning qariyb yarmini ta’minlaydi. Shu sababli iqlim o‘zgarishi sharoitida yer osti suvlarining sathi, harorati, minerallashuvi va qayta tiklanish jarayonlarini muntazam monitoring qilish suv resurslarini boshqarishning muhim yo‘nalishi hisoblanadi.

Hozirgi davrda suv tanqisligi global miqyosdagi eng jiddiy ekologik va ijtimoiy-iqtisodiy muammolardan biriga aylanmoqda. IPCC baholashlariga ko‘ra, dunyo aholisining taxminan yarmi yilning hech bo‘lmaganda bir qismida kuchli suv tanqisligiga duch kelmoqda. Iqlim isishining har bir qo‘shimcha darajasi suv bilan bog‘liq xavflarning kuchayishiga olib kelishi kutilmoqda. UNESCOning 2024-yilgi ma’lumotlarida ham dunyo aholisining qariyb yarmi yil davomida ma’lum davrlarda jiddiy suv tanqisligini boshdan kechirayotgani qayd etilgan.

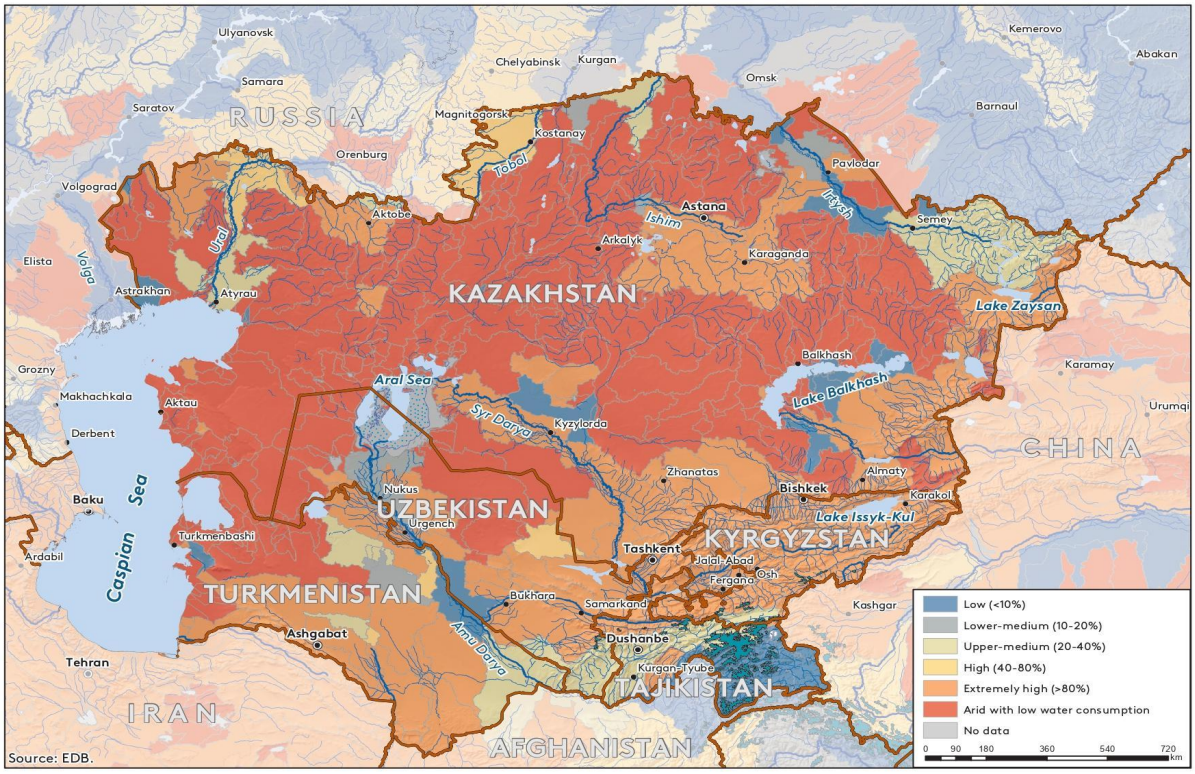
Iqlim o‘zgarishining suv resurslariga ta’siri hududlar bo‘yicha bir xil emas. Ayrim hududlarda yog‘in miqdorining ortishi kuzatilishi mumkin bo‘lsa, boshqa hududlarda uzoq davom etuvchi qurg‘oqchilik, daryo oqimining kamayishi va yer osti suvlari zaxiralarining qisqarishi ehtimoli yuqori. Ayniqsa, Markaziy Osiyo kabi qurg‘oqchil va suv resurslari transchegaraviy daryolarga sezilarli darajada bog‘liq bo‘lgan mintaqalarda suv xavfsizligi masalasi yanada dolzarbdir. IPCC ma’lumotlarida kelajakda muzliklar bilan oziqlanadigan yirik havzalarda oqimlarning kamayishi xavfi, ayniqsa Markaziy Osiyo uchun muhim ekani ko‘rsatilgan [4, 6-10].

Tadqiqot uslubi. Yerda taxminan 1,866 milliard kub kilometr suv bor. Bunda taxminan 97% dengizlar shaklida va tarkibida sho'r suv bo'lgan okeanlar. 2% dan ko'prog'i muz qatlamlari va muzliklar sifatida mavjud bo'lib, ularning taxminan 1% tarqalgan daryolar, ko'llar, yer osti suvlari va suv bug'larining shakli hisoblanadi. Gidrosferada mavjud suvning deyarli 97% dengiz va okeanlar sifatida taqsimlanadi. Bularning barchasi sho'r suv massalari. Ular ichimlik, ovqat pishirish va boshqalar kabi to'g'ridan-to'g'ri iste'mol qilish uchun mos emas, ammo ,sanoat va sug'orish maqsadlarda ishlatiladi. Yer yuzida mavjud bo'lgan suvlarning atigi 3 foizigina chuchuk suvdir. Agar keyingi taqsimotiga nazar tashlasak birgina chuchuk suvning deyarli 66,7% muzliklar va muzliklar shaklida topilgan. Taxminan 30,1% yer osti suvlari sifatida mavjud. To'g'ridan-to'g'ri yer yuzida mavjud bo'lgan yer usti suvlari atigi 0,3%, qolgan 0,9% mavjud suv bug'lari va tuproq suvlari kabi. 0,3% miqdorida mavjud bo'lgan yer usti suvlari ko'llar, botqoqlar va daryo kabi oqadigan suv. Bunda biologik suv sifatida juda oz qismi mavjud.Agar yer yuzidagi barcha suvlar birlashtirilgan bo'lsa, bu shar shaklidir, demak bu suv to'pining diametri taxminan 1385 km ga boradi. Agar biz hajmni hisobga olsak, bu jami oldida yer juda kichik hajmli shar bo‘ladi. Suv resurslaridan samarali foydalanish uchun ularning qaysi yo’llar bilan sarflanishini bilish zarur. Ma’lumki,suv resurslari ikki yo’l bilan tabiiy va inson xo’jalik faoliyati ya’ni antropogen omillar ta’sirida sarflanadi.Suv resurslarining tabiiy sarflanishi quyidagi yo’llar bilan ro’y beradi.daryolar o’zanidan ,ko’llar kosasidanbo’ladigsan shimilish ko’rinishida, suv yuzasidan bo’ladigan bug’lanish, namsevar yovvoyi o’simliklar tanasidan transpiratsiya yo’l va boshqalardir.Inson omillari va sanoat rivojlanishi suvdan noto’g’ri foydalanish tufayli yer yuzida suv resursi keskin kamayishi kuzatilmoqda. Mazkur muammo tufayli gidrologiya fani oldida suv resursari va atrof muhit muhofazasiga taaluqli quyidagi yangi vazifalar paydo bo’ladi.

Tadqiqot natijalari. Tadqiqot natijalari global iqlim o‘zgarishi suv resurslarining mavjudligi, taqsimlanishi va ulardan foydalanish samaradorligiga tobora kuchli ta’sir ko‘rsatayotganini ko‘rsatdi. Birlashgan Millatlar Tashkilotining 2024-yilgi Jahon suv resurslari hisobotiga ko‘ra, dunyo miqyosida chuchuk suv olishning qariyb 70 % qismi qishloq xo‘jaligiga, 20 % ga yaqin qismi sanoatga va taxminan 12 % qismi maishiy ehtiyojlarga to‘g‘ri keladi. Shu bilan birga, 1980-yillardan buyon global chuchuk suvga bo‘lgan talab yiliga 1 % ga yaqin sur’atda ortib kelmoqda [13]. Ushbu ko‘rsatkichlar suv resurslariga bo‘lgan asosiy bosim qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat ishlab chiqarishi bilan bevosita bog‘liqligini ko‘rsatadi. Tadqiqotda yer osti suvlarining suv xavfsizligini ta’minlashdagi ahamiyati ham baholandi. Hozirgi ma’lumotlarga ko‘ra, yer osti suvlari global miqyosda sug‘orishda foydalaniladigan suvning taxminan 25 % ini, maishiy ehtiyojlar uchun olinadigan chuchuk suvning esa qariyb 50 % ini ta’minlaydi. Bundan tashqari, dunyoda yer osti suvlaridan olinadigan suvning taxminan 70 % qismi qishloq xo‘jaligi ehtiyojlariga sarflanadi [1, 2, 9-12]. Bu holat qurg‘oqchil va yarim qurg‘oqchil hududlarda yer osti suvlarini monitoring qilish va ulardan me’yoriy foydalanish zarurligini ko‘rsatadi.

Global suv tanqisligi bo‘yicha olingan natijalar muammoning miqyosini yanada yaqqol ko‘rsatadi. IPCC Oltinchi baholash hisobotida dunyo aholisining taxminan 4 milliard nafari, ya’ni qariyb 50 % i yilning kamida bir qismida kuchli suv tanqisligiga duch kelayotgani qayd etilgan. Global isish darajasi 2°C ga yetganda fizik suv tanqisligiga duch kelishi mumkin bo‘lgan aholi soni taxminan 3 milliard kishigacha, 4°C isish sharoitida esa 4 milliard kishigacha yetishi mumkin. Demak, global haroratning oshishi suv xavfsizligiga bo‘lgan xavfni bevosita kuchaytiruvchi omillardan biridir.

Iqlim o‘zgarishi gidrologik siklning barcha asosiy tarkibiy qismlariga ta’sir ko‘rsatmoqda. IPCC ma’lumotlariga ko‘ra, antropogen iqlim o‘zgarishi natijasida atmosfera namligi va kuchli yog‘inlar intensivligi haroratning har 1°C ga oshishida taxminan 2–3 % ga ortishi mumkin. Shu bilan birga, qurg‘oqchilik davrlarining uzayishi va quruq davrlarning takrorlanishi ko‘plab hududlarda suv ta’minotiga qo‘shimcha bosim yaratmoqda. So‘nggi yigirma yil davomida global muzliklar massasining kamayish sur’ati yiliga 0,5 m suv ekvivalentidan ortiq bo‘lgan (1-rasm).



1-rasm. Markaziy Osiyoda suv resurslarining hududiy taqsimlanishi va asosiy suv havzalari.

Tadqiqot natijalarida suv resurslarining hududiy o‘zgarishi ham alohida ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi. IPCC prognozlariga ko‘ra, 2100-yilga kelib dunyodagi 56 ta yirik muzlikli havzaning uchdan birida o‘rtacha yillik oqim 10 % dan ortiq kamayishi mumkin. Bunday kamayishlar, ayniqsa, Markaziy Osiyo va And tog‘lari hududlarida sezilarli bo‘lishi kutilmoqda. Bu holat Markaziy Osiyoda tog‘ muzliklari va qor zaxiralari bilan bog‘liq suv oqimlarining kelajakdagi o‘zgarishini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi. O‘zbekiston va Markaziy Osiyo sharoitida mazkur jarayonlarning qishloq xo‘jaligiga ta’siri ayniqsa muhimdir. Haroratning ortishi evapotranspiratsiya hajmining ko‘payishiga, tuproq namligining tezroq kamayishiga va ekinlarning sug‘orishga bo‘lgan talabining ortishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli sug‘oriladigan dehqonchilikda suvdan foydalanish samaradorligini oshirish, suv yo‘qotishlarini kamaytirish va ekinlarning suv talabini aniq hisobga olish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi [14, 15, 16-27].

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, global iqlim o‘zgarishi sharoitida suv resurslaridan foydalanishga bo‘lgan bosim izchil ortib bormoqda. UNESCOning 2024-yilgi Jahon suv resurslari hisobotiga ko‘ra, dunyo miqyosida chuchuk suv olishning qariyb 70 % qismi qishloq xo‘jaligiga, 20 % dan kamrog‘i sanoatga va taxminan 12 % maishiy ehtiyojlarga sarflanadi. Shu bilan birga, 1980-yillardan buyon global chuchuk suvga bo‘lgan talab yiliga 1 % ga yaqin sur’atda oshib kelmoqda. Yer osti suvlari esa sug‘orish uchun ishlatiladigan suvning taxminan 25 % ini va maishiy ehtiyojlar uchun olinadigan chuchuk suvning qariyb 50 % ini ta’minlamoqda. IPCCning Oltinchi baholash hisobotida keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, hozirgi vaqtda dunyo aholisining qariyb 4 milliard nafari, ya’ni global aholining taxminan 50 % i yilning kamida bir qismida kuchli suv tanqisligiga duch kelmoqda. Global isish darajasi 2°C ga yetganda suv tanqisligiga turli darajada duch kelishi mumkin bo‘lgan aholi soni 3 milliard nafargacha, 4°C isish sharoitida esa taxminan 4 milliard kishigacha yetishi mumkin. Bu ko‘rsatkichlar iqlim o‘zgarishi va suv xavfsizligi o‘rtasidagi bevosita bog‘liqlikni ko‘rsatadi. Iqlim o‘zgarishining yana bir muhim oqibati gidrologik siklning o‘zgarishi hisoblanadi. IPCC ma’lumotlariga ko‘ra, atmosfera namligi va yog‘inlar intensivligi haroratning har 1°C ga oshishi hisobiga taxminan 2–3 % ga ortishi mumkin, shu bilan birga ayrim qurg‘oqchil hududlarda bug‘lanish va quruq davrlarning davomiyligi kuchaymoqda. So‘nggi yigirma yil davomida global muzliklar massasining yo‘qotilish sur’ati yiliga 0,5 m suv ekvivalentidan ortiq bo‘lgan. Bundan tashqari, 2100-yilga kelib baholangan 56 ta yirik muzlikli havzaning uchdan birida o‘rtacha yillik oqim 10 % dan ortiq kamayishi mumkin va bunday kamayishlar eng avvalo Markaziy Osiyo hamda And tog‘lari hududlarida sezilishi kutilmoqda.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Shermatov M. Gidrogeologiya va injenerlik geologiyasi. – Toshkent. – 133 b.
2. Rasulov A.R., Hikmatov F.X., Aytboyev D.P. Gidrologiya asoslari. – Toshkent. – 139 b.
3. Yunusov G‘.X., Ziyayeva R.R. Umumiy gidrologiya va iqlimshunoslik. – Toshkent. – 180 b.
4. Hikmatov F.X., Aytboev D.P., Yunusov G.X. Umumiy gidrologiya. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent.
5. Toshmuhamedov B.T. Umumiy geologiya. – Toshkent.
6. Hikmatov F.X., Sirliboeva Z.S., Aytbaev D.P. Ko‘llar va suv omborlari: geografiyasi, gidrologik xususiyatlari. – Toshkent: Universitet, 2000. – 122 b.
7. Hikmatov F.X., Aytboev D.P. Ko‘lshunoslik. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Universitet, 2002. – 156 b.
8. Hikmatov F.X., Yakubov M.A., Aytbaev D.P. O‘zan jarayonlari va o‘zan oqimi dinamikasi. – Toshkent: Universitet, 2004. – 57 b.
9. Hikmatov F.X., Aytboev D.P., Hayitov Yo.K. Umumiy gidrologiyadan amaliy mashg‘ulotlar. – Toshkent: Universitet, 2004. – 162 b.
10. Hikmatov F.X., Aytboev D.P., Yunusov G.X. Umumiy gidrologiya. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Faylasuflar nashriyoti, 2014. – 144 b.
11. Shuttleworth W.J. Terrestrial Hydrometeorology. – Wiley-Blackwell, USA, 2012.
12. Rakhecha P.R., Singh V.P. Applied Hydrometeorology. – Springer, USA, 2009.
13. IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge: Cambridge University Press, 2022.
14. UNESCO. United Nations World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace. – Paris: UNESCO, 2024.
15. UNESCO. The United Nations World Water Development Report 2023: Partnerships and Cooperation for Water. – Paris: UNESCO, 2023.

16. Tran V.H., Temme A.A., Donovan L.A. Wild and cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.) do not differ in salinity tolerance when taking vigor into account // Agronomy. – 2020. – Vol. 10, No. 7. – Article 1013. DOI: 10.3390/agronomy10071013.
17. Khaleghi M., Hassanpour F., Karandish F., Shahnazari A. Integrating partial root-zone drying and saline water irrigation to sustain sunflower production in freshwater-scarce regions // Agricultural Water Management. – 2020. – Vol. 234. – 106094. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106094.
18. Han X., Kang Y., Wan S., Li X. Effect of salinity on oleic sunflower (*Helianthus annuus* Linn.) under drip irrigation in arid area of Northwest China // Agricultural Water Management. – 2022. – Vol. 259. – 107267. DOI: 10.1016/j.agwat.2021.107267.
19. Hussain M., Farooq S., Hasan W., Ul-Allah S., Tanveer M., Farooq M., Nawaz A. Drought stress in sunflower: Physiological effects and its management through breeding and agronomic alternatives // Agricultural Water Management. – 2018. – Vol. 201. – P. 152–166. DOI: 10.1016/j.agwat.2018.01.028.
20. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. Integrated crop management for improving water use efficiency in sunflower crop // European Journal of Agronomy. – 2017.
21. Anastasi U., Cammarata M., Abbate V. Yield performance and grain lipid composition of standard and high oleic sunflower as affected by water supply // Field Crops Research. – 2010. – Vol. 117. – P. 220–229.
22. Andrianasolo F.N., Casadebaig P., Langlade N., Debaeke P. Prediction of sunflower grain oil concentration as a function of variety, crop management and environment using statistical models // European Journal of Agronomy. – 2014. – Vol. 54. – P. 21–29.
23. Sanyal A., Merrien A., Decocq G., Fine F. et al. Stearic sunflower oil as a sustainable and healthy alternative to palm oil: A review // Agronomy for Sustainable Development. – 2017. – Vol. 37. – Article 18.
24. Crop yield and water productivity under salty water irrigation: A global meta-analysis // Agricultural Water Management. – 2021. – Vol. 256. – 107105.
25. Variation in the yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) due to differing tillage systems is associated with variation in solute potential of the soil solution in a salt-affected coastal region of the Ganges Delta.
26. Effects of drought stress on the productivity and quality of sunflower achenes and applied resilience approaches: A comprehensive review // Plant Stress. – 2026. – Vol. 22. – 101460. DOI: 10.1016/j.stress.2026.101460.
27. Plant Adaptation to Salinity: Physiological Pathways and Prospects for Crop Improvement—A Review // Genes. – 2026. – Vol. 17, No. 3. – 253.