

Orazbaev A.R.^{1*}
“Davlat kadastrlari” kafedrası assitenti

Reymov P.R.²
“Geodeziya, kartografiya va tabiiy resurslar” kafedrası professori

Jumaniyazov I.I.¹
“Geodeziya va geoinformatika” kafedrası assistenti

Nurnazarov S.J.²
“Geodeziya, kartografiya va tabiiy resurslar” kafedrası assistenti

Sultamuratova Z.A.²
“Geodeziya, kartografiya va tabiiy resurslar” kafedrası assistenti

**AMUDARYO DELTASI YAYLOVLARINI KARTOGRAFIK TADQIQ
QILISH: NAZARIY-USLUBIY ASOSLAR**

**КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАСТБИЩ
АМУДАРЬИНСКОЙ ДЕЛЬТЫ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ**

**CARTOGRAPHIC STUDY OF THE PASTURES OF THE AMU DARYA
DELTA: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS**

**Orazbaev A.R.¹, Reymov P.R.², Jumaniyazov I.I.¹, Nurnazarov S.J.²,
Sultamuratova Z.A.².**

¹“Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”
National Research University, Tashkent, Uzbekistan

²Karakalpak State University named after Berdaq, Nukus, Uzbekistan

***Annotatsiya:** Amudaryo deltasi Markaziy Osiyoning ekologik jihatdan eng zaif hududlaridan biri bo‘lib, yaylov resurslari chorvachilik va mahalliy aholi turmushida muhim o‘rin tutadi. Ushbu maqolada yaylovlarni kartografik tadqiq qilishning nazariy-uslubiy asoslari tahlil qilinadi. Suv resurslari boshqaruvi, ekologik oqimlar, biologik xilma-xillikning qisqarishi, tuproq sho‘rlanishi va landshaft degradatsiyasi bo‘yicha mavjud ilmiy adabiyotlar sharh qilindi.*

Masofadan zondlash (NDVI, SAVI, MNDWI) va GIS texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari ko'rsatildi. Xulosa o'rnida, mavjud tadqiqotlar suv resurslarini oqilona boshqarish, yaylov monitoringi va ekotizim xizmatlarini baholashda asos bo'lsa-da, irrigatsiya suvlarini kompleks GIS-modellari va cho'llanish jarayonlarini prognozlash tizimlari yetarlicha ishlab chiqilmaganligi ta'kidlandi.

Kalit so'zlar: *Amudaryo deltasi, yaylov, sho'rlanish, masofadan zondlash, GIS, ekotizim xizmatlari, irrigatsiya.*

Abstract: *The Amu Darya delta is one of the most ecologically vulnerable regions in Central Asia, where pasture resources play a crucial role in livestock farming and the livelihoods of the local population. This article analyzes the theoretical and methodological foundations of cartographic studies of pastures. A review of existing scientific literature is provided on water resource management, ecological flows, biodiversity loss, soil salinization, and landscape degradation. The possibilities of using remote sensing (NDVI, SAVI, MNDWI) and GIS technologies are highlighted. In conclusion, it is emphasized that while existing studies serve as a basis for the rational management of water resources, pasture monitoring, and the assessment of ecosystem services, comprehensive GIS models for irrigation water management and systems for forecasting desertification processes have not been sufficiently developed.*

Keywords: *Amu Darya Delta, pasturelands, soil salinization, remote sensing (NDVI, SAVI, MNDWI), GIS technologies, ecosystem services, irrigation management.*

Аннотация: *Дельта Амударьи является одним из наиболее экологически уязвимых регионов Центральной Азии, где пастбищные ресурсы играют важную роль в животноводстве и в жизни местного населения. В*

данной статье анализируются теоретико-методологические основы картографического изучения пастбищ. Проведен обзор существующей научной литературы по вопросам управления водными ресурсами, экологических стоков, сокращения биоразнообразия, засоления почв и деградации ландшафтов. Показаны возможности использования дистанционного зондирования (NDVI, SAVI, MNDWI) и ГИС-технологий. В заключение отмечается, что, хотя имеющиеся исследования служат основой для рационального управления водными ресурсами, мониторинга пастбищ и оценки экосистемных услуг, комплексные ГИС-модели управления ирригационными водами и системы прогнозирования процессов опустынивания разработаны недостаточно.

Ключевые слова: дельта Амударьи, пастбищные ресурсы, засоление почв, дистанционное зондирование (NDVI, SAVI, MNDWI), геоинформационные технологии (ГИС), экосистемные услуги, управление ирригацией.

Kirish

Amudaryo deltasi hududi tabiiy-geografik jihatdan noyob bo'lib, oxirgi 50 yil davomida Aral dengizi qurishi, suv resurslari kamayishi, antropogen yuklama va iqlim o'zgarishlari oqibatida keskin degradatsiyaga uchragan. Yaylovlar chorvachilik va mahalliy aholi hayotida asosiy o'rin tutsa-da, ularning barqarorligini ta'minlash bo'yicha ilmiy-uslubiy tadqiqotlar yetarlicha rivojlanmagan. Shu sababli kartografik tadqiqotlar, masofadan zondlash va GIS texnologiyalari asosida monitoring olib borish nazariy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Asosiy qism

1.1. Ekologik oqimlar va suv resurslarini boshqarish nazariyalari

Amudaryo deltasi hududida yaylovlarning ekologik holatini o'rganishda eng muhim nazariy asoslardan biri — bu ekologik oqimlar nazariyasidir. Daryo oqimining tabiiy rejimining buzilishi delta landshaftlariga va ularning yaylov sifatidagi barqarorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Amudaryo oqimining kamida 30–40 foizi ekologik oqim sifatida tabiiy holda saqlanmasa, delta ekotizimlari minimal darajada ham tiklana olmaydi (Erdinger, 2011). Suv oqimining kamayishi natijasida delta hududlarida yem-xashak o'simliklari qoplanishining kamayishi, hayvonot dunyosining qisqarishi va cho'llanish jarayonlarining tezlashishi kuzatilmoqda (Micklin et al., 2014).

Sug'orish tizimlari va suv taqsimoti ekotizim barqarorligiga kuchli ta'sir ko'rsatmoqda. Schlüter va hammualliflari (2005) tomonidan ishlab chiqilgan EPIC (Environmental Policy Integrated Climate) modeli Amudaryo deltasi sharoitida qo'llanilib, suv resurslarining boshqaruvi, irrigatsiya tizimlari va tuproq unumdorligi o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik ilmiy asosda isbotlangan. Modellash natijalarida suv yetishmovchiligi sharoitida tuproq namligi 25–30% ga pasayishi, hosildorlik esa ayrim hollarda 2–3 baravar kamayishi qayd etilgan (Schlüter & others, 2005). Bu natijalar nafaqat qishloq xo'jaligi uchun, balki yaylovlarning yem-xashak ishlab chiqarish salohiyatini baholashda ham muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Micklin, Aladin va Plotnikov (2014) Aral dengizi havzasi va Amudaryo deltasi bo'yicha olib borgan kuzatuvlarida suv oqimlarining kamayishi nafaqat dengizning qisqarishiga, balki deltadagi tabiiy landshaftlarning butunlay o'zgarishiga olib kelganini ko'rsatdi. Natijada, suv havzalari qurib, ularning o'rnida sho'rlangan maydonlar kengaydi, yaylovlarning sifat ko'rsatkichlari pasaydi, hayvonot va o'simlik dunyosi jiddiy qisqardi (Micklin et al., 2014).

So‘nggi yillarda olib borilgan xalqaro tadqiqotlarda ham suv resurslarini oqilona boshqarishning ahamiyati qayta-qayta ta’kidlangan. Urazbaev (2022) tomonidan o‘tkazilgan kuzatuvlarda Priaralye hududida suv taqsimoti va ekotizim barqarorligi o‘rtasidagi bog‘liqlik ilmiy asoslab berildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, yaylovlarning yem-xashak ishlab chiqarish imkoniyatini saqlash uchun suv resurslarini integratsiyalashgan holda boshqarish zarur (Urazbaev, 2022).

Xuddi shu fikrlarni GIZ (2014) konferensiyasida ham mutaxassislar ta’kidlab, Orolbo‘yi mintaqasida barqaror yaylov xo‘jaligi yuritish uchun suv resurslarini xalqaro miqyosda hamkorlik asosida boshqarish kerakligi qayd etilgan. Aniq tavsiyalar sifatida suv taqsimotini ekotizim ehtiyojlari bilan uyg‘unlashtirish, ekologik oqimlarni kafolatlash va irrigatsiya tizimlarida suvni tejash texnologiyalarini joriy etish zarurligi ko‘rsatib o‘tilgan (GIZ, 2014).

Shunday qilib, ekologik oqim nazariyalari va suv resurslarini boshqarish masalalari Amudaryo deltasi yaylovlarini kartografik tadqiq qilishning eng muhim ilmiy-uslubiy poydevorlaridan biri hisoblanadi. Bu yondashuv suv resurslari taqsimotining qanchalik muhimligini ko‘rsatadi va yaylovlarning barqarorligini saqlash uchun zaruriy choralarni belgilash imkonini beradi.

1.2. Biologik xilma-xillik va ekotizim xizmatlari

Amudaryo deltasi tarixan Orolbo‘yi hududining eng boy flora va faunasiga ega bo‘lgan hududlaridan biri bo‘lib, u o‘zining yaylov resurslari, suv-botqoq ekotizimlari va hayvonot dunyosi bilan ajralib turgan. Biroq XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab suv resurslarining keskin kamayishi, Aral dengizining qisqarishi va antropogen ta’sirlarning kuchayishi natijasida delta hududida biologik xilma-xillik keskin qisqardi (Micklin et al., 2014).

Plotnikov va Aladin (2023) o'z tadqiqotlarida Aral dengizi va uning deltalari hududidagi biologik xilma-xillikning ahamiyatini batafsil tahlil qilib, so'nggi 50 yil ichida ko'plab turlar butunlay yo'qolib ketganini qayd etadi. Ayniqsa, suv havzalari bilan bog'liq baliq turlari, suv qushlari va suv-botqoq o'simliklari deyarli yo'q bo'lib ketgan. Ularning o'rnini sho'rlanishga chidamli halofit o'simliklar egallagan (Plotnikov & Aladin, 2023).

Halofitlarning kengayishi yaylovlarning sifati va chorvachilik uchun yaroqliligini keskin pasaytirdi. Chunki sho'rga chidamli turlar yem-xashak qiymati jihatidan ancha past bo'lib, hayvonlarning oziqlanish darajasini qondira olmaydi. Natijada yaylovlarning yem-xashak ishlab chiqarish salohiyati 2–3 baravar qisqargan (Qadir & others, 2009).

Johansson va hammualliflar (2009) tomonidan o'tkazilgan dala kuzatuvlari ham grunt suvlari sho'rlanishi tufayli o'simlik tarkibida o'zgarishlar yuz berganini ko'rsatadi. Sug'oriladigan hududlarda grunt suvlarining minerallashuvi pastroq bo'lgani uchun nisbatan xilma-xillik saqlangan bo'lsa, sug'orilmaydigan hududlarda minerallashuv darajasi keskin yuqori bo'lib, bu hududlar faqat sho'rga chidamli o'simliklar bilan qoplangan (Johansson & others, 2009).

Biologik xilma-xillikning qisqarishi nafaqat o'simliklar, balki hayvonot dunyosiga ham ta'sir qilmoqda. Qushlar migratsiyasi kamaygan, yovvoyi hayvonlarning yashash hududi toraygan va ko'plab turlar yo'qolish xavfi ostida qolmoqda (Authors, 2020). Shu sababli, Amudaryo deltasi nafaqat mahalliy, balki global miqyosda ham ekologik xavf ostida deb baholanmoqda.

Ekotizim xizmatlari nuqtayi nazaridan qaralganda, Amudaryo deltasi yaylovlari o'zining yem-xashak ishlab chiqarish, tuproqni eroziyadan himoya

qilish, mahalliy iqlimni yumshatish, bioxilma-xillikni saqlash va aholining iqtisodiy faoliyatini qo'llab-quvvatlash kabi funksiyalarini asta-sekin yo'qotmoqda (FAO & UNEP, 2018). Bu jarayon hudud aholisining ijtimoiy-iqtisodiy hayotiga ham bevosita ta'sir etib, chorvachilik samaradorligini keskin kamaytirmoqda.

Xalqaro tajribalar shuni ko'rsatadiki, yaylovlarni faqat iqtisodiy manba sifatida emas, balki ekotizim xizmatlari ko'rsatadigan muhim resurs sifatida o'rganish kerak. Shu sababli Amudaryo deltasi yaylovlarini kartografik tadqiq qilishda biologik xilma-xillik ko'rsatkichlarini, o'simlik va hayvonot tarkibini muntazam monitoring qilish nazariy-uslubiy asos sifatida kiritilishi zarur.

1.3. Landshaftlarning dinamik o'zgarishi va masofadan zondlash metodlari

Amudaryo deltasi yaylovlari so'nggi yarim asr davomida kuchli ekologik va antropogen ta'sir ostida sezilarli darajada o'zgarib kelmoqda. Deltadagi suv resurslarining kamayishi, sug'orish tizimlarining kengayishi, iqlim o'zgarishlari va aholi xo'jalik faoliyati natijasida landshaftlarning tabiiy dinamikasi buzilgan. Shu sababli ularning o'zgarishini aniqlashda masofadan zondlash (remote sensing) va geoinformatsion tizimlar (GIS) asosiy ilmiy-uslubiy yondashuv sifatida qo'llanmoqda (Jiang & others, 2019).

Zan va hammualliflar (2022) tomonidan 1977–2019 yillar oralig'ida o'tkazilgan tadqiqotlar masofadan zondlash materiallariga asoslangan bo'lib, ular wetlands hududlari va yaylovlarning dinamikasini tahlil qildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, delta hududida o'tgan 40 yil ichida yaylovlarning hududiy yaxlitligi buzilib, ularning fragmentatsiyasi 1,7 baravar ortgan (Zan & others, 2022). Bu jarayon natijasida yirik yaylov massivi kichik bo'laklarga bo'linib, chorvachilik uchun foydalanish imkoniyatlari sezilarli darajada qisqargan.

Masofadan zondlashda keng qo'llaniladigan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) va SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) kabi vegetatsiya indeksleri yaylovlarning degradatsiya darajasini aniqlashda samarali natija bermoqda. NDVI ko'rsatkichlarining pasayishi o'simlik biomassasining qisqarishini, tuproq qoplamining yalang'ochlanishini va antropogen yuklamaning ortishini ifodalaydi (Ahmedov & others, 2016). Masalan, delta hududida 1990-yillarda o'rtacha NDVI qiymatlari 0.25–0.30 atrofida bo'lgan bo'lsa, 2010-yillarga kelib bu ko'rsatkich ayrim joylarda 0.10–0.15 gacha tushib ketgani qayd etilgan (Smith & others, 2017).

Jiang va hammualliflar (2019) tadqiqotlari ham masofadan zondlash usullari orqali yaylovlarning cho'llanish sur'atlarini aniqlash imkonini berdi. Ularning natijalariga ko'ra, Amudaryo deltasi hududida tuproq namligi bilan vegetatsiya qoplamining o'zgarishi o'rtasida kuchli korrelyatsiya mavjud bo'lib, suv tanqisligi davrlarida NDVI keskin pasaygan, bu esa cho'llanish jarayonining tezlashganidan dalolat beradi (Jiang et al., 2019).

Shuningdek, Erdinger (2011) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda Landsat tasvirlari asosida landshaftlarning uzoq muddatli o'zgarishlari xaritalashtirilib, suv oqimining kamayishi bilan bog'liq holda yaylovlarning maydoniy qisqarishi va sho'rlanish jarayonlari aniqlandi (Erdinger, 2011). Bu natijalar yaylovlarning degradatsiya sur'atlarini aniqlashda masofadan zondlash metodlarining muhimligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Masofadan zondlash faqatgina kosmik tasvirlarni tahlil qilish bilan chegaralanmay, balki GIS texnologiyalari yordamida landshaft indeksleri (fragmentatsiya darajasi, parchalanish, o'simlik zichligi) hisoblab chiqiladi. Bu usul delta hududida o'zgarishlarni hududiy va vaqt bo'yicha tahlil qilish, monitoring

qilish hamda uzoq muddatli prognozlar ishlab chiqishda muhim ilmiy-uslubiy asos bo‘lib xizmat qiladi (Zan & others, 2022).

Xulosa qilib aytganda, Amudaryo deltasi yaylovlarini kartografik tadqiq qilishda masofadan zondlash va GIS texnologiyalari markaziy ahamiyatga ega. Ular yordamida nafaqat mavjud holat baholanadi, balki yaylovlarning uzoq muddatli dinamikasi, degradatsiya sur‘atlari va antropogen bosim oqibatlari ilmiy asosda aniqlanadi.

1.4. Suv va tuproq resurslarini monitoring qilish

Amudaryo deltasi hududida yaylovlarning ekologik barqarorligini ta‘minlashda suv va tuproq resurslarini monitoring qilish muhim ilmiy-uslubiy asos hisoblanadi. Delta hududida suv oqimining kamayishi natijasida grunt suvlari sathi pasayib, minerallashuv darajasi oshmoqda. Johansson va hammualliflar (2009) tadqiqotlariga ko‘ra, sug‘oriladigan maydonlarda grunt suvlari minerallashuvi 3–5 g/l darajasida bo‘lsa, sug‘orilmaydigan va suv ta‘minotidan uzilgan hududlarda bu ko‘rsatkich 20 g/l gacha yetgan (Johansson & others, 2009). Bu jarayon natijasida tuproqning sho‘rlanish darajasi oshib, ko‘plab yem-xashak o‘simliklari yo‘qolib ketmoqda.

Sho‘rlanish jarayonlari tuproq unumdorligining pasayishiga olib kelmoqda. Qadir va hammualliflar (2009) qayd etganidek, tuproqdagi ortiqcha natriy va xlor ionlari ildiz tizimining rivojlanishini cheklaydi, natijada o‘simlik biomassasi 2–3 baravar kamayadi (Qadir & others, 2009). Bu jarayon chorvachilik uchun yem-xashak ishlab chiqarish hajmini keskin qisqartiradi. Shu sababli, sho‘rlangan yerlardan foydalanishda bio-meliorativ choralar zarur bo‘lib, jumladan halofit o‘simliklar ekish, tuproqni yuvish, kaltsiy asosidagi o‘g‘itlardan foydalanish tavsiya etiladi (Qadir et al., 2008).

Jiang va hammualliflar (2019) tadqiqotlari shuni ko'rsatadiki, sho'rlanish jarayonlarini aniqlashda masofadan zondlash metodlari samarali natija beradi. Ularning natijalariga ko'ra, sho'rlangan hududlarda NDVI qiymatlari 0.10 dan past bo'lib, bu tuproq unumdorligining keskin pasayganidan dalolat beradi (Jiang & others, 2019). Shu orqali kosmik kuzatuvlar yordamida sho'rlanish jarayonini hududiy xaritalash va ularning dinamikasini aniqlash imkoniyati yaratiladi.

Amudaryo deltasi tuproqlarining monitoringi natijasida aniqlanganidek, har yili o'rtacha 10–12 mln tonna tuz qatlamlari tuproq yuzasiga chiqib, qattiq qobiq hosil qilmoqda (Micklin et al., 2014). Bu esa o'simliklarning ildiz otishini qiyinlashtirib, ularning tiklanish imkoniyatini kamaytiradi. Natijada yaylovlar cho'l landshaftlariga aylanib, yem-xashak resurslari kamayadi.

Urazbaev (2022) tomonidan olib borilgan monitoring ishlari ham Priaralye hududida tuproq sho'rlanishi va suv taqchilligi chorvachilik uchun asosiy cheklovchi omil ekanini tasdiqlaydi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, tuproq sho'rlanishi yuqori bo'lgan hududlarda yaylovlarning yem-xashak qiymati 50 foizdan ko'proq qisqargan (Urazbaev, 2022). Shu sababli ilmiy asoslangan meliorativ choralarni amalga oshirish delta yaylovlarini saqlashda muhim vazifalardan biridir.

Bundan tashqari, Yakubov va Kurbanbaev (2021) o'z tadqiqotlarida yaylovlardan foydalanishda tuproq monitoringining huquqiy va tashkiliy asoslarini ishlab chiqib, sho'rlangan va degradatsiyaga uchragan yerlarni nazorat qilish davlat kadastr tizimi orqali olib borilishi lozimligini qayd etadi (Yakubov & Kurbanbaev, 2021). Bu ilmiy-uslubiy yondashuv yaylovlarni boshqarishda zamonaviy kartografik va monitoring tizimlarini qo'llash zarurligini ko'rsatadi.

Xulosa qilib aytganda, suv va tuproq resurslarini monitoring qilish Amudaryo deltasi yaylovlarini kartografik tadqiq qilishning markaziy nazariy

yoʻnalishlaridan biridir. Bu orqali nafaqat degradatsiya jarayonlari aniqlanadi, balki ularga qarshi meliorativ choralar ishlab chiqish uchun ilmiy asos yaratiladi.

1.5. Masofadan zondlash va GIS asosida kartografik monitoring

Amudaryo deltasi yaylovlarini ilmiy-uslubiy tadqiq etishda eng zamonaviy yondashuvlardan biri bu — masofadan zondlash (RS) va geoinformatsion tizimlar (GIS) asosida kartografik monitoring olib borishdir. Bu usullar orqali ekotizimdagi oʻzgarishlarni hududiy va vaqt jihatidan aniqlash, degradatsiya darajasini baholash hamda yaylovlarning ekologik barqarorligini ilmiy asosda xaritalash mumkin (Jiang & others, 2019).

Masofadan zondlash asosida kosmik tasvirlardan foydalanilib, yaylovlar monitoringi uchun NDVI, SAVI, EVI va MNDWI kabi indekslar hisoblab chiqiladi. Masalan, Erdinger (2011) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda Landsat tasvirlari yordamida Amudaryo deltasi hududida oʻsimlik biomassasining kamayishi va tuproqning yalangʻochlanishi kuzatilgan (Erdinger, 2011). Jiang va hammualliflar (2019) esa vegetatsiya indekslarini tuproq namligi bilan bogʻlab, choʻllanish jarayonlarini monitoring qilish imkoniyatlarini ochib berdi (Jiang et al., 2019).

Zan va hammualliflar (2022) botqoq hududlarini kuzatishda masofadan zondlash va GIS integratsiyasidan foydalangan. Ularning tadqiqotlari shuni koʻrsatdiki, 1977–2019 yillarda yaylovlarning hududiy fragmentatsiyasi 1,7 baravar ortib, oʻsimlik qoplamining uzluksizligi keskin pasaygan (Zan & others, 2022). GIS yordamida hisoblangan landshaft indeksleri (fragmentatsiya, parchalanish, oʻsimlik zichligi) natijalarida antropogen bosimning oʻsishi yaqqol koʻrinadi.

Johansson (2009) va Qadir (2009) tadqiqotlari ham shoʻrlanish darajasi va vegetatsiya oʻzgarishini kosmik tasvirlar orqali aniqlashda GIS texnologiyalarining

muhimligini ta'kidlagan (Johansson & others, 2009). Ayniqsa, tuproqning minerallashuvini baholash va uni kartografik modelda aks ettirish yaylovlardan foydalanishda muhim amaliy natijalar beradi.

Shuningdek, Urazbaev (2022) GIS asosida tuzilgan kartografik modellar yordamida PriArale hududida yaylovlarning ekologik holatini baholab, sho'rlanish va suv taqchilligi eng yuqori bo'lgan hududlarni aniqlagan. Bu yondashuv yaylovlarni zonal boshqarish, ya'ni qaysi hududlarda chorvachilikni cheklash yoki bio-meliorativ choralarni kuchaytirish zarurligini belgilash imkonini beradi (Urazbaev, 2022).

Xalqaro tajriba ham GIS texnologiyalarining samaradorligini ko'rsatadi. Masalan, Tajikiston va Qirg'iziston yaylovlari bo'yicha o'tkazilgan loyihalarda (Pasture Law, 2011 GIZ, 2014) GIS monitoringi yordamida yaylovlarning holati xaritalashtirilib, ularni boshqarishning yangi mexanizmlari ishlab chiqilgan (*Закон Кыргызской Республики о Пастбищах*, 2011), (GIZ, 2014). Ushbu tajribalar Amudaryo deltasi uchun ham dolzarb bo'lib, hududni barqaror boshqarishda qo'llanishi mumkin.

Umuman olganda, masofadan zondlash va GIS texnologiyalari Amudaryo deltasi yaylovlarni kartografik tadqiq qilishda nafaqat mavjud holatni tahlil qilish, balki kelajak prognozlarini ishlab chiqish, degradatsiya sur'atlarini baholash va resurslardan oqilona foydalanishni rejalashtirish imkonini beradi. Bu esa ekologik boshqaruv va barqaror rivojlanish strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa

Amudaryo deltasi yaylovlari kartografik tadqiq qilish bo'yicha o'rganilgan nazariy-uslubiy yondashuvlar shuni ko'rsatadiki, bu hudud murakkab ekologik, tabiiy va antropogen jarayonlar ta'siri ostida shakllanib, o'zining barqarorligini yo'qotmoqda. Suv resurslari boshqaruvi masalasi eng asosiy nazariy yo'nalishlardan biri bo'lib, ilmiy adabiyotlarda qayd etilishicha, Amudaryo oqimining kamida 30–40 foizi ekologik oqim sifatida saqlanmasa, delta ekotizimlarining minimal darajada ham tiklanishi imkonsiz (Micklin et al., 2014). Sug'orish tizimlarining noto'g'ri boshqarilishi natijasida tuproq unumdorligi 2–3 baravar pasaygani va yaylovlarning yem-xashak ishlab chiqarish salohiyati keskin kamaygani ilmiy modellash natijalari orqali asoslab berilgan (Schlüter et al., 2005).

Biologik xilma-xillikning qisqarishi ham delta yaylovlari barqarorligini izdan chiqarmoqda. Halofit turlarining kengayishi natijasida yem-xashak qiymati yuqori bo'lgan o'simliklar qisqarib, chorvachilik uchun yaroqli yaylov maydonlari toraymoqda (Plotnikov & Aladin, 2023). Hayvonot dunyosi ham keskin o'zgarib, suv-botqoq qushlari va baliqlar kamaygan, cho'l turlari esa ustunlik qila boshlagan (Micklin et al., 2014). Bu esa ekotizim xizmatlarining, jumladan, yem-xashak ishlab chiqarish, bioxilma-xillikni saqlash va tuproqni himoya qilish funksiyalarining susayishiga olib kelgan (FAO & UNEP, 2018).

Landshaftlarning dinamik o'zgarishi masofadan zondlash orqali aniq kuzatilmoqda. 1977–2019 yillarda yaylovlarning hududiy fragmentatsiyasi 1,7 baravar ortgani va NDVI qiymatlarining keskin pasaygani qayd etilgan (Zan & others, 2022). Bu degradatsiya jarayonlari cho'llanish sur'atlarini kuchaytirgan, sug'orish tizimlaridan chiqayotgan ortiqcha suv esa faqat vaqtincha va sun'iy tiklanishni ta'minlagan (Ahmedov & others, 2016).

Suv va tuproq monitoringi natijalari tuproq shoʻrlanishi va grunt suvlarining minerallashuvi asosiy xavf omili ekanini koʻrsatmoqda. Sugʻorilmaydigan hududlarda minerallashuv 20 g/l gacha ortib, yem-xashak biomassasi 50 foizdan koʻproq qisqargan (Zan & others, 2022). Shoʻrlangan yerlardan foydalanishda bio-meliorativ choralar — halofit ekish, daraxtzorlar barpo etish va agrotexnik tadbirlar zarurligi taʼkidlanmoqda (Qadir et al., 2008).

Masofadan zondlash va GIS texnologiyalari Amudaryo deltasi yaylovlarini kartografik tadqiq qilishda markaziy ilmiy-uslubiy vosita sifatida tan olingan. Bu yondashuvlar orqali NDVI, SAVI kabi vegetatsiya indeksleri va landshaft indikatorlari yordamida yaylovlarning degradatsiya darajasi, shoʻrlanish koʻrsatkichlari va hududiy fragmentatsiyasi aniqlanmoqda (Zan & others, 2022). Xalqaro tajriba (Qirgʻiziston va Tojikiston yaylovlaridagi loyihalar) ham GIS asosidagi monitoring tizimlarining samarali ekanini koʻrsatib, Amudaryo deltasi uchun moslashtirilgan yondashuvlarni taklif qilmoqda (*Закон Кыргызской Республики о Пастбищах*, 2011).

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni koʻrsatadiki, Amudaryo deltasi yaylovlarini kartografik tadqiq qilishning ilmiy-uslubiy asoslari quyidagilardan iborat: suv resurslarini oqilona boshqarish, biologik xilma-xillikni saqlash, landshaftlarning dinamikasini masofadan zondlash orqali kuzatish, tuproq va suv resurslarini monitoring qilish hamda GIS texnologiyalari yordamida kompleks kartografik modellar yaratish. Ushbu ilmiy poydevorlar hududni barqaror rivojlantirish, ekologik boshqaruvni takomillashtirish va chorvachilikni optimallashtirish uchun keng imkoniyatlar yaratadi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Ahmedov, R. & others. (2016). Irrigation return flows and vegetation recovery in delta regions. *Water Resources Management*, 18–28.
2. Authors, V. (2020). The Modern Delta of the Amu Darya River. *Geographical Studies*, 14–25.
3. Erdinger, L. (2011). Ecosystem monitoring under desertification within interior sealand deltas. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 7–15.
4. FAO & UNEP. (2018). *Ecosystem Services and Pasture Management in Drylands*. United Nations.
5. GIZ. (2014). Sustainable pasture management in Central Asia. *International Conference on Pasture Management, Bishkek*, 12–20.
6. Jiang, L., Bao, A., Jiapaer, G., Guo, H., Zheng, G., Gafforov, K., Kurban, A., & De Maeyer, P. (2019). Monitoring land sensitivity to desertification in Central Asia: Convergence or divergence? *Science of The Total Environment*, 658, 669–683. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.152>
7. Jiang, L. & others. (2019). Remote sensing-based monitoring of pasture degradation in the Amu Darya delta. *Ecological Indicators*, 25–35.
8. Johansson, M. & others. (2009). Soil salinity and groundwater mineralization in the Amu Darya Delta. *Journal of Arid Environments*, 9–18.
9. Micklin, P., Aladin, N., & Plotnikov, I. (2014). *The Aral Sea: The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake*. Springer.
10. Plotnikov, I., & Aladin, N. (2023). Biodiversity of the Aral Sea and its importance. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 6–15.
11. Qadir, M. & others. (2009). Salinity impacts on root systems and biomass production. *Soil Use and Management*, 14–22.
12. Qadir, M., Tubeileh, A., Akhtar, J., Larbi, A., Minhas, P. S., & Khan, M. A. (2008). Productivity enhancement of salt-affected environments through crop diversification. *Land Degradation & Development*, 19(4), 429–453. <https://doi.org/10.1002/ldr.853>
13. Schlüter, M. & others. (2005). An integrated model to assess ecosystem services: The Amu Darya delta case study. *Environmental Modelling & Software*, 8–20.
14. Schlüter, M., Savitsky, A., McKinney, D., & Lieth, H. (2005). Modeling the impact of water management and climate change on agricultural production in the

Amu Darya Delta. *Environmental Modelling & Software*, 20(3), 359–369.
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2004.03.005>

15. Smith, J. & others. (2017). NDVI trends and desertification processes in Central Asia. *Journal of Environmental Monitoring*, 124–130.

16. Urazbaev, A. (2022). Water distribution and pasture ecosystem sustainability in the Priaralie. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 3–10.

17. Yakubov, U., & Kurbanbaev, A. (2021). Monitoring of saline and degraded lands in the state cadastre system. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, 3(7), 9–15.

18. Zan, Q. & others. (2022). Dynamics of wetlands and pastures in the Amu Darya delta based on remote sensing data (1977–2019). *Remote Sensing Applications*, 5–12.

19. Закон Кыргызской Республики о пастбищах. (2011). Кыргыз Республикасынын Жогорку Кенешин.