

O‘ZBEKISTON QISHLOQ XO‘JALIGI YERLARINING MONITORINGI: ILMIY YANGILIKLAR, MUAMMOLAR VA YECHIMLAR

Ochilova Mukhayyo Shakar qizi

Ish joyi: Buxoro davlat texnika universiteti

Ilmiy daraja: 2-bosqich tayanch doktoranti

ORCID: 0009-0001-7452-1955

Email: liardimetra6336@gmail.com

Hazratov Firuz Saidjonovich

Ish joyi: Buxoro davlat texnika universiteti

Ilmiy maqom: Mustaqil izlanuvchi

ORCID: 0009-0007-6254-1071

Email: hazratov6696@mail.ru

ABSTRACT

O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi yerlarining samarali boshqaruvi va uzoq muddatli barqarorligi zamonaviy monitoring tizimlarini talab etadi. Mavjud yondashuvlar ko‘p hollarda an‘anaviy tekshiruvlarga tayangan bo‘lib, vaqt va resurslar jihatidan samarasiz hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda geoinformatsion tizimlar (GIS), masofadan zondlash (RS) texnologiyalari, dron tasvirlari va NDVI indeksidan foydalanib, yer holatini kuzatishning integratsiyalashgan modeli ishlab chiqildi. Ma‘lumotlar O‘zbekistonning turli agroiklim zonalarida yig‘ilib, tuproq unumdorligi, sho‘rlanish darajasi, eroziya belgilari va ekin holatini baholashda qo‘llandi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, yuqori aniqlikdagi raqamli xaritalar va onlayn monitoring platformalari yordamida agronomik qarorlar qabul qilish jarayoni tezlashadi va aniqligi oshadi. Shu bilan birga, mavjud huquqiy-me‘yoriy baza zamonaviy raqamli monitoring talablariga mos ravishda yangilanishi lozim. Tadqiqot natijalari shuni tasdiqladiki, integratsiyalashgan monitoring yondashuvi yer degradatsiyasining oldini olish, hosildorlikni oshirish va resurslardan oqilona foydalanish imkonini beradi. Mazkur ish Eurasian Journal of Soil Science doirasida ilmiy hamjamiyat uchun yangi ma‘lumotlar taqdim etadi hamda davlat organlari, fermer xo‘jaliklari va tadqiqotchilar uchun amaliy tavsiyalar beradi.

Kalit so‘zlar: Qishloq xo‘jaligi yer monitoringi, GIS, Masofadan zondlash, NDVI, Dron texnologiyalari, Tuproq sho‘rlanishi, Yer degradatsiyasi, Agrotexnik boshqaruv, Raqamli xaritalash, Barqaror qishloq xo‘jaligi

1. Kirish

Qishloq xo‘jaligi yerlarining monitoringi barqaror oziq-ovqat xavfsizligini ta‘minlash, yer resurslarini oqilona boshqarish va ekologik muvozanatni saqlash uchun

muhim strategik vosita hisoblanadi. O'zbekiston kabi agrar davlatlarda yer resurslari nafaqat iqtisodiy rivojlanishning asosi, balki aholining ijtimoiy farovonligi bilan bevosita bog'liq (Egamberdieva, 2020). Biroq so'nggi yillarda yer degradatsiyasi, sho'rlanish, eroziya va iqlim o'zgarishlari tufayli tuproq unumdorligining pasayishi kuzatilmoqda (Karimov va boshq., 2022).

An'anaviy monitoring usullari ko'pincha yer yuzasini vizual tekshirish, laboratoriya tahlillari va statistik hisobotlarga asoslanadi. Bu jarayonlar ko'p vaqt talab qiladi, sub'ektiv xatolarga moyil va katta hududlarda to'liq qamrovni ta'minlay olmaydi (Khudayberdiev, 2021). Zamonaviy yondashuvlar esa masofadan zondlash (Remote Sensing, RS), geoinformatsion tizimlar (GIS), uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV) va raqamli xaritalash texnologiyalariga asoslanadi. Xalqaro tajriba, xususan McBratney va boshq. (2014) tomonidan ishlab chiqilgan "Digital Soil Mapping" konsepsiyasi, tuproq va yer monitoringini avtomatlashtirish hamda real vaqt rejimida ma'lumot olish imkonini beradi.

O'zbekiston Respublikasida yer monitoringi huquqiy jihatdan "Yer kodeksi" va "Yer resurslarini monitoring qilish to'g'risida"gi qonun bilan tartibga solinadi. Ammo bu hujjatlar zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan integratsiyalashgan tizimni to'liq qamrab olmaydi (Azimov, 2019). Shu sababli, yirik agroiklim hududlarida zamonaviy monitoring tizimlarini joriy etish davlat siyosatining dolzarb vazifasiga aylangan.

Dunyo miqyosida FAO (2022) ma'lumotlariga ko'ra, NDVI indeksiga asoslangan o'simlik qoplamini baholash, tuproq namligi va sho'rlanish monitoringi, shuningdek, UAV yordamida yuqori aniqlikdagi tasvirlar olish eng samarali usullardan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiyalar O'zbekistonda ham qo'llanilsa, hosildorlik prognozlarini aniq bo'ladi, suv resurslaridan foydalanish optimallashtiriladi va degradatsiya jarayonlari kamayadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi O'zbekiston sharoitida integratsiyalashgan raqamli monitoring tizimini ishlab chiqish, mavjud muammolarni aniqlash va ularni bartaraf etish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar berishdan iborat. Tadqiqot natijalari qishloq xo'jaligi siyosatini modernizatsiya qilish, fermer xo'jaliklari faoliyatini optimallashtirish hamda barqaror yer boshqaruvini ta'minlashda asos bo'lib xizmat qiladi.

2. Materiallar va usullar

Tadqiqot hududi

Tadqiqot ishlari O'zbekiston Respublikasi Buxoro viloyati Vobkent va Buxoro tumanlarida olib borildi. Ushbu hududlar tipik yarim cho'l agroiklim sharoitiga ega bo'lib, yozda yuqori harorat (o'rtacha +35 °C), qishda esa yumshoq iqlim (o'rtacha +3 °C) kuzatiladi. Yillik yog'in miqdori 150–200 mm bo'lib, suv resurslari asosan Amudaryo daryosidan kanal tarmoqlari orqali olinadi (Karimov va boshq., 2022).

Tuproq turlari asosan bo'z tuproqlar, qisman sho'rlangan maydonlar va sug'oriladigan yerlar hisoblanadi.

Ma'lumot manbalari

Tadqiqotda uch turdagi ma'lumotlar to'plandi:

1. **Masofadan zondlash (RS) ma'lumotlari** — Sentinel-2 (10 m fazoviy aniqlik) va Landsat-8 (30 m) tasvirlari 2022–2024 yillar oralig'ida Copernicus Open Access Hub va USGS Earth Explorer portallaridan yuklab olindi.

2. **Uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV) tasvirlari** — DJI Phantom 4 Pro modeli yordamida 5 sm aniqlikdagi ortofoto va NDVI xaritalar yaratildi.

3. **Yer usti ma'lumotlari (ground truth)** — GPS (Garmin eTrex 32x) yordamida koordinatalar, tuproq namligi, sho'rlanish darajasi (EC) va bonitet ballari aniqlandi.

Metodologiya

RS tasvirlari Google Earth Engine (GEE) platformasida qayta ishlanib, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NDWI (Normalized Difference Water Index) va salinization indeksleri hisoblandi (McBratney va boshq., 2014). UAV tasvirlari Pix4Dmapper va Agisoft Metashape dasturlarida ortomozaykalar va raqamli relyef modellariga aylantirildi.

Tuproq sho'rlanishi EC qiymati bo'yicha tasniflandi:

Past sho'rlanish ($EC < 4$ dS/m)

O'rtacha sho'rlanish (4–8 dS/m)

Yuqori sho'rlanish (> 8 dS/m)

Hosildorlik va vegetatsiya holati o'rtasidagi bog'liqlik R dasturida korrelyatsion va regressiya tahlillari yordamida baholandi.

Huquqiy va institutsional asos

Monitoring jarayoni O'zbekiston Respublikasi Yer kodeksi (2007 y.) va "Yer resurslarini monitoring qilish to'g'risida"gi qonun (2019 y.) talablariga muvofiq olib borildi. Hududiy yer resurslari bo'limlari va Davlat geodeziya va kartografiya qo'mitasi bilan hamkorlikda daladagi o'lchovlar tasdiqlandi (Azimov, 2019).

Innovatsion yondashuv

Tadqiqotda integratsiyalashgan raqamli monitoring konsepsiyasi sinovdan o'tkazildi. Bu yondashuv UAV, NDVI, GPS va GIS tizimlarini yagona ma'lumot bazasiga birlashtirish orqali real vaqt rejimida tuproq va ekinlar holatini baholash imkonini berdi.

3. Natijalar va muhokama

3.1. Vegetatsiya va hosildorlik ko'rsatkichlari

2022–2024-yillar davomida olingan Sentinel-2 va UAV tasvirlari asosida NDVI qiymatlari 0,18–0,82 oralig'ida bo'ldi. Yuqori hosildor g'alla va paxta maydonlarida $NDVI > 0,7$ bo'lib, bu sog'lom vegetatsiya holatini ko'rsatadi. Past NDVI ($< 0,3$)

ko'rsatkichlari esa asosan sho'rlangan yoki foydalanilmayotgan yer maydonlariga to'g'ri keldi (Karimov va boshq., 2022). NDVI va hosildorlik o'rtasida $R^2 = 0,71$ koeffitsientli mustahkam bog'liqlik aniqlandi, bu raqamli kuzatuvning agronomik monitoringdagi samaradorligini tasdiqlaydi.

3.2. Tuproq sho'rlanishi va degradatsiya jarayonlari

Tuproq sho'rlanish darajasi yer usti o'lchovlari va salinization indeksleri bo'yicha baholandi. Natijalarga ko'ra:

Past sho'rlanish — 54,2 %

O'rtacha sho'rlanish — 27,5 %

Yuqori sho'rlanish — 18,3 %

Sho'rlanish yuqori bo'lgan maydonlarda NDVI qiymati sezilarli darajada past bo'lib, bu holat hosildorlikka bevosita salbiy ta'sir ko'rsatmoqda (Qodirov, 2021). Tuproq degradatsiyasining asosiy sabablari sifatida noto'g'ri sug'orish rejimi, drenaj tizimlarining eskirishi va agrotexnik tadbirlarning yetarli darajada olib borilmasligi aniqlandi.

3.3. Huquqiy va institutsional masalalar

Amaldagi monitoring tizimi O'zbekiston Respublikasi Yer kodeksi va 2019-yilda qabul qilingan qonunlarga asoslangan bo'lsa-da, ular ko'proq statistik hisobotlar shaklida ishlaydi. Dinamik, real vaqt monitoringi imkoniyatlari cheklangan. Mutaxassislar (Khudayberdiev, 2020; Karimov, 2022) fikricha, amaldagi qonunchilikka masofadan zondlash va UAV monitoringini majburiy ravishda kiritish zarur.

3.4. Innovatsion monitoring modeli

Tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan "Integratsiyalashgan Raqamli Monitoring Modeli" quyidagi komponentlarni o'z ichiga oladi:

Masofadan zondlash — Sentinel-2 va UAV tasvirlari asosida NDVI, NDWI, sho'rlanish indekslarini aniqlash.

Yer usti o'lchovlari — GPS koordinatalari, EC, tuproq namligi va bonitet ballarini yig'ish.

GIS integratsiyasi — barcha ma'lumotlarni yagona geoma'lumotlar bazasiga kiritish va tematik xaritalar yaratish.

Ushbu model an'anaviy monitoringga qaraganda 2,3 baravar tezkor va 30 % arzon bo'lishi aniqlandi. Bundan tashqari, model yordamida hosildorlik prognozlari 90 % aniqlikka erishdi.

3.5. Muhokama

Olingan natijalar McBratney va boshq. (2014) tomonidan ta'riflangan raqamli tuproq xaritalash konsepsiyasi bilan mos keldi. Biroq, O'zbekiston sharoitida, ayniqsa yarim cho'l hududlarida, UAV va NDVI ma'lumotlarini integratsiya qilish hosildorlik monitoringida ancha yuqori aniqlik beradi. Xuddi shunday, Ismoilov va boshq. (2023)

tadqiqotlari ham dron asosida NDVI monitoringi an'anaviy dala kuzatuvlariga qaraganda samaraliroq ekanligini tasdiqlaydi.

Shuningdek, bu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, agar qonunchilik bazasiga UAV va masofadan zondlash usullarini majburiy kiritish, shuningdek, davlat va xususiy sektor o'rtasida ma'lumot almashish tizimini yaratish amalga oshirilsa, O'zbekistonda agrar monitoring tizimi sezilarli darajada samarali bo'ladi.

4. Xulosa

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, O'zbekistonning agrar hududlarida, xususan, Buxoro viloyatida an'anaviy monitoring usullari samaradorlik jihatidan zamonaviy talablarni to'liq qondirmaydi. Hozirgi tizim ko'proq yillik statistik hisobotlarga asoslanadi, bu esa hosildorlikdagi keskin o'zgarishlar, tuproq sho'rlanishi yoki degradatsiya jarayonlarini vaqtida aniqlash imkonini bermaydi.

Tadqiqot davomida masofadan zondlash (Sentinel-2) va uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV) ma'lumotlarini integratsiya qilgan holda yangi **"Integratsiyalashgan Raqamli Monitoring Modeli"** ishlab chiqildi. Ushbu model yordamida NDVI, NDWI, sho'rlanish indeksleri kabi asosiy indikatorlar muntazam ravishda kuzatildi va GIS platformasida vizuallashtirildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki:

NDVI va hosildorlik o'rtasida yuqori korrelyatsiya mavjud ($R^2 = 0,71$).

Sho'rlanish yuqori bo'lgan maydonlarda vegetatsiya indeksi 0,3 dan past bo'ldi, bu hosildorlikka bevosita salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

Innovatsion monitoring modeli an'anaviy usullarga qaraganda 2,3 baravar tezkor va 30 % arzon.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, yarim cho'l hududlar sharoitida UAV va Sentinel-2 ma'lumotlarining kombinatsiyasi monitoring samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Bu metodika nafaqat hosildorlik prognozlarini aniqroq qiladi, balki degradatsiya va sho'rlanish jarayonlarini erta aniqlash imkonini beradi.

Amaliy jihatdan, ushbu modelni mamlakat bo'ylab joriy etish qishloq xo'jaligi samaradorligini oshirishi, resurslardan oqilona foydalanish va ekologik xavflarni kamaytirishga yordam beradi. Shuningdek, hosilning barqarorligini ta'minlashda ham muhim rol o'ynaydi.

Tavsiya etiladigan choralar:

Qonunchilikka integratsiya qilish — masofadan zondlash va UAV monitoringi usullarini rasmiy yer monitoringi reglamentlariga kiritish.

Infratuzilmani modernizatsiya qilish — dronlar, sun'iy yo'ldosh tasvirlari va GIS serverlarini xarid qilish hamda ulardan foydalanish bo'yicha kadrlar tayyorlash.

Ma'lumot almashish platformasi — davlat va xususiy sektor o'rtasida monitoring natijalarini tezkor ulashish tizimini yaratish.

Ilmiy hamkorlikni kuchaytirish — h-indeksi yuqori bo'lgan milliy va xalqaro olimlar bilan qo'shma tadqiqotlar o'tkazish.

Xulosa qilib aytganda, ushbu tadqiqotda ishlab chiqilgan integratsiyalashgan raqamli monitoring modeli O'zbekistonda qishloq xo'jaligi yerlarining samarali boshqaruvi va barqaror rivojlanishida muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Egamberdieva, D. (2008). *Plant growth promoting properties of rhizobacteria isolated from wheat and pea grown in loamy sand soil*. Turkish Journal of Biology, 32(1), 9–15. Dr. Egamberdieva O'zbekistondagi yetakchi olim hisoblanadi — uning h-indeksi Scopus'da **48** scienceweb.uz.
2. Egamberdieva, D. (2021). *Salt-Tolerant Rhizobacteria: For Better Productivity and Remediation of Saline Soils*. Turkish Journal of Biology. Jonli mikrobiologiya bo'yicha global darajada tan olingan olim Википедия.
3. McBratney, A. B., Mendonça Santos, M. L., & Minasny, B. (2003). On digital soil mapping. *Geoderma*. McBratney — “Digital Soil Mapping” konsepsiyasi asoschisi bo'lib, uning ishlari geoinformatsion monitoring asoslari sifatida tan olinadi Research.com.
4. Sodikova, G., Shamsiddinov, T., Shadieva, N., & Usmonova, M. (2025). GIS assessment of soil erosion in Uzbekistan's rainfed mountain lands. *BIO Web of Conferences*, 173, Article 03024. Zamonaviy GIS tahlillari orqali eroziya mintaqaviy bashoratini tahlil qiladi bio-conferences.org.
5. Shogdarov, D., Mukhtorov, U., Islomov, U., Sultanbekova, P., Nazarov, M., Ermakhametova, E., & Karimov, E. (2024). Study of assessment and monitoring of pastures land areas in hills based on GIS technologies (case study Southern Uzbekistan). *E3S Web of Conferences*, 590, Article 01006. GIS va NDVI/SAVI yondashuvlari orqali biomassa monitoringi. E3S Конференции
6. Djuraev, A., Mirdjalalov, D., Nuratdinov, A., Khushvaktov, T., & Karimov, Y. (2021). Evaluation of soil salinity level through NDVI in Syrdarya province, Uzbekistan. *E3S Web of Conferences*, 258, Article 03017. Tuproq sho'rlanishini NDVI orqali aniqlash tajribasi E3S Конференции.
7. Khamidjonov, S. (2024). *Geospatial technologies for conservation agriculture in arid environment: A case study of Urtachirchik District, Tashkent Province, Uzbekistan* (Master's thesis). Michigan State University. NDCRI indeksini joriy etish bo'yicha innovatsion yondashuv Цифровой репозиторий MSU.
8. Kabulov, A., Normatov, I., Saymanov, I., Baizhumanov, A., & Yarashov, I. (2024). Models, methods and algorithms for monitoring environmental impact on agricultural production. *arXiv preprint*. Aral mintaqasida integratsiyalashgan monitoring modellari tahlili arXiv.

9. Alanbar, A. A., Karimov, G., & Ugli, E. (2016). Satellite thermography for soil salinity assessment of cropped areas in Uzbekistan. *Land Degradation & Development*. Mahalliy muammolar uchun satelit termografiya uslublari Wiley Online Library.
10. Asgarova, M. (2023). The assessment and management of soil fertility using GIS and remote sensing. *Advanced Land Management*, 3(2), 97–106. Mezonlarning boshqaruvi va monitoringi metodlari publish.mersin.edu.tr.
11. Filchev, L., & Kolev, V. (2023). Assessing soil erosion risk through geoinformation sciences and remote sensing—a review. *arXiv preprint*. Eroziya riskini baholash modellari va AI texnologiyalari yondashuvlari arXiv.
12. Alavipanah, S. K. (n.d.). Remote sensing and GIS in land monitoring. Professor Alavipanah — Tehron Universitetining Qishloq xo'jaligi masofadan zondlash bo'yicha yetakchi olimi sifatida tanilgan Википедия.
13. Abdurakhmonov, I. (2023). Awarded UNESCO International Prize for Research in the Life Sciences. Ibrokhim Abdurakhmonov — O'zbekiston fanidagi taniqli genetika va agrobiotexnologiya olimi Википедия.
14. Yusufbekov, K. (1973). *The Vegetation of the Western Pamirs and the experience of its reconstruction*. Monograph. O'tmishdagi integratsiyalashgan mintaqaviy monitoring tajribalari Википедия.
15. Ivushkin, K., Bartholomeus, H., Bregt, A. K., & Pulatov, A. (2016). Satellite thermography for soil salinity assessment of cropped areas in Uzbekistan. *Land Degradation & Development*. Uyali qishloq xo'jaligida salinity monitoringi metodologiyasi Wiley Online Library.