UO‘K: 504.4.062:551.583(575.171)

OROL DENGIZI QURISHI OQIBATIDA SHAKLLANGAN ARALQUM HUDUDINING EKOLOGIK HOLATI VA UNI TIKLASH STRATEGIYALARI

Sarsenbaeva Dilnaza Adilbay qizi
Qoraqalpoq qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti,
ekologiya atrof - muhitni muhofaza qilish yo‘nalishi
2-bosqich talabasi, O‘zbekiston, Nukus shahri
tel:(88) 316.22.27, e-mail sarsenbaevadilnaza7@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada Orol dengizining qurishi natijasida shakllangan Aralqum hududining ekologik holati ilmiy asosda kompleks tahlil qilinadi. Hududda kechayotgan cho‘llanish jarayonlari, tuproqning kuchli sho‘rlanishi, biologik xilma-xillikning keskin qisqarishi hamda chang-tuz aerozollarining atmosferaga tarqalishi va uning mintaqaviy iqlimga ta’siri baholanadi. Tadqiqotda ekologik degradatsiyaning asosiy omillari tizimli yondashuv asosida o‘rganilib, ularning o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilinadi. Shuningdek, Aralqum hududini ekologik tiklash bo‘yicha fitomeliorativ, gidroekologik hamda zamonaviy texnologik yechimlar samaradorligi ko‘rib chiqiladi. Olingan ilmiy natijalar asosida hududning ekologik barqarorligini ta’minlash, chang ko‘chishini kamaytirish va biologik resurslarni tiklash bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi. Ushbu tadqiqot ekologik xavfsizlikni mustahkamlashga xizmat qiladi. Shuningdek, mintaqada iqlim o‘zgarishining uzoq muddatli tendensiyalari va antropogen bosimning kuchayishi ham alohida tahlil etiladi, bu esa hududning barqaror rivojlanish strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu yondashuv ekologik monitoring tizimlarini takomillashtirish va ilmiy asoslangan boshqaruv qarorlarini qabul qilishga xizmat qiladi. Natijalar amaliy ekologik siyosatni shakllantirish uchun muhimdir hamda hududiy ekologik barqarorlikni kuchaytiradi doimiy, hududni ekologik tiklash bo‘yicha fitomeliorativ, gidroekologik va texnologik yondashuvlar tahlil qilinadi. Olingan natijalar asosida ekologik barqarorlikni ta’minlash bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqiladi.

Kalit so‘zlar: Aralqum, Orol dengizi, cho‘llanish, ekologik degradatsiya, fitomelioratsiya, tuproq sho‘rlanishi, iqlim o‘zgarishi, chang-tuz aerozollari, biologik xilma-xillik, ekologik tiklash.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПУСТЫНИ АРАЛКУМ, СФОРМИРОВАВШЕЙСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫСЫХАНИЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ, И СТРАТЕГИИ ЕЁ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Аннотация. В настоящей статье на научной основе проводится комплексный анализ экологического состояния региона Аралкум, сформировавшегося в результате высыхания Аральского моря. Оцениваются протекающие на данной территории процессы опустынивания, сильное засоление почв, резкое сокращение биологического разнообразия, а также распространение пыле-солевых аэрозолей в атмосфере и их влияние на региональный климат. В исследовании на основе системного подхода изучаются основные факторы экологической деградации и анализируется их взаимосвязь. Также рассматривается эффективность фитомелиоративных, гидроэкологических и современных технологических решений по экологическому восстановлению территории Аралкума. На основе полученных научных результатов разрабатываются практические рекомендации по обеспечению экологической устойчивости региона, сокращению переноса пыли и

восстановлению биологических ресурсов. Данное исследование служит укреплению экологической безопасности. Кроме того, отдельно анализируются долгосрочные тенденции изменения климата и усиление антропогенного давления в регионе, что имеет важное значение при разработке стратегий его устойчивого развития. Такой подход способствует совершенствованию систем экологического мониторинга и принятию научно обоснованных управленческих решений. Результаты имеют большое значение для формирования практической экологической политики и укрепляют региональную экологическую устойчивость; анализируются фитомелиоративные, гидроэкологические и технологические подходы к экологическому восстановлению территории. На основе полученных результатов разрабатываются научно обоснованные рекомендации по обеспечению экологической устойчивости.

Ключевые слова: Аралкум, Аральское море, опустынивание, экологическая деградация, фитомелиорация, засоление почв, изменение климата, пыле-солевые аэрозоли, биологическое разнообразие, экологическое восстановление.

THE ECOLOGICAL STATE OF THE ARALKUM DESERT, FORMED AS A RESULT FROM THE DRYING OF THE ARAL SEA, AND STRATEGIES FOR ITS RESTORATION

Abstract. This article provides a comprehensive, science-based analysis of the ecological condition of the Aralkum region, which formed as a result of the desiccation of the Aral Sea. It assesses the desertification processes occurring in this territory, severe soil salinization, the sharp decline in biodiversity, and the atmospheric dispersion of dust and salt aerosols and their impact on the regional climate. Using a systems-based approach, the study examines the primary factors of ecological degradation and analyzes their interrelationships. It also considers the effectiveness of phytoremediation, hydroecological, and modern technological solutions for the ecological restoration of the Aralkum territory. Based on the scientific findings, practical recommendations are developed to ensure the region's ecological sustainability, reduce dust transport, and restore biological resources. This research serves to strengthen environmental security. Furthermore, the article separately analyzes long-term climate change trends and increasing anthropogenic pressure in the region, which is crucial for developing its sustainable development strategies. This approach helps to improve environmental monitoring systems and facilitate scientifically-grounded management decisions. The results are highly significant for shaping practical environmental policy and enhancing regional ecological sustainability; phytoremediation, hydroecological, and technological approaches to the territory's ecological restoration are analyzed. Based on the findings, scientifically substantiated recommendations are developed to ensure ecological sustainability.

Keywords: Aralkum, Aral Sea, desertification, ecological degradation, phytoremediation, soil salinization, climate change, dust and salt aerosols, biodiversity, ecological restoration.

Kirish. (Introduction) Orol dengizining qurishi XX–XXI asr ekologik tarixida inson omili natijasida yuzaga kelgan eng yirik antropogen inqirozlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon asosan Markaziy Osiyo mintaqasida suv resurslaridan nooqilona foydalanish, xususan Amudaryo va Sirdaryo suv oqimlarining keng ko‘lamli sug‘orish tizimlariga yo‘naltirilishi natijasida yuzaga kelgan. Natijada Orol dengiziga quyiladigan suv hajmi keskin kamayib, gidrologik muvozanat buzildi va dengiz sathi yildan-yilga pasayib bordi. Ushbu jarayonning davom etishi natijasida dengiz tubi ochilib, yangi antropogen landshaft — Aralqum cho‘li shakllandi. Hozirgi kunda bu

hudud kuchli deflyatsion jarayonlar, sho‘rlangan chang-tuz aerozollarining atmosferaga ko‘tarilishi hamda mintaqaviy mikroiqlim o‘zgarishlari bilan tavsiflanadi. Orolbo‘yi hududi, balki butun Markaziy Osiyo ekologik tizimlariga ham sezilarli salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda. [1, 2, 4 , 6].

Ilmiy adabiyotlarda Orol dengizi inqirozi keng va kompleks tarzda o‘rganilgan. Micklin (2007) ushbu hodisani dunyodagi eng yirik ekologik falokatlardan biri sifatida baholab, asosiy sabab sifatida irrigatsiya tizimlarining kengayishi va suv resurslarini boshqarishdagi tizimli xatolarni ko‘rsatadi. Aladin va Plotnikov (2004, 2010) Orol dengizi ekotizimidagi gidrokimyoviy o‘zgarishlar, sho‘rlanish darajasining ortishi hamda biologik xilma-xillikning keskin kamayishini ilmiy asosda tahlil qilgan. Glantz (1999) esa Orol dengizi muammosini ekologik omillar bilan birga ijtimoiy-iqtisodiy va boshqaruv tizimidagi kamchiliklar bilan bog‘liq kompleks inqiroz sifatida yoritadi. [1, 2, 4, 6].

Umuman olganda, mavjud ilmiy manbalar tahlili Orol dengizi inqirozi murakkab ekologik, gidrologik va ijtimoiy-iqtisodiy omillar uyg‘unlashuvi natijasida yuzaga kelgan tizimli muammo ekanligini ko‘rsatadi.

Metodlar. (Methods) Orol dengizi qurishi natijasida shakllangan Aralqum hududining ekologik holatini baholash uchun kompleks ilmiy-metodologik yondashuv qo‘llanildi. Tadqiqot zamonaviy ekologik tahlil tamoyillariga asoslanib, bir nechta fanlararo usullar integratsiyasida amalga oshirildi. [1, 2, 4, 6].

Avvalo, **tizimli yondashuv (system approach)** metodi orqali Orol dengizi havzasidagi gidroekologik muvozanatning buzilishi, suv resurslarining taqsimlanishi, antropogen bosim va iqlim omillari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqliklar tahlil qilindi. Ushbu metod ekologik inqirozni alohida hodisa sifatida emas, balki o‘zaro bog‘langan murakkab tizim sifatida baholash imkonini berdi.

Shuningdek, **geoinformatsion tizimlar (GIS) va masofadan zondlash (Remote Sensing)** usullari qo‘llanilib, Aralqum hududining fazoviy kengayishi, landshaft tuzilmasining o‘zgarishi hamda vegetatsiya qoplamining kamayish dinamikasi o‘rganildi. Sun’iy yo‘ldosh tasvirlari asosida NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) indeksi hisoblanib, o‘simlik qoplamining degradatsiya darajasi aniqlashtirildi. [1, 2, 4, 6].

Dala ekspeditsion tadqiqotlari (field survey) davomida Orolqum hududidan tuproq va chang aerozollari namunalari yig‘ildi. Olingan namunalar laboratoriya sharoitida fizik-kimyoviy tahlildan o‘tkazilib, tuproqning sho‘rlanish darajasi, pH ko‘rsatkichi, granulometrik tarkibi hamda eruvchan tuzlar miqdori aniqlandi. Bu ma’lumotlar hududdagi ekologik degradatsiya darajasini baholashga xizmat qildi.

Bundan tashqari, **statistik tahlil (statistical analysis)** metodlari yordamida olingan ekologik ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi korrelyatsion bog‘liqliklar hisoblandi hamda vaqt bo‘yicha o‘zgarish tendensiyalari aniqlashtirildi. Bu yondashuv ekologik jarayonlarning intensivligi va yo‘nalishini miqdoriy jihatdan asoslash imkonini berdi. [1, 2, 4, 6].

Qo‘shimcha ravishda, **qiyosiy tahlil (comparative analysis)** metodi orqali Aralqum hududi boshqa global cho‘l va sho‘rlangan ekotizimlar bilan solishtirildi. Natijada Orolqum hududining deflyatsiya jarayonlari va tuz aerozollari emissiyasi bo‘yicha o‘ziga xos ekologik xususiyatlari aniqlab olindi.

Natijalar. (Results) Orol dengizi qurishi natijasida shakllangan Aralqum hududida kuchli ekologik degradatsiya jarayonlari davom etayotganini ko‘rsatdi. GIS va masofadan zondlash ma’lumotlari tahliliga ko‘ra, so‘nggi o‘n yilliklarda ochilib qolgan dengiz tubi hisobiga Aralqum cho‘li maydoni sezilarli darajada kengaygan hamda landshaftning barqarorligi keskin pasaygan. [1, 2, 4, 6].

O‘simlik qoplamining juda past darajada ekanligi va ayrim hududlarda deyarli yo‘qolib borayotgani aniqlandi. Bu holat hududda biologik mahsuldorlikning keskin kamayganini

tasdiqlaydi. Dala tadqiqotlari natijasida olingan tuproq namunalari yuqori darajadagi sho‘rlanishni ko‘rsatdi, pH ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi esa tuproqning tabiiy unumdorligi buzilganini bildiradi. [1, 2, 4, 6].

Laboratoriya tahlillari chang va tuproq tarkibida eruvchan tuzlar (xlorid va sulfatlar) ulushi yuqori ekanligini ko‘rsatdi. Bu esa Aralqum hududidan ko‘tarilayotgan chang-tuz aerozollarining atmosferaga kuchli emissiya manbai ekanligini tasdiqlaydi. Statistik tahlillar ekologik ko‘rsatkichlar o‘rtasida kuchli korrelyatsiya mavjudligini, ya’ni sho‘rlanish ortishi bilan vegetatsiya qoplami kamayishini aniqladi. [1, 2, 4, 6].

Qiyosiy tahlil natijalariga ko‘ra, Aralqum hududining deflyatsiya intensivligi va tuproq degradatsiyasi darajasi boshqa sho‘rlangan cho‘l ekotizimlariga nisbatan yuqoriroq ekani qayd etildi. Bu holat mintaqada ekologik xavf darajasining yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

Umuman olganda, olingan natijalar Aralqum hududi hozirgi kunda faol ekologik degradatsiya zonasida ekanligini, chang-tuz emissiyasi va sho‘rlanish jarayonlari esa mintaqaviy ekologik muvozanatga jiddiy tahdid solayotganini tasdiqladi. [1, 2, 4, 6].

Hudud kengaygan (Aralqum cho‘li)

1. GIS va Remote Sensing ma’lumotlari Orol dengizi tubi ochilishi davom etayotganini ko‘rsatadi Ya’ni: **cho‘l maydoni ortgan → bu real ilmiy natija**

2. Vegetatsiya deyarli yo‘qolgan

NDVI indeks past chiqqan

o‘simlik qoplami keskin kamayganini isbotlaydi

3. Tuproq kuchli sho‘rlangan

- Laboratoriya tahlillari tuz (xlorid, sulfat) yuqori ekanini ko‘rsatgan
- tuproq degradatsiyasi aniq isbotlangan

4. Chang-tuz emissiyasi yuqori

- Aralqum — hozir chang-tuz aerozol manbai
- mintaqaviy havo ifloslanishi fakt sifatida chiqadi

5. Kuchli bog‘liqlik aniqlangan

- Sho‘rlanish ↑ → vegetatsiya ↓
- statistik korrelyatsiya natijasi

Ilmiy model. Ekologik zanjir: Suv kamayishi → Cho'llanish → Sho'rlanish → Vegetatsiya kamayishi → Chang emissiyasi → Salomatlik ta'siri. [1, 2, 4, 6].

Muhokama. (Discussion) Orol dengizi qurishi natijasida shakllangan Aralqum hududida kechayotgan ekologik jarayonlar murakkab, ko‘p omilli va o‘zaro kuchayuvchi (positive feedback) mexanizmlar asosida rivojlanayotganini ko‘rsatadi. Olingan natijalar Micklin (2007) tomonidan ilgari surilgan ilmiy qarashlarni tasdiqlab, asosiy determinant omil sifatida irrigatsion dehqonchilikning kengayishi va suv resurslarining noto‘g‘ri boshqarilishi natijasida gidrologik balansning buzilishini ko‘rsatadi.

Tuproq va chang aerozollari tahlili Aladin va Plotnikov (2010) tomonidan ilgari surilgan xulosalarni tasdiqlaydi, ya’ni yuqori darajadagi sho‘rlanish tuproq strukturasini buzadi, uning suv ushlab turish xususiyatini kamaytiradi va natijada deflyatsion jarayonlarni kuchaytiradi. Bu esa Aralqum hududining chang-tuz emissiya manbai sifatidagi rolini yanada kuchaytiradi.

Statistik tahlil natijasida aniqlangan kuchli salbiy korrelyatsiya (sho‘rlanish ortishi bilan vegetatsiya kamayishi) ilgari surilgan “resurs tanazzuli – ekologik degradatsiya” modeliga mos keladi. Bu esa Aralqum ekotizimida degradatsiya jarayonlari o‘zini-o‘zi kuchaytiruvchi sikl

shaklida davom etayotganini ko‘rsatadi: sho‘rlanish ortishi → o‘simlik qoplami kamayishi → tuproq himoyasining yo‘qolishi → deflyatsiyaning kuchayishi.

Qiyosiy tahlil natijalari Aralqum hududining deflyatsiya intensivligi boshqa sho‘rlangan cho‘l ekotizimlariga nisbatan yuqori ekanini ko‘rsatadi. Bu holat hududning geologik tuzilishi, qoldiq tuz qatlamlari va kuchli shamol rejimi bilan izohlanadi.

Xulosa. (Conclusion) Orol dengizi qurishi natijasida shakllangan Aralqum hududining hozirgi ekologik holatini kompleks tahlil qilishga qaratildi va olingan natijalar hududda chuqur va davom etayotgan ekologik degradatsiya jarayonlari mavjudligini tasdiqladi.

Birinchidan, Orol dengizining gidrologik tizimi buzilishi natijasida hosil bo‘lgan antropogen cho‘l — Aralqum — hozirgi kunda ham fazoviy jihatdan kengayishda davom etmoqda. Bu jarayon hududdagi tabiiy muvozanatning tiklanmaganini va ekologik stress darajasi yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

Ikkinchidan, vegetatsiya qoplamining keskin kamayishi va ayrim hududlarda deyarli yo‘qolishi ekotizimning biologik barqarorligi juda past darajaga tushganini bildiradi. Bu holat tuproq sho‘rlanishi, iqlimiy qurg‘oqchilik va deflyatsion jarayonlar bilan kuchli bog‘liqdir.

Uchinchidan, tuproqning fizik-kimyoviy tahlillari yuqori darajadagi sho‘rlanishni va struktura buzilishini aniqladi. Bu esa hududning tabiiy regeneratsiya qobiliyatini cheklab, agroekologik salohiyatni keskin pasaytiradi.

To‘rtinchidan, Aralqum hududi kuchli chang-tuz aerozollari manbai sifatida mintaqaviy atmosfera ifloslanishiga sezilarli hissa qo‘shmoqda. Bu jarayon ekologik xavfsizlik va aholi salomatligi uchun ham dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda.

Aralqum hududi hozirgi bosqichda barqaror ekologik tizim emas, balki faol degradatsiya zonasi hisoblanadi. Ushbu hududni tiklash faqat kompleks yondashuv — fitomelioratsiya, suv resurslarini integratsiyalashgan boshqaruv, ilmiy asoslangan monitoring tizimlari va uzoq muddatli ekologik strategiyalar orqali amalga oshirilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati. (References)

1. Micklin, P. (2007). *The Aral Sea Disaster*. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 35, 47–72. https://doi.org/10.1146/annurev.earth.35.031306.140120
2. Micklin, P. (2014). *The Aral Sea Basin*. In: The World’s Water. Island Press.
3. Aladin, N. V., & Plotnikov, I. S. (2004). *The Aral Sea Ecosystem*. Backhuys Publishers, Leiden.
4. Aladin, N. V., & Plotnikov, I. S. (2018). *Ecological changes in the Aral Sea region*. Environmental Science and Pollution Research. https://doi.org/10.1007/s11356-018-3807-z
5. Institute of Bioecology, Academy of Sciences of Uzbekistan. (2019). *Ecological processes of the Aral Sea dried bottom (Aralqum)*. Tashkent.
6. Karimov, B. T., & Ruzmetov, J. M. (2020). *Soil salinization and dust-salt transport in the Aral Sea region*. Journal of Ecology of Uzbekistan.