

OROL DENGIZI QURIGAN TUBIDA HOSIL BO‘LGAN TUPROQ-GRUNTLARI TARKIBIDAGI SUVDA OSON ERUVCHI TUZLARNING MIGRATSIYASI

¹Abdraxmanov Toxtasin, q.x.f.n., professor,

¹Jabbarov Zafarjon Abdulkarimovich, b.f.d., professor,

¹Mahamadiyev Samad Qilichevich, q.x.f.n., dotsent,

²Nomozov Urol Mamatrayimovich, b.f.f.d., dotsent v.b.,

¹Imomov Otamurod Normamatovich, doktorant,

¹Yoqubov Elsevar Sharifjon o‘g‘li, magistrant,

¹Abdullayev Shohruh Zafar o‘g‘li, mustaqil tadqiqotchi,

¹O‘zbekiston Milliy universiteti

²Samarqand davlat veterinariya, chorvachilik va biotexnologiya universiteti, Toshkent filiali

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot Orol dengizi qurigan tubining sharqiy qismida shakllanayotgan yangi tuproq-grunt qatlamlarida suvda oson eruvchan tuzlarning miqdori, tarkibi va migratsiyasi bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar 2024 yil davomida olib borildi. Tadqiqot davomida 25 dan ortiq asosiy va 100 dan ziyod yordamchi kesmalardan olingan namunalar asosida sho‘rlanish ko‘rsatkichlari tahlil qilindi. Natijalarga ko‘ra, hududdagi avtomorfqumli tuproqlar yuqori darajada sho‘rlangan bo‘lib, zaharli tuzlar, ayniqsa zaharli tuzlardan natriy xlorid (NaCl) miqdori 98 % gacha yetgani kuzatildidi. Tuzlarning qatlamlar bo‘yicha tarqalishi shamol eroziyasi, iqlim sharoiti va inson faoliyatiga bog‘liq. Statistik tahlil usullari Principal Component Analysis (PCA) va Pearson korrelyatsiyasi yordamida sho‘rlanish parametrlari orasidagi bog‘liqliklar baholandi. Tadqiqot natijalari tuzlarning vertikal migratsiyasi mavjudligini, xloridli sho‘rlanish ustunligini va bu holat o‘simliklar o‘sishi uchun jiddiy xavf tug‘dirishini ko‘rsatadi. Olingan natijalar Orol dengizi qurigan tubi tuproq-gruntlarini meliorativ baholash, agrozonalarga ajratish va qayta tiklash choralari uchun ilmiy asos sifatida xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Orol dengizi, suvda eruvchan tuzlar, NaCl, tuproq-grunt, PCA tahlili, vertikal migratsiya.

Аннотация. Данное исследование было проведено в течение 2024 года на восточной части высохшего дна Аральского моря с целью изучения количества, состава и миграции легкорастворимых солей в новых формирующихся слоях почво-грунтов. В ходе исследований были проанализированы показатели засоленности на основе более 25 основных и свыше 100 вспомогательных разрезов. Согласно полученным результатам, автоморфные песчаные почвы региона имеют высокий уровень засоленности, при этом содержание токсичных солей, особенно хлорида натрия (NaCl), достигает до 98 %. Распределение солей по слоям зависит от ветровой эрозии, климатических условий и антропогенного воздействия. С помощью методов статистического анализа метода главных компонент (PCA) и корреляции Пирсона оценены взаимосвязи между параметрами засоленности. Результаты показывают наличие вертикальной миграции солей, преобладание хлоридного типа засоленности, что представляет серьезную угрозу для роста растений. Полученные данные служат научной основой для мелиоративной оценки, агрозонального районирования и восстановления почво-грунтов высохшего дна Аральского моря.

Ключевые слова: Аральское море, легкорастворимые соли, NaCl, почво-грунт, анализ PCA, вертикальная миграция.

Abstract. This study was conducted in 2024 on the eastern part of the dried-up Aral Sea bed to investigate the quantity, composition, and migration of water-soluble salts in newly forming soil-ground layers. Salinity indicators were analyzed based on samples collected from more than 25 main and over 100 auxiliary profiles. The results show that the region's automorphic sandy soils are highly saline, with the content of toxic salts — particularly sodium chloride (NaCl) — reaching up to 98%. The stratified distribution of salts is influenced by wind erosion, climatic conditions, and human activities. Statistical analysis methods, including Principal Component Analysis (PCA) and Pearson correlation, were used to assess relationships among salinity parameters. The findings confirm the presence of vertical salt migration, the dominance of chloride-type salinity, and its serious threat to plant growth. These results provide a scientific basis for the reclamation assessment, agro-zoning, and restoration of the soil-ground systems of the dried Aral Sea bed.

Keywords: Aral Sea, water-soluble salts, NaCl, soil-ground, PCA analysis, vertical migration.

1. Kirish.

Butunjahon miqyosidagi eng dolzarb muammolardan biri ekologik holatning keskin yomonlashuvi hisoblanadi. So‘nggi yillarda respublikamizda kasalliklarning yangi turlari va zararli hasharotlarning yangi populyatsiyalari paydo bo‘ldi, tuproqlarning sho‘rlanish sur‘ati oshdi, suv yetishmovchiligi yuzaga keldi, havo

haroratining keskin ko‘tarilishi kuzatildi va boshqa ekologik salbiy holatlar paydo bo‘ldi. Olimlarimizdan bir qator mutaxassislar bu muammolarning yuzaga kelishida Orol dengizining qurishi muhim rol o‘ynayotganini ta‘kidlamogdalar. Shuningdek, bir necha tadqiqotlarda daryo oqimidagi kamayishning eng asosiy sababi – keng miqyosli sug‘orish ishlari ekanligi va bu holat Orol

dengizining maydoni va balandligiga sezilarli ta'sir ko'rsatgani qayd etilgan [6, 9, 11, 12, 15]. O'sha davrlarda daryolardan foydalanishda O'zbekiston Amudaryo va Sirdaryo suvidan 52 %, Turkmaniston 20 %, Tojikiston 11 %, Qozog'iston esa 10 % olgan bo'lib, bularning 90-95 % sug'orma dehqonchilik uchun ishlatilgan [2, 3, 10, 14, 15]. Orol dengizining qurigan tubi bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar va sharqiy qismida shakllanayotgan tuproq-gruntlar qisqa davr ichida hosil bo'lgan noyob geologik-ekologik hodisadir. Ular keskin arid iqlim va antropogen o'zgarishlar sharoitida paydo bo'lib, hozirda ham dinamik rivojlanish jarayonidir. Bu tuproqlarning shakllanish sharoiti o'ziga xos: dengiz cho'kindilaridan tarkib topgan yengil jinslar, yuqori sho'rlanish va namlik rejimining keskin tanqisligi ularning genetik rivojlanishini cheklaydi. Tuproq-gruntlarning asosiy turlari turli darajadagi gidromorf va avtomorf solonchaklar hamda qumli cho'l tuproqlar hudud bo'ylab namlik va relyefga bog'liq ravishda tarqalgan bo'lib, ularning morfologik tuzilishi oddiydir [4, 5, 8, 20, 21].

Orol dengizining qurigan tubida hozirgi paytda to'liq tuproq qatlamining shakllanmaganligi aniqlandi: tuproq hosil bo'lishiga 6 ta asosiy omil (masalan, ob-havo, biom, rel'yef, ota material va vaqt) ta'sir qilishi va 200 yilda o'rtacha 1 mm tuproq hosil bo'lishi hisobga olinsa, Orol qurigan taxminan 60 yil bo'lishiga qaramay, undan bir millimetr ham mustahkam tuproq qatlamini kutish asossiz bo'ladi. Shu sababli, bu hududda tuproq hali yetuk emas. Tahlillarni amalga oshirayotgan olimlar va mutaxassislar har bir tadqiqot koordinatalariga mos ravishda individual yondashishlari va amaliy, innovatsion metodlarni tatbiq etishlari zarur [7, 16, 17, 19]. Orol dengizining qurigan tubining ba'zi hududlarida birlamchi o'simlik qoplamining shakllanishi nisbatan tez kechdi. Xususan, dengizning sobiq qirg'oq bo'ylari va qumli delta hududlarida, suv chekinishi ortidan tez orada atrof cho'llardan uchib kelgan qumsevuvi kserofitlar ildiz ota boshladi. Masalan, Amudaryo deltasiga yaqin qumloq yerlarda qora saxaul (*Haloxylon aphyllum*) va cherkez (*Calligonum spp.*) kabi qumko'char butalar ayrim uchastkalarda tabiiy ravishda ko'karib chiqqani kuzatilgan. Bunday turlar shamolda uchib kelgan yoki qushlar orqali tashilgan

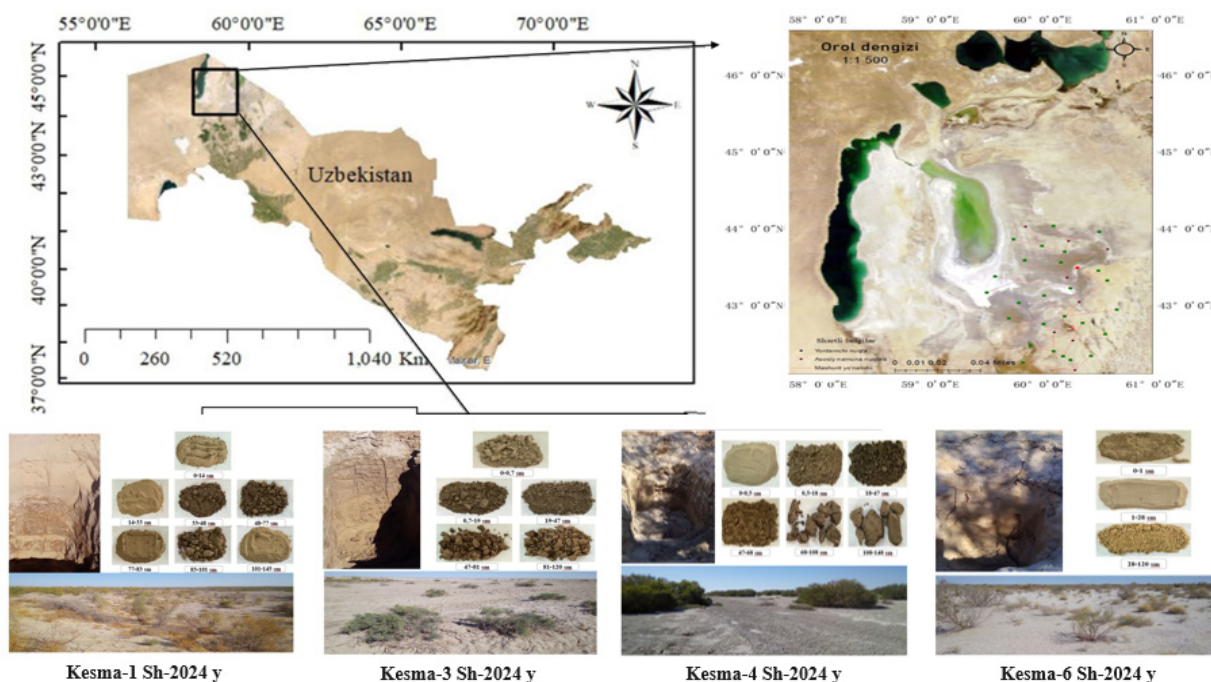
urug'lar orqali sochilgan bo'lishi mumkin. Lekin bunday holatlar asosan nisbatan kam sho'rlangan qumli tuproqli zonalarda sodir bo'lgan. Orol dengizining qurigan tubining markaziy, qalin tuz qatlami qolgan qismlarida esa tabiiy revegetatsiya juda sust: kuchli sho'ra konsentratsiyasi, qattiq qobiqlangan yer va surunkali namlik tanqisligi sharoitida biror o'simlik turining mustaqil joylashib olishi qiyin kechadi. [1, 2, 13, 18, 20].

Orol dengizi qurigan tubining o'rganish sohasida, ayniqsa, undagi tuproqlarning agrokimyoviy, fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlarini aniqlash, gumus holatini baholash, sifatini saqlash, uni tiklash hamda unumdorligini oshirish bo'yicha ko'plab ilmiy ishlar olib borilmoqda. Jumladan, Orol tubidagi tuproq-gruntlarning mineral tarkibi, struktura va xossalari, shu jumladan tuproq namligini ushlab turish qobiliyati e3s-konferensiyalarida taqdim etilgan ilmiy ishlar orqali aniqlangan. Orol dengizining qurigan tubida qumli cho'l tuproqlari yuzasida o'tkazilgan agrokimyoviy profilingizga ko'ra, 0–9 sm va 9–50 sm qatlamlarda gumus miqdori 0,418–0,528 % atrofida ekanligi aniqlandi; bu tuproqlarda xlorid-sulfat tuzlanish kuchli, chuqur qatlamlarda esa zaif guruh hosil bo'lgani qayd etilgan. Shuningdek, Orol tubidagi kimyoviy va sho'rlik xususiyatlarni o'rganishga bag'ishlangan maqolalarda tuproq tuzda namlik va ozuqa moddasini o'zlashtirishdagi cheklovchi omillar, xususan sulfat sho'rlanish turlari tahlil qilingan. Bunday tadqiqotlar Orol dengizining qurigan seabedida shakllanayotgan yangi tuproq-gruntlarning tuzilishi va xossalarini ilmiy asosda baholash uchun muhim bazani tashkil etadi. Shu sababli, bu hududlarda agrokimyoviy, fizik-kimyoviy va biologik xossalarini holatlarni har bir tekshirish koordinatasida individual tarzda tahlil qilish, sifatni baholash, unumdorlikni saqlash va tiklash bo'yicha ilmiy, amaliy va innovatsion tadbirlarni rejalashtirish lozim.

2. Materiallar va usullar

2.1. Tadqiqot maydoni

Tadqiqot olib borilgan hudud Qoraqalpog'iston Respublikasining Qorao'zak tumani Orol dengizi qurigan tubining sharqiy qismida shakllanayotgan tuproq-gruntlariga tushirilgan kesmalarining genetik qatlamlaridan analiz uchun tuproq namunalari olindi (1-rasm).



1-rasm. Tadqiqot maydoni va tuproq profilining joylashuvi.

Tadqiqot hududida kesma qazish ishlari o'rganish maydonlarni tafsivlaydigan joylarda o'tkazildi, biroq tuproq qoplamining yetuk shakllanmaganligi sababli genetik qatlamlar aniq tuzilmasi hosil bo'lmagan. Ayniqsa, chuqur qatlamlarni qum bosimli sharoitda bo'lganligi uchun kesmalarni ham aniq shakllantirish mushkul kechdi. Shunga qaramay, o'rnatilmagan yotqizilgan qumlar ustida morfologik belgilar, jumladan tekstura, qalinlik va struktura xususiyatlari diqqat bilan qayd etildi.

2.2. O'rganilayotgan hudud tuproqlari

Yangi shakllanayotgan tuproq-gruntlarning profili odatda morfologik jihatdan kam tabaqalangan hisoblanadi. Genetik gorizontlar hali to'liq ajralmagan bo'lib, ko'pincha bir yoki ikki asosiy qatlamdan iborat soddaprofil shakllanganligi kuzatiladi. Tadqiqot olib borilgan qurigan Orol dengizi tubining sharqiy qismida tuproq kesmalarini o'rganish shuni ko'rsatadiki, yuqori qatlam (Agorizont) juda yupqa va unda gumus miqdori nihoyatda kamligi kuzatildi. Ustki qatlamda ba'zan o'simlik qoldiqlari aralashgan yengil qoramtir kulrang kuzatilsa-da, ko'pincha tuproqning ustki rangi och kulrang yoki sarg'ish bo'ldi. Yig'ilgan tuproq profillarining morfologik xususiyatlarini quyidagicha ta'riflash mumkin (1-jadval).

Orol dengizining qurigan tubi, ayniqsa, sharqiy qismi, tuproq emalining chuqur rivojlanmagan hududdir: bu yerda an'anaviy tuproq qatlamlari shakllanmagan, chunki yer ustini qum va tuz qatlamlari qopladi. Shu yangi hosil bo'lgan grunt ustida yana yangi qum cho'kkanligi kuzatilib, natijada oddiy qishloq tuproqlari yoki tog'li hududlardagi tizimli tuproq hosil bo'lishi kuzatilmayapti.

2.3. Iqlim ma'lumotlari

Tadqiqot o'tkazilayotgan xudud ekstremal kontinental iqlimga ega. Harorat 45 dan -30 ° C gacha, yillik ko'rsatkichi o'rtacha 13 ° C gacha, yiliga o'rtacha 100 mm dan kam yog'in

tushadi, va potensial bug'lanish yiliga 1000 mm dan oshadi [22]. Shuning uchun mintaqada deyarli butunlay daryo va kanallar orqali oqib o'tadigan yuqori oqim suvlariga bog'liq bo'lib, asosiy qismi qishloq xo'jaligi ekinlarini sug'orish va maishiy maqsadlarda foydalaniladi. 1960-yillarda Orol dengizida harorat nisbatan barqaror bo'lib, havo harorati yil davomida dengiz sathi evapotranspiratsiyasi bilan yumshatilgan. Qishki o'rtacha harorat -5-7 ° C, yozgi o'rtacha harorat +24...+26 ° C bo'lganligi haqida kuzatuv stansiyalari ma'lumotlari bor [28]. Janubiy qism (Qoraqalpog'iston)da bir oz issiqroq, chunki bu zona Amudaryo deltasiga yaqin joylashgan bo'lib, iqlim qisman yumshatilgan. 1970-yillarda global iqlim isishi aniq sezilarli bo'lmasa-da, mahalliy iqlimga sug'orish tarmog'i kengayishi ta'sir qilgan. Faqatgina 1980-yillarning boshlarida birinchi bor harorat 0,5-1 ° C ga oshgani to'g'risida ma'lumotlar mavjud [27].

Biroq, so'nggi bir necha o'n yilliklar davomida Amudaryo Orol dengizining dastlabki qirg'oqlariga yetib bormasligi oqibatida Orol dengizi quridi. O'rganilayotgan xududda yog'ingarchilikning kamligi, bug'lanishning ko'pligi va antropogen omilni tobora kuchayib borishi bilan O'zbekistonning eng nozik va ekologik jihatdan zaif hududlaridan biriga aylandi.

Orol dengizi qurishi natijasida hosil bo'lgan cho'llashgan hudud asosan dengiz tubidagi namlikni kamayishi sababli meliorativ nuqtai nazardan o'zlashtirishi og'ir bo'lgan sho'rlangan tuproqlar shakllangan. Bu yerda minerallar, og'ir metallar va boshqa elementlar konsentratsiyasi o'zgarib, atrof-muhitga ta'sir qiladi. Orol dengizining qurishi natijasida hozirgi kunda uning o'rnida sho'rlangan qumli cho'l, sho'rxok va sho'rtoblashgan tuproq gruntlari shakllanayotgani kuzatigan [7], suvning sho'rlanishi 126-244 % ga yetgan [23-24].

1-jadval

Tadqiqot hududidan tuproq namunalari olingan joy koordinatlari

Tadqiqot regionini	Tuproq kesmalari	Koordinatlari	Tuproq turlari
Qurigan Orol dengizining Sharqiy qismi	Kesma-Sh-2024-1	43.418157°N, 60.181042°E	Sust qatqaloqli, qumlashgan avtomorf sho'rlangan tuproq-gruntlari
	Kesma-Sh-2024-3	43.470546°N 60.159007°E	Sust qatqaloqli, qumloq qumli sho'rxoklashgan avtomorf tuproq-gruntlari
	Kesma-Sh-2024-4	43.593149°N, 60.166137°E	Sust qatqaloqli, qumli sho'rxoklashgan avtomorf tuproq-gruntlari
	Kesma-Sh-2024-6	43.674337°N, 60.171723°E	Mustaxkam bog'langan qumli, sho'rlangan avtomorf tuproqlar

2-jadval

1960–2025-yillarda Sharqiy Orol hududida yillik o'rtacha harorat dinamikasi [25-26].

Davr	Yillik o'rt. harorat (°C)	Qishki o'rt. harorat (°C)	Yozgi o'rt. harorat (°C)	Izoh	Davr	Yillik o'rt. harorat (°C)	Qishki o'rt. harorat (°C)
1960–1965	~11,0–11,5	–5–6	+24+25	Orol dengizi barqaror	1960–1965	~11,0–11,5	–5–6
1970–1980	~11,5–12,0	–6–8	+25+26	Daryo oqimi kamayishi boshlangach	1970–1980	~11,5–12,0	–6–8
1980–1990	~12,0–12,5	–7–9	+26+27	Katta Orol pasayishi tezlashgan	1980–1990	~12,0–12,5	–7–9
1990–2000	~12,5–13,0	–8–10	+27+28	Sharqiy qism sayozlashishi, isish global tus oldi	1990–2000	~12,5–13,0	–8–10

1960–2025-yillarda Sharqiy Orol hududida yog'in-sochin dinamikasi, mm/yil [29-30].

Davr	Yillik yog'in (mm)	Qish (mm)	Bahor (mm)	Kuz (mm)
1960–1970	~110–120	15–20	35–40	25–30
1970–1980	~100–110	15–25	30–35	20–25
1980–1990	~90–100	15–20	25–35	20–25
1990–2000	~85–95	10–20	30–35	15–20
2000–2010	~80–90	10–15	25–30	15–20
2010–2020	~70–90	10–15	25–35	10–20

2.5. Laboratoriya tahlil usullari

Tuproqning sho'rlanish darajasini (umumiy tuzlar, kationlar va anionlar tarkibini) aniqlash juda muhim agroximik va ekologik masalalardan biri hisoblanadi. Ushbu tahlillar tuproq unumdorligini baholash, yerlarni melioratsiya qilish, hamda sug'orish rejimini boshqarish uchun zarurdir. Tuproq namunalarini olish, saqlash, laboratoriya tajribalar o'tkazish GOST: 17.4.3.01–83 davlatlararo standartlari asosida olib borildi. Umumiy tuzlar miqdorini aniqlashda GOST 26423-85 davlatlararo standartlaridan foydalanildi.

2.6. Statistika tahlil

Laboratoriya tahlillari natijalarining aniqligi va bir yoki bir nechta omillarning o'zgaruvchilarga ta'siri PCA (Principal Componentlar Analizi) usuli yordamida baholandi va taqqoslandi. Issiqlik xaritasi (heatmap) Pearson Correlation statistik dasturi yordamida tuzildi. Tadqiqotda hududi tuproqlaridagi turli omillarning o'zaro ta'siri tahlil qilindi.

3. Tahlil va muhokama

3.1. Suvda oson eruvchi tuzlar miqdori

Qurigan Orol dengizi tubida hosil bo'lgan tuproqlar tarkibidagi turli tuzlar konsentratsiyasini chuqur o'rganish va bilish, ayniqsa Orolni qurigan tubida shakllanayotgan turli xil tuproq

gruntlarida o'simliklarni o'sishi va ularni muhofaza qilish muhim ahamiyatga ega. Orol dengizi qurigan tubida shakllanayotgan tuproq-gruntlarda suvda ason eruvchi tuzlar (kation va anionlar) to'planishi va tarqalishi turli omillarga bog'liq. Bular orasida shamol va suv eroziyasi, iqlim o'zgarishi, inson faoliyati muhim o'rin tutadi. Bilamizki, galofit o'simliklar tuzlarni o'z tanasiga qabul qilib, ulardan energiya manbai sifatida foydalanadi va tuproq-gruntlarini zaxarli tuzlardan tozalashda ishtirok etadi. Sho'rlanish tuproqda past suv potensialini shakllanishiga olib keladi, shuning uchun o'simlikni suv bilan ta'minlash juda qiyin bo'ladi. Tuzlarning zararli ta'sirining eng muhim tomoni ham metabolik jarayonlarning buzilishidir. Fiziolog B.P.Stroganovning olib borgan tadqiqotlarini natijalari shuni ko'rsatdiki, o'simliklardagi tuzlar ta'sirida azot almashinuvi buziladi, bu oqsillarning intensiv parchalanishiga olib keladi, natijada o'simlik uchun zaharli bo'lgan metabolik oraliq moddalar, masalan, ammiak va boshqa juda zaharli mahsulotlar to'planadi. Sho'rlanish sharoitida kadavr zaharining analoglari bo'lgan kadaverin va putreskin kabi zaharli mahsulotlarning shakllanishi qayd etiladi. Sulfatli sho'rlanishi fonida oltingugurtning o'z ichiga olgan aminokislotalarning (sulfoksidlar va sulfonlar) oksidlanish mahsulotlari to'planadi, ular ham o'simliklar uchun zaharli hisoblanadi.

Orol dengizi qurigan tubi Sharqiy qismining sho'rxoklari tarkibidagi oson eruvchi tuzlarning komponent tarkibi, %

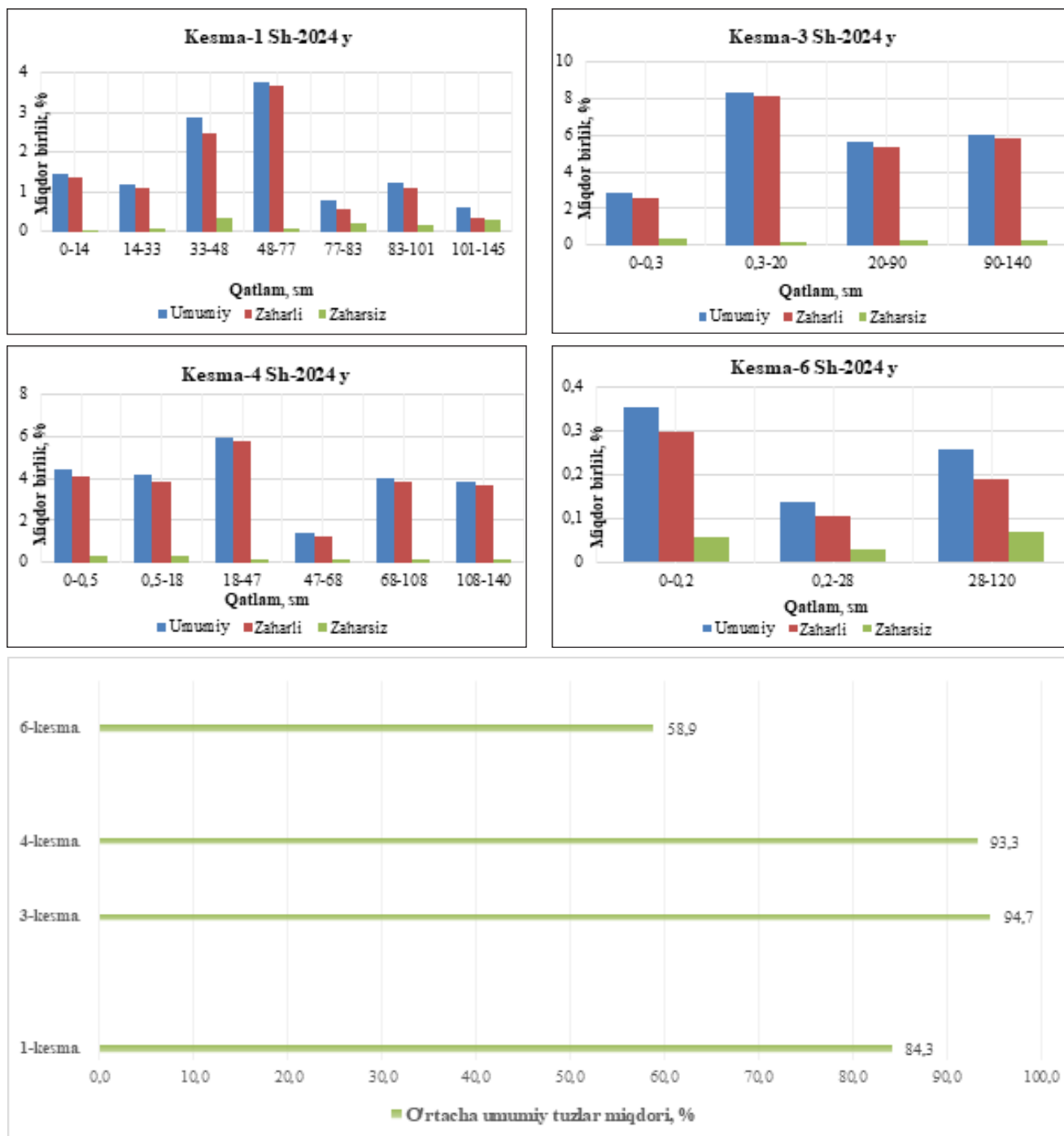
Kesma, №	Qatlam qalinligi, sm	Tuzlar miqdori			Umumiy tuzlar yig'indisiga nisbatan zaharli tuzlar ulushi
		Umumiy	Zaharli	Zaharsiz	
1-kesma. Sust qatqaloqli, qumlashgan avtomorf sho'rlangan tuproq-gruntlari.	0-14	1,444	1,386	0,058	96,0
	14-33	1,174	1,107	0,067	94,3
	33-48	2,865	2,496	0,369	87,1
	48-77	3,773	3,687	0,086	97,7
	77-83	0,782	0,573	0,209	73,3
	83-101	1,258	1,087	0,171	86,4
	101-145	0,633	0,349	0,284	55,1
3-kesma. Sust qatqaloqli, qumloq qumli sho'rxoklashgan avtomorf tuproq-gruntlari.	0-0,3	2,893	2,569	0,324	88,8
	0,3-20	8,312	8,155	0,157	98,1
	20-90	5,612	5,379	0,233	95,8
	90-140	6,046	5,807	0,239	96,0
4-kesma. Sust qatqaloqli, qumli sho'rxoklashgan avtomorf tuproq-gruntlari	0-0,5	4,456	4,109	0,347	92,2
	0,5-18	4,16	3,858	0,302	92,7
	18-47	5,916	5,745	0,171	97,1
	47-68	1,424	1,232	0,192	86,5
	68-108	4,041	3,879	0,162	96,0
	108-140	3,825	3,637	0,188	95,1
6-kesma. Mustahkam bog'langan qumli, sho'rlangan avtomorf tuproqlar.	0-0,2	0,354	0,298	0,056	84,2
	0,2-28	0,137	0,107	0,03	78,1
	28-120	0,258	0,189	0,069	73,3

Orol dengizi qurigan tubining sharqiy qismida joylashgan avtomorf tuproq-gruntlarida oson eruvchan tuzlar miqdori va tarkibi bo'yicha o'tkazilgan tahlillar hududdagi tuproqlar yuqori darajada sho'rlanganligini ko'rsatmoqda. Ushbu sho'rlanish, asosan, umumiy va zaharli tuzlar nisbati hamda ularning qatlamlar bo'yicha taqsimlanishi orqali baholandi (4-jadval).

Aynan biz tadqiqotlar olib borgan hududda shakllanayotgan tuproq-gruntlar tarkibida zaharli tuzlar ichida xloridli tuzlarning ulushi yuqori ekanligi aniqlandi. Jumladan, qatqaloqli sho'rxoklashgan qumlashgan avtomorf tuproq-gruntlarini ustki 0-0,7 sm qatlamida xloridli tuzlarni miqdori 7,023 % ni, umumiy tuzlar miqdorini 98,6% ni tashkil qilishi va tuproq profili bo'yicha

faqat zaharli tuzlardan NaCl 2,987% dan 7,619% oralig'ida tebranib turishi, shuningdek, sust qatqaloqli qumloq-qumli sho'rxoklashgan avtomorf tuproq-gruntlari (3- va 4-kesmalar) zaharli tuzlarning umumiy miqdoriga nisbatan xloridli tuzlar miqdori yuqori ekanligi kuzatildi (2-rasm).

Sust qatqaloqli, qumlashgan 1-kesmada tuproq-gruntlar umumiy tuz miqdori 0,6–3,7% oralig'ida o'zgaradi. 33–48 sm qatlamda tuzlar eng yuqori darajaga (2,865%) yetgani, shuningdek, bu qatlamda zaharli tuzlar ulushi 2,496% ni tashkil etgani qayd etiladi. Aksincha, 101–145 sm chuqurlikda umumiy tuz miqdori 0,633% ga tushgan, lekin bu qatlamda zaharsiz tuzlar nisbati yuqori (0,284%) bo'lib, sho'rlanish darajasining



2-rasm. Tadqiqot hududi tuproq-gruntlarining sho'rxoklari tarkibidagi oson eruvchi tuzlarning komponent tarkibi.

nisbiy pasayishi kuzatiladi. Bu esa tuproq qatlamlari bo'yicha tuzlarning vertikal migratsiyasi mavjudligini ko'rsatadi. Qumloq-qumli 3-kesmada tuproq-gruntlar umumiy sho'rlanish ko'rsatkichi ancha yuqori bo'lib, ayniqsa 0,3–20 sm qatlamda tuzlar 8,312% gacha yetadi, bu esa biologik faoliyat uchun xavfli hisoblanadi. Shu qatlamda zaharli tuzlarning ulushi 8,155% bo'lib, deyarli butun sho'rlanish tarkibi zararli komponentlardan iborat. 20–140 sm oralig'ida ham sho'rlanish darajasi yuqori bulib (5,6–6,0%), bu qatlamlarda tuproq o'z-o'zidan rekultivatsiyaga yaroqsiz holatda ekanligini bildiradi. Qumli sho'rxoklashgan 4-kesmada tuproq-gruntlar holat nisbatan yaxshiroq: 0,5–18 sm qatlamda tuzlar 4,16%, zaharli komponentlar esa 3,858% ni tashkil etadi. Ammo 18–47 sm chuqurlikda sho'rlanish yana kuchaygan (5,916%) va zaharli komponentlar miqdori yuqori (5,745%). Biroq 47–68 sm qatlamda bu ko'rsatkich keskin kamaygan (1,424%), bu esa tuzlarning vaqtinchalik yuvilishi yoki harakatlanishi holatini bildirishi mumkin. Mustahkam bog'langan 6-kesmada qumli tuproqlar sho'rlanish darajasi bo'yicha eng past ko'rsatkichlarga ega. 0,2–28 sm chuqurlikda tuz miqdori 0,137%, zaharli komponentlar esa 0,107% bo'lib, bu kesmada sho'rlanish ekologik xavf tug'dirmaydigan darajada. Bu joylar tabiiy rekultivatsiyaga yoki agroekologik jihatdan barqaror tuproq shakllanishiga nisbatan eng istiqbolli hudud sifatida ko'riladi.

Umuman olganda, barcha kesmalarda sho'rlanish darajasi

morfogenetik qatlamlarga bevosita bog'liq bo'lib, yuqori qatlamlarda ko'proq yig'ilishi va chuqur qatlamlarda sekin-asta kamayishi kuzatiladi. Zaharli tuzlarning ulushi ayrim qatlamlarda 95–98% gacha yetib, bu esa o'simliklar hayoti va mikrobiologik faoliyati uchun jiddiy tahdid sanaladi. Shu sababli, bu hududlarda meliorativ tadbirlar, xususan, sho'r yuvish, fitomelioratsiya va mikrobiologik faollikni oshirishga yo'naltirilgan amaliy chora-tadbirlar zarur.

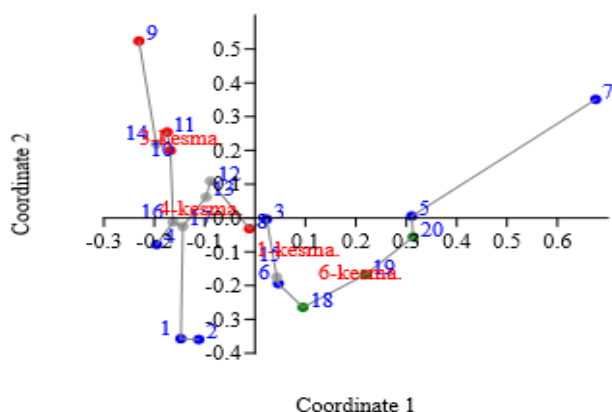
3.1. Statistik tahlil natijalari

Tahlil natijalarning aniqligini oshirish maqsadida statistik tahlil Principal Component Analysis (PCA) va Pearson Correlation statistik testlari ham amalga oshirildi. PCA component bo'yicha hududlar kesimida Component 1 X o'qi bo'yicha 39,1% dispersiyani va Component 2 Y o'qi bo'yicha 25,9 % dispersiya ekanligi izohlandi (3-rasm).

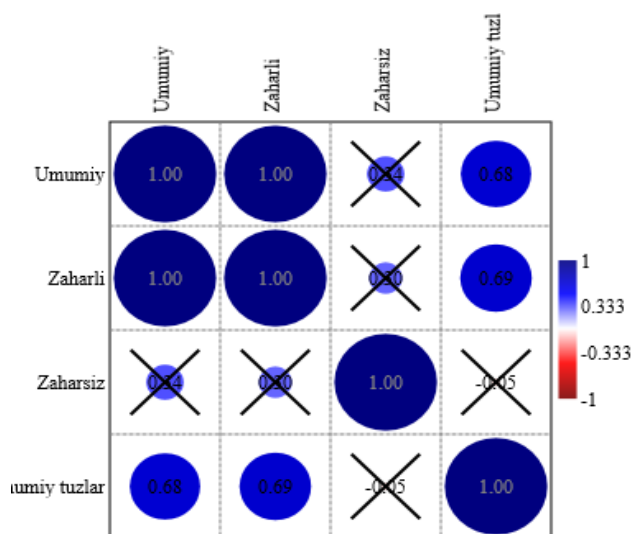
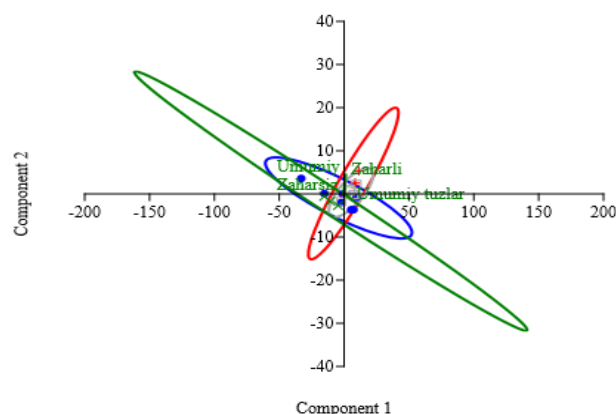
Unga ko'ra eng katta ta'sir Kesma-Sh-2024-3 va Kesma-Sh-2024-4 hudud tuproq-gruntlaridagi tuzlar ekanligi aniqlandi.

Korrelatsiya tahlili litofil elementlar orasidagi bog'liqlikni baholash uchun Pearson korrelatsiya matritsalar yordamida amalga oshirildi (4-rasm).

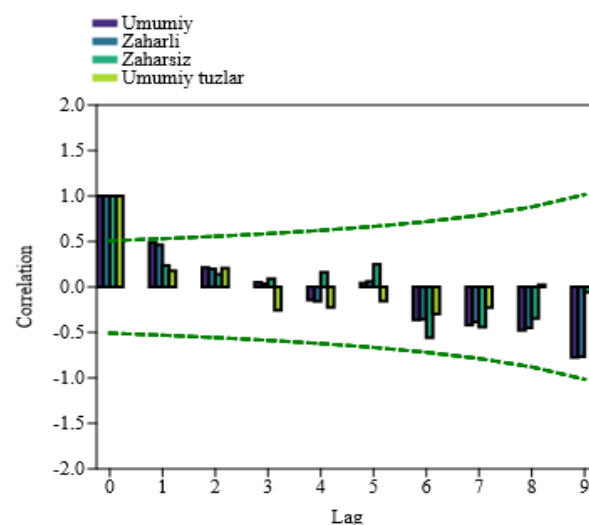
Bu shuni anglatadiki, o'zgaruvchilar orasidagi bog'liqlik barqaror va mustahkam ekanligini namoyon qiladi. Pearson korrelatsiya natijalriga ko'ra, ayrim tuzlarga tug'ri proporsional ekanligi hamda ayrimlariga teskari proporsional ekanligi aniqlandi.



3-rasm. Tadqiqot natijalarining Principal Component Analysis (PCA) tahlili.



4-rasm. Tadqiqot natijalarining Pearson Correlation statistik tahlili.



Xulosa. Mazkur ilmiy ishda Orol dengizi qurigan tubining sharqiy hududida shakllanayotgan yangi tuproq-gruntlari tarkibidagi suvda oson eruvchan tuzlar miqdori, migratsiyasi va taqsimoti o'rganildi. Tadqiqotlar davomida 25 dan ortiq asosiy va 100 dan ziyod yordamchi tuproq-gruntlari kesmalardan olingan namunalar asosida turli tuzlar, xususan xloridli tuzlar konsentratsiyasi aniqlanib, qatlamlar buyicha sho'rlanish darajasi tahlil qilindi. Aniqlanishicha, bu hududda shakllanayotgan tuproq-gruntlar yuqori darajada sho'rlangan bo'lib, zaharli tuzlarning ulushi 95–98 % gacha yetishi kuzatildi. Ayniqsa, NaCl miqdori 7,6 % gacha ko'tarilib, sho'r qatlamlar tuproq unumdorligi va biologik faoliyatga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, sho'rlanish darajasi qatlamlar bo'yicha farqlanib, yuqori qatlamlarda tuz to'planishi yuqori, pastki qatlamlarda esa nisbatan pasaygan. Bu esa tuzlarning vertikal migratsiyasini anglatadi. Ayniqsa, qumli va qumloq-qumli tuproqlarda tuzlar yuqori konsentratsiyada to'planib, bu joylarda o'simlik o'sishi uchun noqulay sharoitlar vujudga kelgan. Boshqa tomondan,

mustahkam bog'langan tuproqlarda sho'rlanish darajasi nisbatan past bo'lib, bunday hududlar tabiiy rekultivatsiyaga mos ekani aniqlangan.

PCA va Pearson korrelyatsiya tahlillari natijalariga ko'ra, sho'rlanish bilan bog'liq o'zgaruvchilar orasida mustahkam bog'liqlik mavjudligi qayd etildi. Bu usullar orqali kesmalardagi tuzlar miqdori, tarqalishi va ularning o'zaro bog'liqligi statistika asosida tasdiqlandi. Tadqiqot natijalari, ayniqsa, 3 va 4-kesmalarda tuz miqdorining yuqori ekanini ko'rsatdi. Olingan natijalar asosida shuni ta'kidlash mumkinki, Orol dengizi tubida shakllanayotgan tuproqlarda sho'rlanish muammosi keskin bo'lib, bu hududlarni qishloq xo'jaligiga yaroqli holga keltirish uchun jiddiy agroteknika va meliorativ choralar zarur.

Izoh: Ushbu maqola FL-8323102111 raqamli "Orol dengizining quruq tubida tarqalgan tuproqlarning sho'rligi, fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlariga ko'ra o'simliklar ekish uchun maydonlarni guruhlashning ilmiy asoslarini yaratish" mavzusidagi loyiha doirasida amalga oshirildi.

ADABIYOTLAR:

1. Abdrakhmanov, Abdullaev T Shokhrux, Shomurodova K (2024) Changes in the chemical, physical, and mechanical properties of soils under the influence of the drying up of the aral sea. doi: 10.5281/zenodo.11032416
2. Abdullaev, Nomozov S Urol (2024) A biochar product can enhance soil fertility during drought conditions. doi: 10.5281/zenodo.11032959
3. Abdullaev, SAYFULLAEVA S Sevinch (2024) Rational use of natural resources for drought relief and environmental protection and public health. doi: 10.5281/zenodo.11033257
4. A.Ismonov, A.Dusaliyev, U.Mamazhanova, Orol dengizining markaziy qismidagi qurg'oqchil tub tuproqlarning meliorativ holati" // O'zbekiston Milliy Universiteti xabarlari, №3/2/1. 2022. - B. 52-55
5. Do'saliev T.A., Ismonov A.J., Mamajonovna X.O'. Orol dengizi qurigan tubi tuproq-grunt qoplamlarining mexanik tarkibi // O'zMu xabarlari. 2023. - №3/1/1. – B. 39-41.
6. Jabbarov Z, Abdrakhmanov T, Tashkuziev M, Abdurakhmonov N, Makhammadiev S, Fayzullaev O, Nomozov U, Kenjaev Y, Abdullaev S, Yagmurova D, Abdushukurova Z, Iskhakova S, Kováčik P (2024) Cultivation of plants based on new technologies in the dry soil of the Aral Sea. E3S Web Conf 497:03008. doi: 10.1051/e3sconf/202449703008
7. Jabbarov Z, Abdrakhmanov T, Tashkuziev M, Abdurakhmonov N, Makhammadiev S, Fayzullaev O, Nomozov U, Kenjaev Y, Abdullaev S, Yagmurova D, Abdushukurova Z, Iskhakova S, Kováčik P (2024) Cultivation of plants based on new technologies in the dry soil of the Aral Sea. E3S Web Conf 497:03008. doi: 10.1051/e3sconf/202449703008
8. Jabbarov Z.A., Maxammadiev S.Q., Zokirova F.N., Abdraxmonov T.A., Abdullaev Sh Orol dengizi qumliklarining sho'rlanish holati. O'zbekiston zamini, 2022. - №4. – B. 22-27.
9. Jabbarova D, Abdrakhmanov T, Jabbarov Z, Abdullaev S, Azimov A, Mohamed I, AlHarbi M, Abu-Elsaoud A, Elkelish A (2023) Biochar improves the growth and physiological traits of alfalfa, amaranth and maize grown under salt stress. PeerJ 11:e15684. doi: 10.7717/peerj.15684
10. Li Q, Li X, Ran Y, Feng M, Nian Y, Tan M, Chen X (2021) Investigate the relationships between the Aral Sea shrinkage and the expansion of cropland and reservoir in its drainage basins between 2000 and 2020. International Journal of Digital Earth 14:661–677. doi: 10.1080/17538947.2020.1865466
11. Micklin P (2016) The future Aral Sea: hope and despair. Environ Earth Sci 75:844. doi: 10.1007/s12665-016-5614-5
12. Micklin Philip P. "Desiccation of the Aral Sea: A Water Management Disaster in the Soviet Union". 1988. Science № 241 (4870). - 1170 p
13. Qo'ziyev R.Q., Abduraxmonov N.Yu., Ramazonov B.R. Orol bo'yi hududlarining tuproq resurslari va ulardan samarali foydalanishning ilmiy asoslari. Toshkent, "Zilol-buloq" nashriyoti, 2020. – 204 b.
14. Qushimov B., Ganiev I.M., Rustamova I., Haitov B., Islam K.R. Land Degradation by Agricultural Activities in Central Asia. 2007
15. Saidova M.E. Orol bo'yi hududi sug'oriladigan o'tloqi allyuvial tuproqlarining ekologik-biologik holatini diagnostikasida zamonaviy yondashuvlar dissertasiya avtoreferat. – Toshkent, 2019. – B. 7-20.
16. Singh A, Behrangi A, Fisher JB, Reager JT (2018) On the Desiccation of the South Aral Sea Observed from Spaceborne Missions. Remote Sensing 10:793. doi: 10.3390/rs10050793
17. T.Abduraxmonov, Z.Jabbarov, S.Mahammadiyev, Sh.Abdullayev, F.Zokirova "Orol dengizi qurigan tubidagi qumliklarning sho'rlanish holati."//O'ZBEKISTON ZAMINI"jurnali T.;2020,N=4.-26 b
18. Xu H, Wang X, Zhang X (2016) Decreased vegetation growth in response to summer drought in Central Asia from 2000 to 2012. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 52:390–402. doi: 10.1016/j.jag.2016.07.010
19. Zokirov Sh.S., Ibragimova R.A. Orol tabiiy geografik okrugi. Toshkent "Mumtoz so'z" - 2015. – B. 61-62
20. Жаббаров З.А., Бобоев С., Нормуродова Қ., Махаммадиев С., Абдукаримов Ж., Абдуллаев Ш. Орол денгизининг қуриган тубида ўсимликларни ўстиришда намлиқдан самарали фойдаланган ҳолда биотехнологик ёндашувларнинг

натижаси Агро кимё химоя ва ўсимликлар карантини. №2, 2023. Б.46-49

21. Исмонов Абдувахоб Жўраевич Қаландаров НН (2023) Орол денгизи қуриган тубида ихота ўрмонзорларини барпо этиш мақсадида тупроқ қопламларини тадқиқ этиш. doi: 10.5281/zenodo.10083879

22. Jarsjo J, Destouni G (2006) Batimetriya-topografiya ta'siri torayib borayotgan Orol dengizi atrofidagi sho'r-chuchuk yer osti suvlarining o'zaro ta'siri. Suv resurslari Res 42: W11410.

23. Andrulionis, N.Y., Izhitskiy, A.S., Savvichev, A.S. et al. Recent changes in physical and biogeochemical state in residual basins of the Aral Sea. Aquat Geochem 31, 1 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10498-024-09436-5>

24. Roget E, Zavialov P, Khan V, Muniz MA (2009) Geodynamical processes in the channel connecting the two lobes of the Large Aral Sea. Hydrol Earth Syst Sci 6:5279–5301. <https://doi.org/10.5194/hess-13-2265-2009>

25. Micklin P. The Aral Sea disaster // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. – 2007. – Т. 35. – Б. 47–72.

26. IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. – Cambridge: Cambridge University Press, 2014. – 151 p.

27. Saiko T.A., Zonn I.S. Irrigation expansion and dynamics of desertification in the Circum-Aral region of Central Asia // Applied Geography. – 2000. – Т. 20 (4). – Б. 349–367.

28. Berg L.S. Aral Sea hydrology in the early 20th century. – Leningrad: AN SSSR, 1947. – 210 b.

29. Conrad C., et al. Remote sensing and hydrological measurements for improved water resources management in the Aral Sea basin // Remote Sensing. – 2013. – Т. 5 (8). – Б. 3948–3973.

30. Rakhmatullaev S. Water reservoirs in Central Asia and their future // Quaternary International. – 2010. – Т. 227 (2). – Б. 270–278.