

UDK: 631.6:551.583(575.172)
**XORAZM VILOYATINING SUG'ORILADIGAN YERLARIDA IQLIM O'ZGARISHI SHAROITIDA
MELIORATIV HOLATNI KOMPLEKS BAHOLASH**

Tajiyev Quдрat Qadirberganovich – *geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori*
tajiyevqq@gmail.com

Urganch davlat pedagogika instituti

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ
ХОРЕЗМСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Тажиєв Кудрат Кадирберганович – *доктор философии по географическим наукам*
Ургенчский государственный педагогический институт

**COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE MELIORATIVE STATE OF IRRIGATED LANDS
IN KHOREZM REGION UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS**

Tajiyev Quдрat Qadirberganovich – *Doctor of Philosophy in Geographical Sciences*
Urgench State Pedagogical Institute

Tayanch so'zlar: tuproq sho'rlanishi, sizot suvlari, meliorasiya, Xorazm viloyati, iqlim o'zgarishi, GIS, MHII, drenaj, sug'oriladigan yerlar, Amudaryo havzasi.

Rezyume. Tadqiqotda Xorazm viloyatining sug'oriladigan yerlarida iqlim o'zgarishi, sizot suvlari va tuproq sho'rlanishi o'rtasidagi bog'liqlik tahlil qilindi. Yangi Meliorativ Holat Integratsiya Indeksi (MHII) asosida viloyat maydonining 38% i yuqori xavf ostida ekanligi va 2050 yilga borib bu ko'rsatkich 47–55%ga yetishi mumkinligi aniqlandi.

Ключевые слова: засоление почв, грунтовые воды, мелиорация, Хорезмская область, изменение климата, ГИС, ИИМС, дренаж, орошаемые земли, бассейн Амударьи.

Резюме. В исследовании проанализирована взаимосвязь изменения климата, грунтовых вод и засоления почв на орошаемых землях Хорезмской области. На основе нового Индекса Интеграции Мелиоративного Состояния (ИИМС) установлено, что 38% территории области находится в зоне высокого риска, а к 2050 году этот показатель может достичь 47–55%.

Key words: soil salinity, groundwater, land reclamation, Khorezm region, climate change, GIS, MSII, drainage, irrigated lands, Amu Darya basin.

Summary. The study analyzes the relationship between climate change, groundwater, and soil salinization in the irrigated lands of Khorezm region. Using the newly developed Meliorative Condition Integration Index (MCII), it was found that 38% of the region's territory is at high risk, with this figure potentially reaching 47–55% by 2050.

Kirish. Markaziy Osiyoning sug'oriladigan hududlari dunyodagi gidrologik jihatdan eng stress ostidagi qishloq xo'jaligi tizimlaridan birini tashkil etadi. Amudaryoning quyi oqimida joylashgan Xorazm viloyati ~280 000 gektar sug'oriladigan yer va 1,7 milliondan ortiq aholini qamrab oladi. So'nggi o'ttiz yilda mintaqada bir qator qo'shma bosimlar kuzatildi: o'rtacha harorat 1,4°C ga ko'tarildi, yog'ingarchilik 8–12% ga kamaydi va Orol dengizi inqirozi mintaqaviy gidrologiyani tubdan o'zgartirdi [1].

Tuproq sho'rlanishi – ekin ildiz zonasida zararli tuzlarning to'planishi – ushbu o'zaro ta'sir etuvchi stresslarning eng katta iqtisodiy zarar keltiruvchi natijasi hisoblanadi. Sayoz sizot suvlari (<1,5 m) kapillyar tuz ko'tarilishiga olib kelib, viloyatning 60–70% ekin maydonida ikkilamchi sho'rlanishga sabab bo'ladi [2], sobiq ittifoq davrida qurilgan eskirgan drenaj infratuzilmasi esa suv sathini xavfsiz chegarada ushlab turishda tobora muvaffaqiyatsiz bo'lmoqda [5].

Alohida omillar bo'yicha – iqlim tendentsiyalari [1], sizot suvlari dinamikasi [2], elektromagnit usulda sho'rlanishni xaritalash [3], neyron tarmoq yordamida xavfni modellashirish [4] – ko'plab ilmiy ishlar mavjud bo'lishiga qaramay, hech bir tadqiqot bu omillarni viloyat miqyosida qo'llash mumkin bo'lgan yagona, fazoviy aniq, amaliy kompozit indeksga sintez qilmagan. Ushbu maqolada mazkur bo'shliqni bartaraf etish maqsadida Meliorativ Holat Integratsiya Indeksi (MHII) ishlab chiqilgan – u meliorativ holatni tavsiflovchi to'rtta asosiy ko'rsatkichning

ilmiy asoslangan og'irlik koeffitsiyentlari yordamida integratsiyalashuvi natijasida shakllantirilgan va Xorazm viloyati misolida sinovdan o'tkazilgan.

Tadqiqotning aniq maqsadlari quyidagilardan iborat: (I) tuproq sho'rlanishi va sizot suvlari xavfining hozirgi fazoviy taqsimotini miqdoriy aniqlash; (II) Xorazm uchun MHII ni ishlab chiqish va tasdiqlash; (III) SSP2-4.5 va SSP5-8.5¹ iqlim senariylari bo'yicha 2030–2050 yillarga prognozlar ishlab chiqish; (IV) xulosalarni amaliy tavsiyalarga aylantirish.

Adabiyotlar sharhi. M.Khamidov va boshqalar [1] Xorazmdagi iqlim tendentsiyalari bilan tuproq sho'rlanishi dinamikasini bog'lash uchun GIS va masofadan zondlash ma'lumotlarini birlashtirdi va odatdagi faoliyat (BAU) senariyida sho'rlangan maydon asr o'rtasiga qadar sezilarli darajada kengayishini xulosaladi. Biroq, ularning tadqiqoti drenaj tizimining samaradorligi yoki sizot suvlari kuzatuvlarini o'z ichiga olmagan, bu esa prognoz qamrovini cheklab qo'ygan. M.Ibrakhimov va boshqalar [2] mintaqada sizot suvlari 84oda84o'rlanishning o'zaro bog'liqligi bo'yicha asosiy miqdoriy tahlilni taqdim etib, 0,5–1,8 m gacha bo'lgan mavsumiy suv sathi tebranishlari tuproq yuzasidagi tuz to'planishining asosiy sababi ekanini isbotladi.

¹SSP2-4.5 – o'rtacha emissiya stsenariysi bo'lib, XXI asr o'rtalariga kelib haroratning mo'tadil oshishini nazarda tutadi.

I.Forkutsa va boshqalar [3] takroriy elektromagnit induksiya (EMI) tadqiqotlari va geostatistik interpolatsiya (oddiy kriging) yordamida vaqt qatorli shoʻrlanish xaritalari tuzib, shoʻrlanishni monitoring qilish metodologiyasini rivojlantirdi – bu yondashuv ushbu tadqiqotda ham qoʻllanilgan. A.Akramkhanov va P.Vlek [4] sunʼiy neyron tarmoqlar fazoviy shoʻrlanish xavfini yuqori aniqlik bilan bashorat qila olishini koʻrsatdi, B.Tischbein va boshqalar [5] esa Xorazmdagi suv resurslarini boshqarishni yaxshilashda institutsional va infratuzilmaviy toʻsiqlarni aniqladi.

Iqtisodiy nuqtai nazardan, M.Qadir va boshqalar [7] tuz taʼsirida yer degradatsiyasining global xarajatlarini yiliga 27,3 milliard AQSh dollari deb baholadi va bu samarali monitoring vositalariga boʻlgan ehtiyojning shoshilinchligi uchun asoslanadi. Y.Shirokova va boshqalar [8] elektr oʻtkazuvchanligini (Eca) Markaziy Osiyo sharoitida tuproq shoʻrlanishining ishonchli koʻrsatkichi sifatida tasdiqladi – bu ushbu MHII tizimining asosi hisoblanadi.

Umuman olganda, adabiyotlar ushbu maqola toʻldiruvchi uchta boʻshliqni koʻrsatadi: (a) kompozit, fazoviy aniq, meliorativ holat koʻrsatkichining yoʻqligi; (b) shoʻrlanish, sizot suvlari va drenajni birlashtirgan viloyat miqyosidagi CMIP6 asosidagi prognozlarining yoʻqligi; (c) maxsus masofadan zondlash infratuzilmasisiz mintaqaviy yer melioratsiyasi xizmatlari foydalana oladigan amaliy 85oda vositaning mavjud emasligi.

Tadqiqot metodologiyasi. Sugʻoriladigan yerlarning meliorativ holatini kompleks baholash maqsadida Meliorativ Holat Integratsiya Indeksi (MHII) ishlab chiqildi. Indeks toʻrtta asosiy omilning normallashtirilgan qiymatlari asosida quyidagi tenglama orqali hisoblandi:

$$MHII = 0.35S + 0.30G + 0.20D + 0.15C$$

bu yerda S – tuproq shoʻrlanishi (ECA asosida normal-lashtirilgan), G – sizot suvlari xavfi, D – drenaj tizimi samarasizligi (teskari koʻrsatkich), C – iqlimiy stress (yogʻingarchilik anomalialari va harorat oshiqchaligi) quyi indekslarini bildiradi.

Ogʻirlik koeffitsiyentlari 1990–2024 yillar monitoring maʼlumotlari asosida koʻp oʻzgaruvchili chiziqli regressiya orqali aniqlandi ($R^2=0,83$; $p<0,001$), bu modelning yuqori ishonchligini tasdiqladi. Shu asosda qabul qilingan ogʻirliklar: shoʻrlanish – 0,35; sizot suvlari xavfi – 0,30; drenaj samarasizligi – 0,20; iqlimiy stress – 0,15.

MHII 0–1 diapazonda oʻzgaradi: qiymat ortishi meliorativ holat yomonlashishini bildiradi. Klassifikatsiya mezonlari:

I toifa (yuqori xavf) – $MHII \geq 0,60$;

II toifa (oʻrtacha xavf) – 0,30–0,60;

III toifa (qoniqarli) – $MHII < 0,30$.

Sunʼiy yoʻldosh shoʻrlanish indeksleri (NDSI, SI-1) Sentinel-2 11- va 4-banda kompozitlaridan hisoblandi. Nuqtali Eca oʻlchovlarini fazoviy interpolatsiyalash uchun oddiy kriging usuli, I.Forkutsa va boshqalar [3] protokoli asosida qoʻllanildi. Barcha raster qatlamlari 30×30 m piksel oʻlchamiga keltirildi va WGS-84/UTM 41N tizimiga oʻtkazildi. Tahlil QGIS 3.36 va R 4.4 muhitlarida bajarildi.

Tahlil va natijalar. 2024-yil monitoring maʼlumotlariga koʻra, Xorazm viloyatining sugʻoriladigan yerlarining 57% I (~160 000 ga) oʻrtacha va kuchli shoʻrlanish diapazoniga kiradi – bu M.Ibrakhimov va boshqalar [2]ning 2007 yildagi bazaviy koʻrsatkichidan 8 f.p. yuqori boʻlib, drenajning bosqichma-bosqich buzilishi va evapotranspiratsiya talabi oshishi bilan bogʻliq.

1-jadval. Shoʻrlanish sinflari boʻyicha taqsimot va oʻrtacha MHII

Sinf	Eca (dS/m)	Maydon (000 ga)	Ulush (%)	Oʻrtacha MHII
Shoʻrlanmagan	<2	42,1	15,0	0,18
Kuchsiz	2–4	78,4	28,0	0,31
Oʻrtacha	4–8	95,2	34,0	0,52
Kuchli	8–16	50,7	18,1	0,72
Juda kuchli	>16	13,6	4,9	0,91
JAMI	—	280,0	100%	0,49

MHII asosida tuzilgan xavf xaritasi: I toifa (yuqori xavf, $MHII \geq 0,6$) – 38% (106 400 ga), asosan Qoʻshkoʻpir, Xazarasp, Bogʻot; oʻrtacha Eca=9,2 dS/m, sizot suvi chuqurligi=1,1 m, drenaj kollektorlarining 62% ishlamaydi. II toifa (oʻrtacha, 0,3–0,6) – 44% (123 200 ga: Urganch, Shovot, Gʻurlan), drenaj qisman ishlaydi. III toifa (qoniqarli, <0,3) — 18% (50 400 ga), ishlaydigan drenaj tarmogʻiga ega.

1990–2024 tendentsiyasi: harorat +0,038°C/yil, yogʻingarchilik–1,2 mm/yil, evapotranspiratsiya +3,4 mm/yil oʻsayotganini koʻrsatadi.

2-jadval. CMIP6 stsenariylari boʻyicha prognoz

Koʻrsatkich	2024	SSP2-4.5 (2050)	SSP5-8.5 (2050)	Oʻzgarish
I toifa maydoni (000 ga)	106,4	122–135	131–154	+24–45%
Oʻrtacha MHII	0,49	0,54	0,63	+0,14
Suv taqchilligi (mln m ³)	~210	290–350	380–520	+81–148%
Shoʻrlangan ulush (%)	57	62–66	69–74	+12–17 f.p.

Xulosa. Tadqiqotda Xorazm viloyati uchun tuproq shoʻrlanishi, sizot suvi xavfi, drenaj samarasizligi va iqlimiy stressni birlashtiruvchi yangi kompozit koʻrsatkich — Meliorativ Holat Integratsiya Indeksi (MHII) taklif va tasdiqlandi. MHII 280 000 ga yerning meliorativ holatini yuqori aniqlikda ($R^2=0,83$) izohlab, oldingi yagona koʻrsatkichli yondashuvlardan [2, 4] ustun keldi. 2024-yilda viloyatning 38% i I toifada boʻlib, drenaj tizimi ishdan chiqishi asosiy nazorat qilinadigan omil sifatida aniqlandi. SSP5-8.5 stsenariysida 2050 yilga qadar yuqori xavf ulushi 47–55%ga yetishi va suv taqchilligi yiliga 380–520 mln m³ ni tashkil etishi bashorat qilinadi – bu favqulodda siyosat choralari talab qiladi. I toifa zonalarida drenajni III toifa standartigacha tiklash yuqori xavfli maydonni 15–20%ga kamaytirishi va yiliga 280–340 ming tonna gʻalla ekvivalenti hosil yoʻqotishining oldini olishi mumkin. Tizim ochiq kodli GIS (QGIS)da yillik yangilanish bilan amalga oshirilishi mumkin.

Tavsiyalar:

- 1) I toifa tumanlarda (Qoʻshkoʻpir, Xazarasp, Bogʻot) favqulodda drenajni tiklashni ustuvor qilish;
- 2) suv taqsimlash rejalashtirishiga SSP5-8.5 prognozlari kiritish.

Adabiyotlar

1. Khamidov M., Khamidov O., Rashidov N., Hamroyev A. Assessment of Soil Salinity Changes under the Climate Change in the Khorezm Region, Uzbekistan // *Irrigation and Drainage*. 2022. Vol. 71, No. 3. -P. 645–658. <https://doi.org/10.1002/ird.2707>
2. Ibrakhimov M., Khamzina A., Forkutsa I. et al. Groundwater Table and Salinity: Spatial and Temporal Distribution and Influence on Soil Salinization in Khorezm Region // *Irrigation and Drainage Systems*. 2007. Vol. 21. - P. 219–236. <https://doi.org/10.1007/s10795-007-9028-3>
3. Forkutsa I., Sommer R., Shirokova Y. et al. Modeling Irrigated Cotton with Shallow Groundwater in the Aral Sea Basin of Uzbekistan: Soil Salinity Effects // *Irrigation Science*. 2009. Vol. 27. -P. 331–344. <https://doi.org/10.1007/s00271-008-0148-7>
4. Akramkhanov A., Vlek P.L.G. The Assessment of Spatial Distribution of Soil Salinity Risk Using Neural Network. // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2012. Vol. 184. - P. 2475–2485. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2087-3>
5. Tischbein B., Manschadi A.M., Conrad C. et al. Constraints and Solutions for Improving Water and Land Management in the Khorezm Region, Uzbekistan // *Irrigation and Drainage*. 2013. Vol. 62, No. 1. - P. 35–47. <https://doi.org/10.1002/ird.1738>
6. Qadir M., Quillerou E., Nangia V. et al. Economics of Salt-Induced Land Degradation and Restoration // *Natural Resources Forum*. 2014. Vol. 38. - P. 282–295. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054>
7. Axmedova M.R. Xorazm viloyati qishloq xo‘jaligi tarmoqlarining rivoji va suv resurslaridan samarali foydalanish masalalari // *Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar*. 2025. №1.
8. Saparbayeva G.R. Meliorativ rayonlashtirish prinsiplari va yerlarning meliorativ holati (Xorazm viloyati misolida). // *Agrar fan va texnologiyalar jurnali*. 2023. №4. 112–119-b.