DOI: 10.65322/j.srd.06202026.35

QASHQADARYO VILOYATINING SUG‘ORILADIGAN HUDUDLARIDA IQLIM OMILLARI VA SIZOT SUVLARI MINERALLASHUVINI DASTLABKI BAHOLASH

Quvvatov D.A., *f.f.d., dotsent,*
Melioratsiya va yer kadastri kafedrasi,
Ziyotov U.A., *tayanch doktorant,*
E-mail: ziyotovulugbek09600@gmail.com,
Qarshi davlat texnika universiteti

Annotatsiya. *Maqolada Qashqadaryo viloyatining sug‘oriladigan hududlarida iqlim ko‘rsatkichlari va sizot suvlari minerallashuvini dastlabki miqdoriy baholash amalga oshirildi. Qarshi meteorologik stansiyasining 2016–2024-yillardagi oylik havo harorati va yog‘in ma’lumotlari hamda 2022-yil kuzatuv quduqlarining gidrokimyoviy tahlillari asosida yillik harorat trendi, kuzatuvlarning to‘liqligi va suvdagi quruq qoldiqning statistik taqsimlanishi o‘rganildi. O‘rtacha harorat trendi 0,184 °C/yil (R^2=0,284; p=0,140), quruq qoldiqning medianasi esa 2432 mg/l (n=131) bo‘ldi. Yog‘in qatorlarining ko‘p yillarida ayrim oylar bo‘yicha ma’lumotlar yetishmaydi. Shuning uchun ushbu ish iqlimning sizot suvlari minerallashuviga bevosita sababiy ta’sirini tasdiqlamaydi; aksincha, suv-tuz balansini keyingi bosqichda to‘liq hisoblash uchun kerakli monitoring ko‘rsatkichlari va metodik yondashuvlarni aniqlaydi.*

Аннотация. *Рассмотрены метеорологические наблюдения станции Карши за 2016–2024 гг. и гидрохимические данные наблюдательных скважин за 2022 г. Оценены линейный тренд среднегодовой температуры (0,184 °C/год; R^2=0,284; p=0,140) и распределение сухого остатка (медиана 2432 мг/л; n=131). Неполные данные об осадках и одногодичный гидрохимический срез не позволяют установить причинное влияние климата на минерализацию подземных вод. Предложена схема дальнейшего мониторинга водно-солевого баланса.*

Abstract. *Monthly meteorological observations from Karshi station (2016–2024) and groundwater chemistry records (2022) were examined to describe climate variability and spatial differences in groundwater mineralization. The estimated annual temperature trend was 0.184 °C/year (R^2=0.284; p=0.140), while the median dry residue was 2,432 mg/L (n=131). Incomplete precipitation records and a single-year groundwater survey do not establish a causal climatic effect on mineralization. The paper outlines the data and measurement design needed for subsequent quantitative water–salt balance research.*

Kalit so‘zlar: *iqlim omillari, Qashqadaryo, Qarshi, sizot suvlari, minerallashuv, quruq qoldiq, regressiya, suv-tuz balansi, meliorativ monitoring.*

Ключевые слова: *Кашкадарья, климат, грунтовые воды, минерализация, сухой остаток, водно-солевой баланс.*

Keywords: *Kashkadarya, climate factors, groundwater, mineralization, total dry residue, regression, water–salt balance.*

Kirish. Qashqadaryo viloyatining sug‘oriladigan yerlarida suv rejimini barqaror boshqarish melioratsiya va sug‘orma dehqonchilikning dolzarb vazifalaridan biridir. Havo harorati, atmosfera yog‘inlari, evapotranspiratsiya, sug‘orishning intensivligi, drenajning ishlash holati hamda sizot suvlari sathi tuproq ildiz qatlamidagi suv va tuz almashinuviga birgalikda ta’sir ko‘rsatadi. Harorat ortgan sharoitda bug‘lanishga bo‘lgan atmosfera talabi kuchayishi mumkin; biroq bu holatning tuproq sho‘rlanishiga haqiqiy ta’siri suv berish va tuz chiqarish sharoitlari bilan belgilanadi [1–3].

Sizot suvi tarkibidagi erigan tuzlar miqdori yuqori bo‘lganida, sizot suvi yer sathiga yaqin joylashgan va kapillyar oqim mavjud bo‘lgan maydonlarda yuqoriga tuz tashilishi xavfi yuzaga

DOI: 10.65322/j.srd.06202026.35

keladi. Boshqa tomondan, drenaj va pastga filtratsiya tuzlarning ildiz qatlamidan chiqishiga ko‘maklashadi. Shu bois bir martalik minerallashuv qiymati asosida sho‘rlanish sababi yoki uning ko‘p yillik yo‘nalishini belgilash metodik jihatdan noto‘g‘ri.

Tadqiqot maqsadi – 2016–2024-yillar meteorologik kuzatuvlari va 2022-yil gidrokimyoviy tahlillari asosida harorat o‘zgaruvchanligini, yog‘in ma’lumotlari to‘liqligini va sizot suvi minerallashuvining quduqlararo farqlanishini tahlil qilish, shuningdek suv-tuz balansini sonli modellashtirish uchun zarur bo‘lgan kuzatuv tizimini asoslash.

Tadqiqot vazifalari. • Meteorologik qatorlarda harorat trendi va yillik yog‘in ma’lumotlarining to‘liqligini aniqlash.

• 2022-yil gidrokimyoviy tahlillarida quruq qoldiq va asosiy ionlarning tavsifiy statistikasini tizimlashtirish.

• Suv va tuz balansi tenglamalarini yagona birlik tizimida keltirish hamda namunaviy hisoblarni bajarish.

• Ma’lumot cheklovlarini ochiq ko‘rsatgan holda keyingi dala monitoringi dasturini shakllantirish.

Adabiyotlar sharhi. Allen va hammualliflar [1] FAO-56 yondashuvida etalon evapotranspiratsiyani meteorologik ko‘rsatkichlardan Penman–Monteith tenglamasi yordamida hisoblash tartibini tizimlashtirgan. Mazkur metod sug‘orish talabini baholashda iqlim omillarini birlashtiradi, ammo hisoblash uchun mos ravishda o‘lchangan radiatsiya, shamol, namlik va harorat qatorlari talab qilinadi.

Ayers va Westcot [2] sug‘orish suvining sifatini, ayniqsa sho‘rlanish va ionlarning ekinlarga ta’sirini baholash tamoyillarini bayon etgan. Rhoades va hammualliflar [3] sho‘r suvdan foydalanish holatlarida tuproq, o‘simlik va sug‘orish rejimini birgalikda ko‘rish zarurligini asoslagan. Shu sababli sizot suvining quruq qoldiq ko‘rsatkichi muhim signal bo‘lsa-da, u tuproqning to‘liq meliorativ holatini bir o‘zi tavsiflamaydi.

Mazkur tadqiqot yuqoridagi ishlardan farqli ravishda yangi modelni kalibrlashga emas, ma’lumotlarga asoslangan dastlabki diagnostikaga yo‘naltirilgan. Shunday chegaralangan yondashuv noto‘g‘ri aniqlik va asoslanmagan sababiy xulosalarning oldini oladi.

Tadqiqot materiallari va usullari. *Ma’lumot manbalari va vaqt qamrovi.*

1-jadval

Tadqiqotning asosiy ma’lumot manbalari [4, 5]

Ma’lumot turi	Davr	Tahlil birligi	Qo‘llanishi
Qarshi stansiyasi harorat kuzatuvlari	2016–2024	Oy / yil	Yillik o‘rtacha va trend
Qarshi stansiyasi yog‘in kuzatuvlari	2016–2024	Oy / yil	Kuzatilgan yig‘indi va to‘liqlik
Kuzatuv quduqlari kimyoviy tahlillari	2022	Laboratoriya yozuvi	Quruq qoldiq va ionlarning tavsifiy statistikasi

Meteorologik jadvaldagi “–” belgisi mavjud bo‘lmagan kuzatuv deb talqin qilindi; nol qiymatiga almashtirilmadi. 2025-yilning faqat yanvar–fevral oylariga oid ko‘rsatkichlar to‘liq yillik tahlilga kiritilmadi. Gidrokimyoviy faylda sarlavha satrlari kuzatuv sifatida hisoblanmadi; aniqlash chegarasidan past ifodalar va matnli kataklar o‘zboshimchalik bilan son qiymatga aylantirilmadi.

Meteorologik hisoblashlar. Yillik o‘rtacha havo harorati: $T_\gamma = (1/12)\cdot\Sigma_m T_{\gamma,m}$. Eng kichik kvadratlar usuli asosida chiziqli trend: $T_\gamma = a + b(y-2016) + \varepsilon_\gamma$. Trend qiyaligi $b = \Sigma[(y-\bar{y})(T_\gamma-\bar{T})] / \Sigma[(y-\bar{y})^2]$, o‘lchov birligi °C/yil. Moslik ko‘rsatkichi $R^2 = 1 - \Sigma(T_\gamma-\hat{T}_\gamma)^2/\Sigma(T_\gamma-\bar{T})^2$. Regressiyaning p-qiymati kichik namuna (n=9) hisobga olingan holda talqin qilinadi.

DOI: 10.65322/j.srd.06202026.35

Yillik yog‘in $P_\gamma = \Sigma_m P_{\gamma,m}$ faqat 12 oy to‘liq bo‘lganda yakuniy yillik jami sifatida talqin qilinadi. Yetishmayotgan oylar mavjud bo‘lsa, hisoblangan P_γ faqat kuzatilgan oylar yig‘indisi bo‘lib, xaqiqiy yillik yog‘in bundan kam emas (manfiy yog‘in yo‘q degan shartda).

Sizot suvlarining gidrokimyoviy tahlili. Minerallashuvning amaliy ko‘rsatkichi sifatida laboratoriyada qayd etilgan quruq qoldiq olindi. O‘rtacha, mediana, birinchi va uchinchi kvartil hamda minimal-maksimal ko‘rsatkichlar hisoblandi. O‘rtacha qiymat ekstremal natijalarga sezgir bo‘lishi sababli asosiy tavsifda mediana va IQR = Q3−Q1 qo‘llanildi. Quruq qoldiqni elektr o‘tkazuvchanlik yoki ionlar yig‘indisi bilan identik deb qabul qilish mumkin emas.

Suv va tuz balansi sxemasi. Nazorat qatlamining suv balansi: $\Delta W = I + P + G\uparrow - ET - D - F - R$. Bu yerda I – sug‘orish, P – yog‘in, G↑ – kapillyar ko‘tarilish, ET – evapotranspiratsiya, D – drenaj, F – chuqur filtratsiya, R – yuzaki oqim. Barcha hadlar bir xil davr uchun m³/ga yoki mm hisobida keltiriladi.

Tuz balansi: $\Delta S = I \cdot C_i + P \cdot C_p + G\uparrow \cdot Cg - D \cdot C\mathcal{d} - F \cdot C\mathcal{f} - U$, bunda C – tegishli oqimdagi tuz konsentratsiyasi (kg/m³), U – qo‘shimcha chiqarilishlar (kg/ga), ΔS – qatlam tuz zaxirasi o‘zgarishi (kg/ga). Kerakli oqimlar va konsentratsiyalar mavjud bo‘lmagani uchun ushbu maqolada haqiqiy maydon uchun ΔS sonli yechilmagan.

Birlik konversiyasi: 1 mm suv = 10 m³/ga; 1 mg/l = 0,001 kg/m³. Shu bois tuz massasi $M(kg/ga) = 0{,}01 \times h(mm) \times C(mg/l)$.

Etalon evapotranspiratsiyani hisoblash usuli. FAO-56 Penman–Monteith usuli: $ET_0 = [0{,}408\Delta(R_n - G) + \gamma \cdot 900/(T+273) \cdot u_2(e_s - e_a)]/[\Delta + \gamma(1+0{,}34u_2)]$. Bunda ET_0 – mm/kun; radiatsiya oqimlari – MJ/(m²·kun), u_2 – 2 m balandlikdagi shamol tezligi (m/s). Hozirgi manbalarda radiatsiya, namlik va shamol parametrlarining to‘liq, bir xil standartdagi qatori mavjudligi tasdiqlanmagan; shu bois ET_0 uchun yangi sonli natija kiritilmadi.

Natijalar va muhokama. *Harorat va yog‘in kuzatuvlarining dinamikasi.*

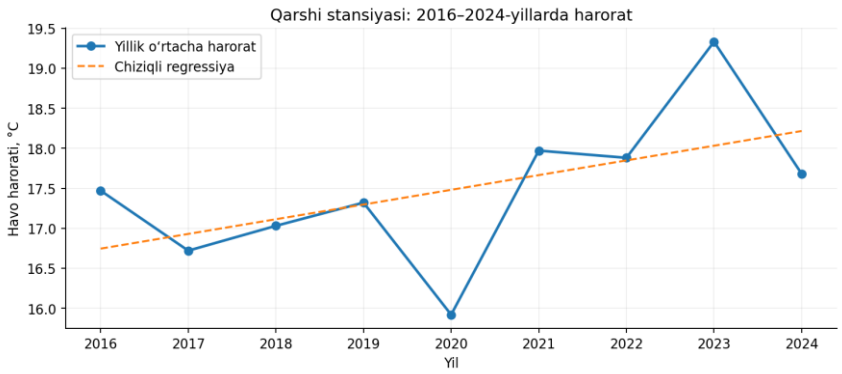
2-jadval

Qarshi meteorologik stansiyasining asosiy yillik ko‘rsatkichlari

Yil	T o‘rt., °C	Yog‘in kuzatilgan, mm	Qayd etilgan oylar
2016	17.47	250.0	10
2017	16.72	253.0	11
2018	17.03	143.0	10
2019	17.32	297.3	10
2020	15.92	295.6	11
2021	17.97	96.5	9
2022	17.88	203.0	9
2023	19.33	86.0	9
2024	17.68	267.0	12

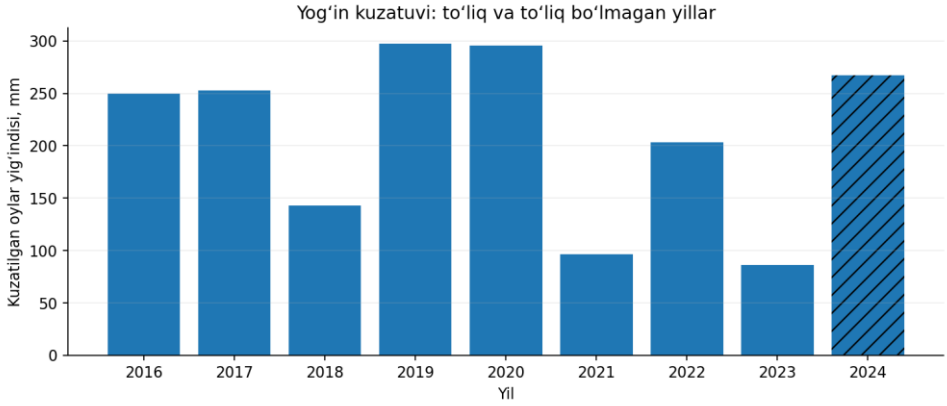
Jadvaldan ko‘rinadiki, 2023-yilning yillik o‘rtacha harorati 19,33 °C bo‘lib, kuzatilgan davrdagi eng yuqori ko‘rsatkich hisoblanadi; 2020-yilda 15,92 °C qayd etilgan. Davr oralig‘idagi amplituda 3,41 °C. 2016–2024-yillar qatori bo‘yicha chiziqli qiyalik 0,184 °C/yil (R^2=0,284; p=0,140). Statistik jihatdan p>0,05 bo‘lgani uchun bu natijani uzoq muddatli ishonchli isish trendi deb qat’iy talqin qilib bo‘lmaydi.

DOI: 10.65322/j.srd.06202026.35



1-rasm. Qarshi stansiyasida o‘rtacha yillik harorat va regressiya chizig‘i

Yog‘in ustunida 2016–2023-yillarning barchasida kamida bitta yetishmayotgan oy bor. Faqat 2024-yilda barcha 12 oy qayd etilgan. Shuning uchun 2023-yildagi 86 mm yoki 2021-yildagi 96,5 mm qiymatlarini haqiqiy yillik yog‘in sifatida taqqoslab, “eng qurg‘oq yil” degan xulosa chiqarib bo‘lmaydi. Ushbu ustunlar kuzatuvning to‘liqligi turlicha ekanini ko‘rsatadi.



2-rasm. Kuzatilgan oylik yog‘in yig‘indilari. 2024-yil to‘liq, qolgan yillar to‘liq emas

Quruq qoldiqning quduqlar bo‘yicha farqlanishi.

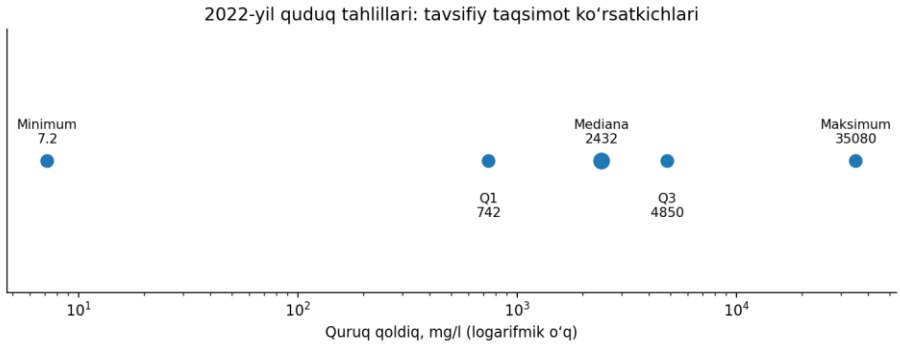
3-jadval

2022-yil quruq qoldiq ko‘rsatkichlarining statistik tavsifi

Statistik ko‘rsatkich	Quruq qoldiq, mg/l
Yaroqli laboratoriya yozuvi	131
Minimum	7,2
Birinchi kvartil (Q1)	742
Mediana	2432
O‘rtacha	3678,93
Uchinchi kvartil (Q3)	4850
Maksimum	35080
Interkvartil kenglik (IQR)	4108

O‘rtacha qiymat (3678,93 mg/l) medianadan (2432 mg/l) sezilarli yuqori. Bu ijobiy asimmetriya va ayrim yuqori natijalarning o‘rtachaga ta’sir qilishini bildiradi. Diapazon juda keng, ammo 7,2 va 35080 mg/l kabi chekka ko‘rsatkichlar bo‘yicha namunalar pasporti, birlik va laboratoriya qaydlarini qayta ko‘rish talab etiladi.

DOI: 10.65322/j.srd.06202026.35



3-rasm. 2022-yil quruq qoldiq uchun beshta asosiy tavsifiy ko‘rsatkich (xom ma’lumotlar gistogrammasi emas)

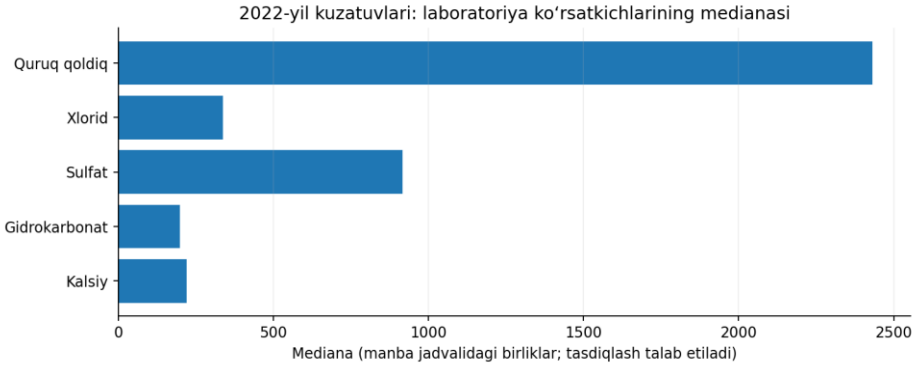
Asosiy gidrokimyoviy parametrlarning qiyosiy tavsifi.

4-jadval

2022-yil gidrokimyoviy ko‘rsatkichlarning tavsifiy statistikasi

Parametr	n	Mediana	O‘rtacha	Minimum	Maksimum
Quruq qoldiq	131	2432	3678,93	7,2	35080
pH	125	7,30	73,68*	4,00	8304*
Qattiqlik	131	21,75	30,55	1,95	229
Xlorid	130	337	1059,54	5	32795*
Sulfat	131	917	1514,13	30	7623
Gidrokarbonat	130	198	240,18	15	2757
Kalsiy	128	220	278,62	10	870

* pH o‘rtachasi 73,68 va maksimumi 8304 fizik-kimyoviy jihatdan ishonchsiz qiymatlar bo‘lib, xom jadvaldagi xatolik ehtimolini ko‘rsatadi. Xlorid maksimumi ham qayta tekshirilishi kerak. Bu statistikalar xom tahlil fayli bilan mustaqil qayta hisoblanmaguncha yakuniy laboratoriya natijalari sifatida ishlatilmasin. Ionlar konsentratsiyalarining o‘lchov birliklarini laboratoriya pasporti bilan tasdiqlash zarur.



4-rasm. Tanlangan gidrokimyoviy parametrlar medianasining qiyosiy tasviri; birliklar tasdiqlanishi kerak

Ionlar bo‘yicha keng diapazon hamda yozuvlar sonining turlicha bo‘lishi kuzatuvlarning bir xil to‘liqlikda emasligini ko‘rsatadi. Quruq qoldiq bo‘yicha yaroqli 131 ta yozuv mavjudligi mustaqil quduqlar soni ham 131 ta degani emas: ayrim quduqlarda takroriy tahlillar bo‘lishi mumkin.

DOI: 10.65322/j.srd.06202026.35

Suv-tuz balansi bo‘yicha namunaviy hisob-kitoblar. 1-misol (faqat nazariy): sug‘orish suvi hajmi I=5000 m³/ga, tuz konsentratsiyasi C_i=1 kg/m³ bo‘lsin. Kiruvchi tuz massasi: $M_i=I\cdot C_i=5000\times1=5000$ kg/ga = 5 t/ga. Bu haqiqiy tajriba dalasida o‘lchangan tuz kirimi emas.

2-misol (faqat nazariy): 100 mm qalinlikdagi suv oqimida tuz konsentratsiyasi 1000 mg/l bo‘lsin. M=0,01×100×1000=1000 kg/ga = 1 t/ga. Bunday misolda bug‘lanishning o‘zi tuzni avtomatik chiqarib yubormaydi; tuzning tizimdan chiqishi drenaj, filtratsiya va boshqa chiqarilish hadlari bilan baholanadi.

5-jadval

Tuz balansi uchun SHARTLI hisoblash ssenariysi (dala kuzatuvi emas)

Oqim	Namunaviy hajm, m³/ga	Konsentratsiya, kg/m³	Tuz massasi, kg/ga
Sug‘orish kirimi	5000	1,0	+5000
Drenaj chiqimi	2000	1,5	−3000
Filtratsiya chiqimi	1000	1,0	−1000
Shartli balans, boshqa hadlar=0	–	–	+1000

5-jadvalda faqat matematik balans mexanizmi aks ettirilgan: ΔS=5000−3000−1000=+1000 kg/ga. Ushbu shartli natijani Qashqadaryo maydonlariga ko‘chirish mumkin emas, chunki real sug‘orish, drenaj, filtratsiya, kapillyar oqim va ular tarkibidagi tuz miqdori o‘lchanmagan.

Iqlim va minerallashuv bog‘liqligini talqin qilish chegaralari. Meteorologik vaqt qatori 2016–2024-yillarni, gidrokimyoviy kuzatuvlar esa faqat 2022-yilni qamrab olgan. Shu sababli quduqlarda minerallashuv o‘zgarganining sur’ati yoki vaqt bo‘yicha harorat bilan korrelyatsiyasi aniqlanmaydi. Kuzatilgan quduqlararo farq fazoviy farqlanishdir, vaqt qatori emas. Koordinata va gidrogeologik ma’lumotlarsiz viloyat bo‘yicha ishonchli minerallashuv xaritasini tuzish ham mumkin emas.

Tuproqdagi tuzlar dinamikasini tushuntirish uchun sizot suvi sathi, uning minerallashuvi, tuproq eritmasi sho‘rligi, sug‘orish suvi tarkibi, sug‘orish me’yori, drenaj oqimi va tuproq mexanik tarkibi bitta kuzatuv davriga mos yig‘ilishi kerak. Ayniqsa bitta meteorologik stansiya ko‘rsatkichlari tog‘oldi va tekislik hududlarini bir xil ifodalay olmaydi.

Taklif etilayotgan meliorativ monitoring va modellashtirish dasturi.

6-jadval

Keyingi tadqiqot uchun tavsiya etiladigan o‘lchovlar

O‘lchanadigan ko‘rsatkich	Taklif etilgan davriylik	Vazifasi
Havo harorati, yog‘in, namlik, shamol, radiatsiya	Kunlik / oylik	ET_0, meteorologik omillar
Sizot suvi sathi	Oyiga kamida 1 marta; sug‘orish davrida tez-tez	Kapillyar oqim xavfi
Sizot suvi EC, pH, ionlar, quruq qoldiq	Vegetatsiya oldi, davri, keyin	Minerallashuvning vaqt qatori
Sug‘orish hajmi va suv sifati	Har sug‘orishda	Suv va tuz kirimi
Drenaj hajmi va suv sifati	Davriy / oqimga mos	Suv va tuz chiqimi
Tuproq qatlamlari namligi va tuz zaxirasi	Mavsum boshida va oxirida	ΔW, ΔS ni tekshirish

Bir xil quduqlar bo‘yicha kamida bir necha yil takroriy o‘lchovlar shakllangach, quduqning doimiy xususiyatlarini nazorat qiluvchi panel model sinovdan o‘tkazilishi mumkin: $C_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 T_t + \beta_2 P_t + \beta_3 H_{i,t} + \beta_4 I_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$. Bu modeldagi β-koeffitsiyentlar ushbu maqolada hisoblanmagan; hozircha tenglama keyingi tadqiqotning metodik taklifidir.

DOI: 10.65322/j.srd.06202026.35

Tuz balansining haqiqiy qiymatini aniqlash uchun yuqoridagi suv oqimlariga qo‘shimcha ravishda tuproq qatlamlari bo‘yicha mavsum boshidagi va oxiridagi tuz zaxirasi o‘lchanishi lozim. Model yakunida massaning saqlanishi, o‘lchov xatosi va noaniqlik chegaralari ko‘rsatilishi tavsiya qilinadi.

Xulosa. • Qarshi meteorologik stansiyasining 2016–2024-yillardagi yillik o‘rtacha harorati bo‘yicha trend 0,184 °C/yil, R^2=0,284 va p=0,140 bo‘ldi. To‘qqiz yillik davr uzoq muddatli iqlim o‘zgarishini qat’iy tasdiqlash uchun yetarli emas.

• Yog‘in ma’lumotlari 2016–2023-yillarda to‘liq emas: qayd etilgan oylar 9–11 tani tashkil etadi. Faqat 2024-yildagi 267 mm 12 oylik kuzatuv yig‘indisidir.

• 2022-yil kimyoviy tahlillarining 131 ta yaroqli quruq qoldiq yozuvida mediana 2432 mg/l va o‘rtacha 3678,93 mg/l bo‘ldi; chekka natijalarni laboratoriya qaydlari bilan tasdiqlash lozim.

• Gidrokimyoviy natijalar bitta yilga tegishli. Shuning uchun quduqlar orasidagi farqni vaqt bo‘yicha o‘zgarish yoki iqlimning sababiy ta’siri sifatida baholash mumkin emas.

• Suv va tuz balansining nazariy formulalari, birliklar konversiyasi va shartli misollar taqdim etildi. Ular haqiqiy dala o‘lchovlarining o‘rnini bosa olmaydi.

• Keyingi bosqichda harorat, evapotranspiratsiya, sug‘orish va drenaj hajmlari, sizot suvi sathi, suv sifati hamda tuproq tuz zaxirasini uyg‘un davriylikda kuzatish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome: FAO, 1998. https://www.fao.org/4/X0490E/X0490E00.htm

2. Ayers R. S., Westcot D. W. Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1. Rome: FAO, 1985. https://www.fao.org/4/T0234E/T0234E00.htm

3. Rhoades J. D., Kandiah A., Mashali A. M. The Use of Saline Waters for Crop Production. FAO Irrigation and Drainage Paper 48. Rome: FAO, 1992. https://www.fao.org/4/T0667E/T0667E00.htm

4. Qashqadaryo viloyati gidrometeorologiya markazi. Qarshi meteorologik stansiyasining 2016–2024-yillardagi oylik kuzatuv ma’lumotlari.

5. Qashqadaryo viloyati kuzatuv quduqlarining 2022-yildagi kimyoviy tahlil ma’lumotlari.