UOʻK: 631.3.
DEGRADATSIYAGA UCHRAGAN QISHLOQ XOʻJALIGI YERLARI MONITORINGI

Alinazarov Bunyodjon Abdulxamid oʻgʻli,
e-mail: b.alinazarov@agro.uz

“Oʻzdavyerloyiha” DILI mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada Oʻzbekiston sharoitida degradatsiyaga uchragan qishloq xoʻjaligi yerlarining monitoring tizimini takomillashtirish masalalari ilmiy asosda yoritilgan. Tadqiqotda GAT texnologiyalari, masofaviy zondlash ma’lumotlari (NDVI, sun’iy yoʻldosh tasvirlari) hamda, uchuvchisiz uchish qurilmalaridan olingan yuqori aniqlikdagi tasvirlar asosida degradatsiya jarayonlari kompleks baholash masalalari keltirilgan.
Kalit soʻzlar. Yer degradatsiyasi, NDVI, dron monitoringi, GAT, masofaviy zondlash, shoʻrlanish, eroziya, monitoring.

Аннотация. В данной статье научно освещены вопросы совершенствования системы мониторинга деградированных сельскохозяйственных земель в условиях Узбекистана. В исследовании представлены аспекты комплексной оценки деградационных процессов на основе современных ГИС-технологий, данных дистанционного зондирования (NDVI, спутниковые изображения), а также высокоточных снимков, полученных с беспилотных летательных аппаратов.
Ключевые слова: деградация земель, NDVI, дрон-мониторинг, ГАТ, дистанционное зондирование, засоление, эрозия, мониторинг.

Annotation. This article provides a scientific overview of improving the monitoring system of degraded agricultural lands in Uzbekistan. The study presents the issues of comprehensive assessment of land degradation processes using modern GIS technologies, remote sensing data (NDVI, satellite imagery), and high-resolution images obtained by unmanned aerial vehicles.
Key words: land degradation, NDVI, drone monitoring, GAT, remote sensing, salinization, erosion, monitoring.

Kirish. Soʻnggi yillarda qishloq xoʻjaligi ishlab chiqarishida yer resurslarining degradatsiyaga uchrashi global miqyosda eng jiddiy ekologik va agronomik muammolardan biriga aylandi. BMTning Global Land Outlook hisobotiga koʻra [4], dunyodagi quruqlik maydonlarining qariyb 40 foizi turli darajadagi degradatsiya jarayonlariga duch kelgan boʻlib, har yili 10 mln gektar unumdor yerlar qishloq xoʻjaligi oborotidan chiqmoqda. Oʻzbekiston sharoitida ham shoʻrlanish, eroziya, botqoqlashish, tuproqning zichlashuvi, suv tanqisligi kabi omillar natijasida degradatsiya jarayonlari kuchayib bormoqda.

Mazkur sharoitda degradatsiyaga uchragan qishloq xoʻjaligi yerlarini aniq, tezkor va uzluksiz monitoring qilish tizimini yaratish qishloq xoʻjaligi barqarorligini ta’minlashda hal qiluvchi omil boʻlib xizmat qiladi. GAT texnologiyalari, masofaviy zondlash (NDVI, dronlar), sun’iy intellekt asosidagi tahlillar monitoring samaradorligini yangi bosqichga olib chiqmoqda.

2022 yil 10 iyunda Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining “Yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari toʻgʻrisida”gi 277-son qarori qabul qilindi [1].

Ushbu qaror bilan Qishloq xoʻjaligi vazirligiga yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashish boʻyicha yagona davlat siyosatini yuritish, bunda ishtirok etuvchi vazirliklar faoliyatini muvofiqlashtirish, ochiq ma’lumotlar bazasini shakllantirish, yerlar degradatsiyasini kamaytirish va

oldini olishda zamonaviy texnologiyalardan (laboratoriya, dronlar, masofadan zondlash va boshqa) foydalanish, tuproq, agrokimyoviy, geobotanik tadqiqotlar, yerlarni xatlovdan o'tkazish, aerokosmik tasvirga olish, topografik-geodezik, kartografik ishlarni o'tkazish, tuproq sho'rlanishi va ekologik holati (Soil Quality Index), geobotanik va agrokimyoviy xaritalar bo'yicha kartografik materiallar yaratish kabi qo'shimcha vazifalar yuklatildi [2, 4, 6].

Tadqiqot ob'ekti va qo'llanilgan uslublar. O'zbekiston Respublikasi hududida joylashgan, turli tabiiy-geografik va meliorativ sharoitlarga ega bo'lgan, turli darajada degradatsiyaga uchragan qishloq xo'jaligi yer maydonlari tanlab olindi. Tadqiqot doirasida sug'oriladigan ekin yerlari hamda, ayrim yaylov maydonlarida kuzatilayotgan asosiy degradatsiya turlari — tuproq sho'rlanishi, suv va shamol eroziyasi, tuproqning zichlashuvi hamda, o'simlik qoplamining susayishi holatlari o'rganildi.

Kompleks yondashuv asosida ish olib borilib, masofaviy zondlash, geoaxborot texnologiyalari va yer usti tadqiqotlarining uyg'un qo'llanilishiga asoslandi. Xususan, Landsat-8 va Sentinel-2 sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) hisoblanib, o'simlik qoplamining holati va degradatsiya darajalari baholandi. NDVI qiymatlari bo'yicha yer maydonlari degradatsiyaning turli toifalariga ajratildi.

Degradatsiya jarayonlarini yuqori aniqlikda aniqlash maqsadida uchuvchisiz uchish qurilmalari (DJI Phantom 4 RTK, eBee X) yordamida 3–5 sm aniqlikda ortofoto tasvirlar, DSM va DTM modellari tayyorlandi. Olingan ma'lumotlar asosida eroziya belgilari, sug'orish tizimlaridagi nosozliklar, sho'rlanishning vizual va spektral izlari aniqlandi.

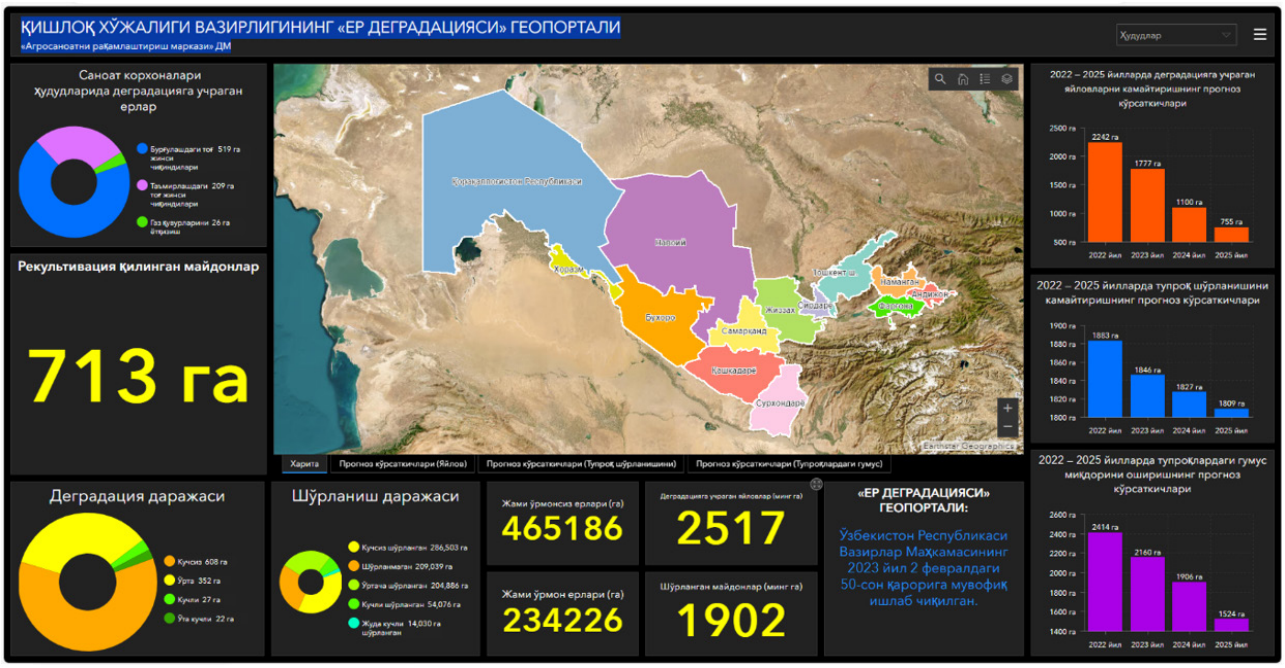
GIS muhitida (ArcGIS Pro, QGIS) NDVI xaritalari, dron ortofotolari, sho'rlanish (EC) xaritalari, meliorativ va sug'orish tarmoqlari, tuproq va agrotexnik qatlamlar integratsiya qilinib, degradatsiya xavf zonalarining tematik xaritalari tuzildi. Shuningdek, sun'iy intellekt asosida Random Forest, SVM va CNN modellari qo'llanilib, degradatsiya toifalarini avtomatik tasniflash amalga oshirildi.

Masofaviy ma'lumotlarning ishonchliligini ta'minlash maqsadida yer usti GPS kuzatuvlari hamda, tuproqning agrokim-yoviy va meliorativ ko'rsatkichlari (EC, pH, gumus, NPK) laboratoriya usullarida aniqlanib, GIS natijalari bilan solishtirildi.

Tahlil va natijalar. Prezidentining "Yerlar degradatsisiga qarshi kurashishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 277-son qarori bilan tashkil etilgan boshqarma tarkibida yerlar degradatsiyasi, qurg'oqchilik va cho'llanishga oid ma'lumotlar, ularga qarshi kurashish tadbirlari to'g'risidagi ma'lumotlar bazasini o'zida aks ettiradigan "Yer degradatsiyasi" geoaxborot portali ishga tushirildi va ushbu tizimga yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashishda ishtirok etuvchi idoralar, jumladan Fanlar akademiyasi, Ekologiya vazirligi, Suv xo'jaligi vazirligi, O'rmon xo'jaligi agentligi, Geologiya vazirliklari o'zlarining axborot bazalarini integratsiya qilish orqali ma'lumotlarni elektron taqdim etish yo'lga qo'yildi.

Dastur orqali respublika hududlaridagi tuproq va yaylovga oid tadqiqot natijalarini to'g'ridan-to'g'ri "Yer degradatsiyasi" geoaxborot portaliga kiritish yo'lga qo'yildi hamda, namunalar olingan maydonlarning geolokatsiyaga bog'langan holda onlayn rejimida kuzatib borish imkoniyati yaratildi.

Istiqbolda yerdan foydalanuvchilar kesimida sho'rlangan yerlarni yaxshilash, tuproqdagi gumus miqdorini oshirish, qishloq xo'jaligi ekinlarini agrokimyoviy tadqiqotlar asosida o'g'itlash bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar "Yer degradatsiyasi" geoaxborot portalida shakllantiriladi shuningdek, yerdan foydalanuvchilar uchun ochiq foydalanish imkoniyati yaratiladi (1-rasm).

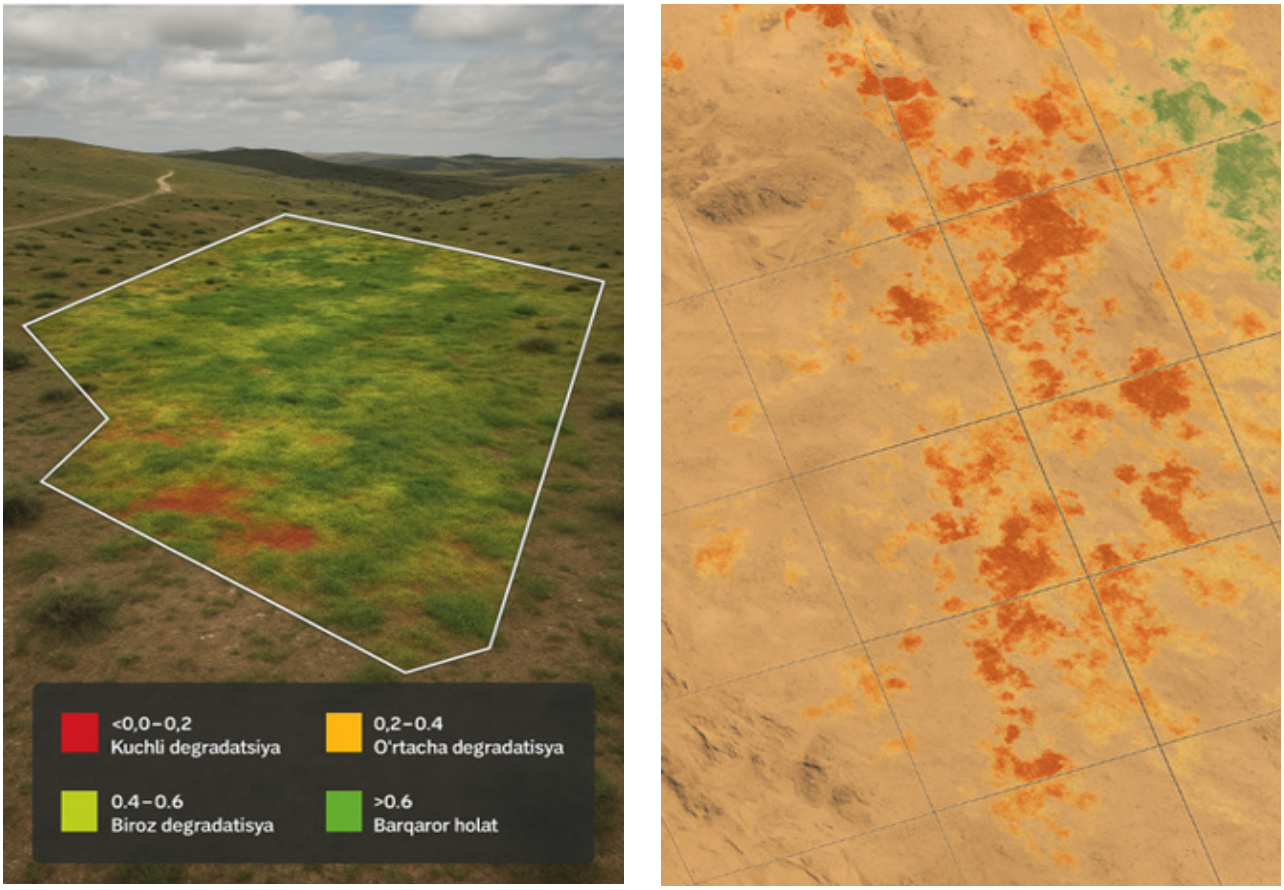


1-rasm. Yer degradatsiyasi geoportali

Ushbu geoportalda respublika hududlaridagi ekin yerlarida o‘tkazilgan tuproq sifatini baholash, sho‘rlanish darajasini aniqlash, agrokimyoviy tahlillar o‘tkazish hamda, yaylovlarda o‘tkazilgan geobotanik tadqiqotlar natijalari, ularning elektron xaritalari, tuproqda gumus miqdorini oshirish, sho‘rlanish darajasini kamaytirish, melioratsiya tadbirlari, yer osti suvlari sathi va minerallashuvi, tuproqni ifloslantiruvchi manbaalari monitoringi natijalari, konlar joylashgan hududlarda degradatsiyaga oid ma’lumotlar, iqlim o‘zgarishiga oid ma’lumotlar, fundamental va amaliy ilmiy-tadqiqotlar natijalari, o‘rmonzorlarni tashkil etish, ihota daraxtzorlarini barpo etish ko‘rsatkichlari aks ettirildi[3, 5].

Qishloq xo‘jaligi yerlari degradatsiyasini aniqlash, monitoring qilish va uni bartaraf etish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlarda metodologik yondashuvning to‘g‘ri tanlanishi natijalarning ishonchliligi, xulosalarning ilmiy asoslanganligi va tavsiya etiladigan chora-tadbirlarning amaliy samaradorligini belgilab beradi. Zamonaviy sharoitda degradatsiya jarayonlari ko‘p qirrali bo‘lib, tabiiy, antropogen, meliorativ, agrotexnik va iqlimiy omillarning o‘zaro ta’siri natijasi sifatida namoyon bo‘ladi. Shu sababli tadqiqotda turli manbalardan olingan ma’lumotlar sintezi, yuqori aniqlikdagi masofaviy zondlash (UUQ), sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari, yer usti kuzatuvlari, tuproq-agrokimyoviy tahlillar hamda, GAT texnologiyalari birgalikda qo‘llanildi.

Ushbu tadqiqotda qo‘llanilgan metodlar quyidagi asosiy yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi (2-rasm).



2-rasm. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) koʻrsatkichlari

2-rasmdan koʻrish mumkinki, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) koʻrsatkichlari vegetatsiya qoplami holatini baholashda eng samarali vositalardan biri hisoblanadi. Tadqiqotda Landsat-8, Sentinel-2 sun'iy yoʻldosh suratlari, shuningdek, mavsum oralig'ida 7–10 kunlik intervalda olingan tasvirlar tahlil qilindi.

Bu formula orqali oʻsimliklarning fotosintez faolligi, zichligi, namligi va sogʻlomlik darajasi aniqlanadi. Tadqiqot davomida NDVI qiymatlari boʻyicha degradatsiya zonalari 4 toifaga boʻlindi (1-jadval).

1-jadval

NDVI qiymatlari boʻyicha degradatsiya onalari

№	NDVI qiymatlari	Darajalari
1	0,0–0,2	kuchli degradatsiya
2	0,2–0,4	oʻrtacha degradatsiya
3	0,4–0,6	biroz degradatsiya
4	0,6 dan yuqori	barqaror

Izoh: Ushbu ma'lumotlar muallif tomonidan sun'iy intellekt asosida tayyorlangan

Amaliyotda NDVI dinamikasi boʻyicha mavsumiy solishtirishlar olib borildi. Shu orqali shoʻrlangan, suv tanqisligidan aziyat chekkan yoki agrotexnik xizmat koʻrsatish sifati past boʻlgan maydonlar aniqlandi.

Dronlar yordamida yer yuzasi 3–5 sm. gacha aniqlikda tasvirga olindi. Tadqiqotda DJI Phantom 4 RTK va eBee X (Wingtra koʻrinishida) dronlari ishlatildi. RTK tizimi yordamida har bir kadr geo-dezik koordinatalar bilan aniq bogʻlandi. Dron monitoringi jarayonida:

· Eroziya jarayonlarining mikro belgilari (yuvilish, qotgan qatlamlar, yoriqlar)

ISSN 2181-0826 MAXSUS SON 4/2025 y.

· Sug‘orish tizimlarining nosozliklari (kanal yorig‘i, suv taqsimotidagi notekislik)

· Tuproq sho‘rlanishi belgilarining spektral izlari

· Qator oralari to‘g‘riligi va ekin zichligi

· Notekis relyef va shamol eroziyasi xavf zonalari aniqlandi.

UUQ tasvirlari ortofoto, DSM (raqamli balandlik modeli) va DTM (yer yuzasi modeli) ko‘rinishida qayta ishlanib, degradatsiya jarayonlari aniq kartalar shaklida tasniflandi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, dron tasvirlarining aniqligi an’anaviy yer usti kuzatuvlariga nisbatan 6–8 baravar yuqori bo‘lib, degradatsiyalangan maydonlarni 95–97% aniqlikda segmentatsiya qilish imkonini berdi.

GIS dasturiy platformalarida (ArcGIS Pro, QGIS, Erdas Imagine) quyidagi qatlamlar integratsiya qilindi:

· NDVI xaritalari

· Dronlardan olingan ortofoto va relyef modellari

· Sho‘rlanish xaritalari (ECe qiymatlari asosida)

· Meliorativ tarmoqlar (kanallar, kollektorlar, drenaj chiziqlari)

· Sug‘orish tarmoqlari

· Geologik tuzilma va tuproq tiplari

· Agrotexnik xaritalar (ekish sxemasi, qator orasi, rotatsiya ma’lumotlari).

Bu qatlamlar o‘zaro ustma-ust qo‘yilib, har bir pikseldagi degradatsiya ehtimoli aniqlanib, “Degradatsiya xavf zonalari xaritasi” yaratildi. GAT tahlili tuproqning qaysi qismi sho‘rlangan, qaysi zonalarda eroziya xavfi yuqori va qaysi maydonlarda meliorativ muammolar mavjudligini aniq ko‘rsatdi.

Dron va sun’iy yo‘ldosh tasvirlari ustida Random Forest, Support Vector Machine (SVM), shuningdek, Convolutional Neural Network (CNN) modellaridan foydalanildi. Har bir model uchun o‘quv ma’lumotlar to‘plami (training set) yer usti kuzatuvlari asosida shakllantirildi.

AI yordamida quyidagi degradatsiya toifalari avtomatik aniqlanadi:

· Kuchli sho‘rlangan maydonlar

· Shamol eroziyasi ta’sirida qolgan ochilma joylar

· Suv eroziyasi izlari

· Notekis sug‘orilgan zonalar

· Nichlashgan tuproq qatlamlari

· Past vegetatsiya zichligiga ega maydonlar.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, CNN modelida degradatsiya zonalarini aniqlash aniqligi 93–96%, Random Forestda 88–92%, SVMda esa 83–87% ko‘rsatkichga ega bo‘ldi.

Masofaviy monitoringni aniqlashtirish maqsadida yer usti GPS o‘lchovlari (Trimble R10) yordamida nazorat nuqtalari belgilab chiqildi. Bu nuqtalarda tuproq namligi, sho‘rlanish darajasi (ECe), pH, organik modda (%), NPK elementlari, mexanik tarkib aniqlanib, GIS xaritalar bilan solishtirildi.

Laboratoriya ma’lumotlari NDVI va dron tasvirlaridagi spektral belgilarning haqiqiy tuproq holatiga mos kelishini tasdiqladi. Masalan, ECe > 8 dS/m bo‘lgan maydonlarda NDVI o‘rtacha 0,15–0,25, o‘rtacha sho‘rlangan maydonlarda esa NDVI 0,25–0,40 oralig‘ida qayd etildi.

Tadqiqot davomida quyidagilar o‘rganildi:

· NDVI bilan tuproq sho‘rlanishi o‘rtasidagi bog‘liqlik: r = –0,81

· NDVI bilan namlik o‘rtasida: r = 0,74

· Dron DSM balandlik bilan eroziya darajasi o‘rtasida: r = 0,66

Bu natijalar shuni ko‘rsatadiki, degradatsiya jarayonlari ko‘p omilli bo‘lib, ularning monitoringi alohida emas, balki kompleks metoda asoslanishi shart.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar degradatsiyaga uchragan qishloq xo‘jaligi yerlarini aniqlash, baholash va monitoring qilishda zamonaviy geoaxborot texnologiyalari, masofaviy zondlash vositalari hamda uchuvchisiz uchish qurilmalarining qo‘llanilishi yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. NDVI ko‘rsatkichlari asosida vegetatsiya holatini tezkor baholash, sho‘rlangan, namligi past yoki agrotexnik xizmat sifati yetarli bo‘lmagan maydonlarni differensial

aniqlash imkoniyati yaratildi. NDVI bo‘yicha degradatsiya darajalarining 4 toifaga ajratilishi monitoring jarayonini tizimli va aniq yuritishga sharoit yaratdi.

Dronlardan olingan 3–5 sm aniqlikdagi ortofoto va relyef modellari (DSM, DTM) yordamida eroziya jarayonlari, qator oralarining to‘g‘riligi, sug‘orish tizimidagi nosozliklar, shamol eroziyasi xavf zonalari va tuproq sho‘rlanishining spektral belgilari aniq qayd etildi. Dron monitoringining aniqligi an’anaviy dala kuzatuvlariga nisbatan 6–8 baravar yuqori bo‘lib, degradatsiyalangan maydonlarni 95–97% aniqlikda segmentatsiya qilish imkonini berdi.

GAT platformalarida NDVI xaritalari, ortofoto tasvirlar, sho‘rlanish (ECe) xaritalari, meliorativ va sug‘orish tarmoqlari, geologik va agrotexnik qatlamlarning integratsiyalashuvi degradatsiya jarayonlarining geografik tarqalishini aniq baholash imkonini berdi. Sun’iy intellekt modellaridan — Random Forest, SVM va CNN — foydalanish degradatsiya toifalarini avtomatik aniqlash aniqligini 83–96% oralig‘ida ta’minladi. Ayniqsa, CNN modelining 93–96% aniqlik ko‘rsatishi masofaviy monitoringning yuqori ilmiy ishonchliligini tasdiqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 10-iyundagi “Yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-277-sonli qarori.

2. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2023-yil

2-fevraldagi “Yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashish tadbirlarini monitoring qilish, baholash va hisobot shakllarini ishlab chiqish hamda ularning natijalarini chop etish tartibi to‘g‘risidagi nizomni tasdiqlash haqida”gi 50-son qarori.

3. Mirhaydarova G. O‘zbekiston tog‘ va tog‘oldi tuproqlarining ekologik va unumdorlik holati // Ekologiya xabarnomasi. – T.: 2007. №12 – B. 34-35 b.

4. Чертовицкий А.С., Базаров А.К. Экономика землепользования. – Ташкент, ТИИМ. 2009. С. 90.

5. S.Avezbayev, K.Khuzhakeldiev and F.Umarova “Determination of rational areas of irrigated plots in saline and subjected lands to irrigation erosion”. For taking part in the international Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineerinf” (CONMECHYDRO-2020). held on April 23-25, 2020 in Tashkent, Uzbekistan.

6. S.Ruziboyev “|The Current State Of The Use Of Lalmi Crop Land And The Main Directions Of Their Improvement” Journal the american journal of agriculture and biomedical engineering. Las Vegas, NV 89107 USA, P. 39-45.