IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA SHO‘RLANIB BORAYOTGAN SUG‘ORILADIGAN MAYDONLARNI MONITORING QILISHDA GIS TEXNOLOGIYALARINING AHAMIYATI

Jumayev Z.Z, PhD. Ishchanov J.K

“TIQXMMI” Milliy Tadqiqot Universiteti

Annotatsiya: Iqlim o‘zgarishi sharoitida sug‘oriladigan hududlarda hamda sho‘rlanishga moyil hudud sho‘rlanish jarayonining kuchayishi qishloq xo‘jaligi maxsulotlarini yetishtirishga jiddiy tahdid solmoqda. Ushbu jarayonni samarali monitoring qilish va uning fazoviy dinamikasini aniqlash zamonaviy geoinformatsion texnologiyalarni qo‘llashni talab etadi. Mazkur maqolaning maqsadi GIS texnologiyalari yordamida o‘simliklarning yashillik darajasiga asoslanib ekinlar hosildorligini va suv iste‘molini kuzatish, shuningdek, sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanish holatini monitoring qilish hamda tarixiy davrlar bo‘yicha sho‘rlanish kartalarini shakllantirish imkoniyatlarini tahlil qilishdan iborat.

GIS texnologiyalari fazoviy ma‘lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va tahlil qilish orqali ekinlarning vegetatsion holati va tuproq sho‘rlanishining hududiy dinamikasini aniqlashda muhim vosita sifatida xizmat qiladi. Shuningdek, vegetatsion indekslar va masofadan zondlash ma‘lumotlari asosida ekinlarning holatini baholash imkoniyati yaratiladi. Tadqiqot natijalari GIS texnologiyalarining sug‘oriladigan yer resurslarini monitoring qilish, suvdan foydalanish samaradorligini oshirish va sho‘rlanish jarayonlarini fazoviy tahlil qilishda yuqori amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Iqlim o‘zgarishi, tuproq sho‘rlanishi, sug‘oriladigan hududlar, GIS texnologiyalari, masofadan zondlash, ekinlar hosildorligi, suv iste‘moli, fazoviy tahlil, monitoring tizimi.

Аннотация: В условиях изменения климата усиление процессов засоления почв на орошаемых и подверженных засолению территориях представляет серьёзную угрозу для производства сельскохозяйственной продукции. Эффективный мониторинг данного процесса и определение его пространственной динамики требуют применения современных геоинформационных технологий. Целью данной статьи является анализ возможностей использования ГИС-технологий для мониторинга урожайности сельскохозяйственных культур и водопотребления на основе уровня вегетации растений, а также для оценки состояния засоления орошаемых земель и формирования карт засоления за различные исторические периоды.

ГИС-технологии являются важным инструментом для определения пространственной динамики вегетационного состояния сельскохозяйственных культур и засоления почв на основе сбора, обработки и анализа пространственных данных. Кроме того, использование вегетационных индексов и данных дистанционного зондирования позволяет оценивать состояние сельскохозяйственных культур. Результаты исследования показывают, что ГИС-технологии имеют высокую практическую значимость для мониторинга ресурсов орошаемых земель, повышения эффективности использования водных ресурсов и пространственного анализа процессов засоления.

Ключевые слова: изменение климата, засоление почв, орошаемые территории, ГИС-технологии, дистанционное зондирование, урожайность сельскохозяйственных культур, водопотребление, пространственный анализ, система мониторинга.

Abstract.

Under climate change conditions, the intensification of soil salinization processes in irrigated and salinity-prone areas poses a serious threat to agricultural production. Effective monitoring of this process and the assessment of its spatial dynamics require the application of modern geoinformation technologies. The aim of this paper is to analyze the potential of GIS technologies for monitoring crop yield and water consumption based on vegetation levels, as well as for assessing soil salinity in irrigated lands and generating salinity maps across different historical periods.

GIS technologies represent an essential tool for identifying the spatial dynamics of crop vegetation conditions and soil salinity through the collection, processing, and analysis of spatial data. In addition, vegetation indices and remote sensing data enable the assessment of crop conditions. The results of the study demonstrate that GIS technologies have significant practical importance for monitoring irrigated land resources, improving water use efficiency, and conducting spatial analysis of salinization processes.

Keywords: climate change, soil salinization, irrigated areas, GIS technologies, remote sensing, crop yield, water consumption, spatial analysis, monitoring system.

Kirish.

O‘zbekistonda sug‘oriladigan yerlar umumiy maydoni o‘rtacha 4,3 million gektarni tashkil etib, ularning katta qismi (taxminan 45–47%) sho‘rlash xavfi ostidadir (FAO, 2025). Ayniqsa, Amudaryoning quyi oqimi Xorazm viloyati va Qoraqalpog‘iston Respublikasi hududida sug‘oriladigan yerlarning 91 foizga yaqini turli darajadagi tuproq sho‘rlanishiga uchragan. Shu bilan birga, Orol dengizining qurishi natijasida har yili taxminan 75 million tonna tuz Markaziy Osiyoning boshqa hududlariga tarqalmoqda va bu jarayon mintaqadagi sho‘rlanish va cho‘llanishni yanada jadallashtirmoqda. Iqlim o‘zgarishi sharoitida haroratning ko‘tarilishi, yog‘ingarchilik rejimining o‘zgarishi va suv resurslarining kamayishi tuproq sho‘rlanishi jarayonlarini yanada kuchaytirmoqda. An‘anaviy dala tadqiqotlari usullari tuproq namunalarini olish, laboratoriya tahlillari va vizual baholash ko‘p mehnat talab etadigan, qimmat va keng hududlarni qamrab olishda cheklangan imkoniyatlarga ega. Shu sababli, zamonaviy geoinformatsion tizimlar (GIS) va masofadan zondlash texnologiyalari tuproq sho‘rlanishini monitoring qilishda muhim alternativ vositaga aylangan.

Mazkur maqolada GIS texnologiyalarining sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanish holatini monitoring qilish, vegetatsion indekslar yordamida ekinlar holatini baholash, suv iste‘molini kuzatish va tarixiy sho‘rlanish xaritalarini shakllantirish imkoniyatlari chuqur tahlil qilinadi.

1. O‘zbekistonda tuproq sho‘rlanishining hozirgi holati va muammolar

O‘zbekiston Respublikasida tuproq sho‘rlanishi eng dolzarb ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Mamlakatning qishloq xo‘jaligiga mo‘ljallangan yerlarining deyarli yarmi turli darajadagi sho‘rlanishga uchragan bo‘lib, bu holat ekinlar hosildorligining pasayishi, suv resurslaridan samarasiz foydalanish va tuproq degradatsiyasiga olib kelmoqda.

Sho‘rlanish jarayoni bir qancha omillar ta‘sirida kuchayib bormoqda. Birinchidan, intensiv sug‘orish natijasida yer osti suvlarining sathi ko‘tarilishi va kapillyar ko‘tarilish orqali tuzlarning tuproq yuzasiga chiqishi kuzatilmoqda. Ikkinchidan, kollektor-drenaj tarmoqlarining yetarli darajada samarali ishlamasligi yer osti suvlarining ortiqcha tuzlanishiga sabab bo‘lmoqda. Uchinchidan, iqlim o‘zgarishi sharoitida bug‘lanish tezligining ortishi tuproqdagi tuzlar konsentratsiyasini oshirmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligining 2021-yilda Sho‘rlangan yerlar bo‘yicha Global simpoziumdagi nutqida ta‘kidlanganidek, 2017–2021 yillarda yer va suv resurslaridan samarali foydalanish konsepsiyasi doirasida sug‘oriladigan yerlarning qishloq xo‘jaligiga qaytarilishi hisobiga ekin maydonlari 326 ming gektarga oshdi, paxta ekiladigan maydonlar 258 ming gektarga qisqartirildi va sho‘rlanishga chidamli ekinlar yetishtirilishiga e‘tibor qaratildi.

1.1 Sho‘rlanish turlari va darajalari

Tuproq sho‘rlanishi tuz tarkibiga ko‘ra bir necha turga bo‘linadi: xloridli, sulfatli, karbonatli va aralash tipdagi sho‘rlanish. O‘zbekiston sharoitida asosan sulfatli va xloridli-sulfatli sho‘rlanish keng tarqalgan. Sho‘rlanish darajasi bo‘yicha esa yerlar kuchsiz sho‘rlangan (sho‘rligi 0,3–0,5%), o‘rtacha sho‘rlangan (0,5–1,0%), kuchli sho‘rlangan (1,0–2,0%) va juda kuchli sho‘rlangan (2,0% dan ortiq) toifalarga bo‘linadi. Har bir darajadagi sho‘rlanish ekinlar hosildorligiga turlicha ta‘sir ko‘rsatib, kuchli sho‘rlangan yerlarda hosildorlik 50–80 foizga pasayishi mumkin.

2. Huquqiy-me‘yoriy asos

Tuproq sho‘rlanishini monitoring qilish va yer resurslarini muhofaza etish O‘zbekiston Respublikasining bir qator qonunchilik hujjatlarida mustahkamlangan.

O‘zbekiston Respublikasi Yer kodeksi (1998-yil) yer fondini asrash, tuproq sifatini yaxshilash, unumdorligini oshirish, yerlardan oqilona foydalanish va ularni muhofaza qilishni tartibga soladi. Kodeksning 4-moddasiga muvofiq, yer monitoringi o‘tkazilishini va davlat yer kadastri yuritilishini tashkil etish davlatning vazifalari qatoriga kiritilgan.

“Davlat yer kadastri to‘g‘risida”gi Qonun (666-I-son, 1998-yil) davlat yer kadastri yuritishning huquqiy asoslarini belgilaydi. Mazkur qonunga muvofiq, kadastr ma‘lumotlaridan yerlardan oqilona foydalanish, ularni qayta tiklash va muhofaza qilish maqsadida foydalaniladi.

“Tuproqni muhofaza qilish va uning unumdorligini oshirish to‘g‘risida”gi Qonun (O‘RQ-903-son, 2024-yil 2-fevral) tuproqni muhofaza qilish va uning unumdorligini oshirish sohasidagi munosabatlarni tartibga solish maqsadida qabul qilingan eng yangi qonunchilik hujjati. Ushbu qonunga binoan:

• Vazirlar Mahkamasi tuproq monitoringini amalga oshirish tartibini belgilaydi;
• Qishloq xo‘jaligi vazirligi tuproqni muhofaza qilish sohasidagi yagona davlat siyosatini amalga oshiradi;
• Suv xo‘jaligi vazirligi sug‘oriladigan yerlarning meliorativ holatini baholaydi va suvni tejaydigan texnologiyalarni joriy etadi;
• Ekologiya vazirligi tuproqni muhofaza qilish to‘g‘risidagi qonunchilik talablarining bajarilishi ustidan davlat nazoratini amalga oshiradi.

Qishloq xo‘jaligi yerlari unumdorligini oshirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida (97-son, 2024-yil 20-fevral) paxta maydonlarida tuproq unumdorligini oshirish uchun davlat subsidiyalari ajratish tartibini belgilaydi.

Tuproq bonitirovkasi ishlarini o‘tkazish tartibi to‘g‘risidagi Nizom (2521-son, 2013-yil) sug‘oriladigan qishloq xo‘jaligi yer maydonlarida har besh yilda tuproq bonitirovkasi ishlarini o‘tkazish tartibini belgilaydi.

Ushbu qonunchilik bazasi GIS texnologiyalarini tuproq monitoring tizimiga integratsiya qilish uchun mustahkam huquqiy asos yaratadi va zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash zaruriyatini ta‘kidlaydi.

3. GIS texnologiyalari va masofadan zondlashning nazariy asoslari

Geoinformatsion tizimlar (GIS) fazoviy ma‘lumotlarni yig‘ish, saqlash, qayta ishlash, tahlil qilish va vizualizatsiya qilish uchun mo‘ljallangan kompyuter tizimlaridir. GIS texnologiyalari turli manbalardan olingan ma‘lumotlarni birlashtirib, murakkab fazoviy tahlillar o‘tkazish imkonini beradi. Qolaversa, keying yillarda yerlarning meliorativ holati, suv bilan ta’minlanish darajasi, sho‘rlanish miqdorlarini yuqori aniqlikda tahlil qilish imkonini beradi.

3.1 Masofadan zondlash tamoyillari

Masofadan zondlash yer yuzasiga bevosita aloqa qilmasdan, sun‘iy yo‘ldoshlar va havo kemalari yordamida ma‘lumot to‘plash usuli. Tuproq sho‘rlanishini aniqlashda quyidagi sun‘iy yo‘ldosh tizimlari keng qo‘llaniladi:

• **Landsat 8/9 OLI** 30 m fazoviy aniqlikka ega bo‘lib, ko‘p spektral tasvirlar olish imkonini beradi;
• **Sentinel-2 (MSI)** 10–20 m fazoviy aniqlikka ega, bepul foydalanish imkoniyati va 5 kunlik qayta tasvirlash bilan ajralib turadi;
• **MODIS** 250 m–1 km aniqlikka ega, keng hududlarni qamrab olish uchun qulay;
• **ALOS PALSAR-2** radar ma‘lumotlari asosida, bulutli ob-havoda ham ma‘lumot to‘plash imkonini beradi.

3.2 Vegetatsion indekslar

Vegetatsion indekslar o‘simliklarning holatini, yashillik darajasini va biomassa miqdorini aniqlash uchun ishlatiladigan raqamli ko‘rsatkichlardir. Tuproq sho‘rlanishini monitoring qilishda quyidagi indekslar muhim ahamiyatga ega:

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) normallashtirilgan vegetatsion farq indeksi bo‘lib, quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

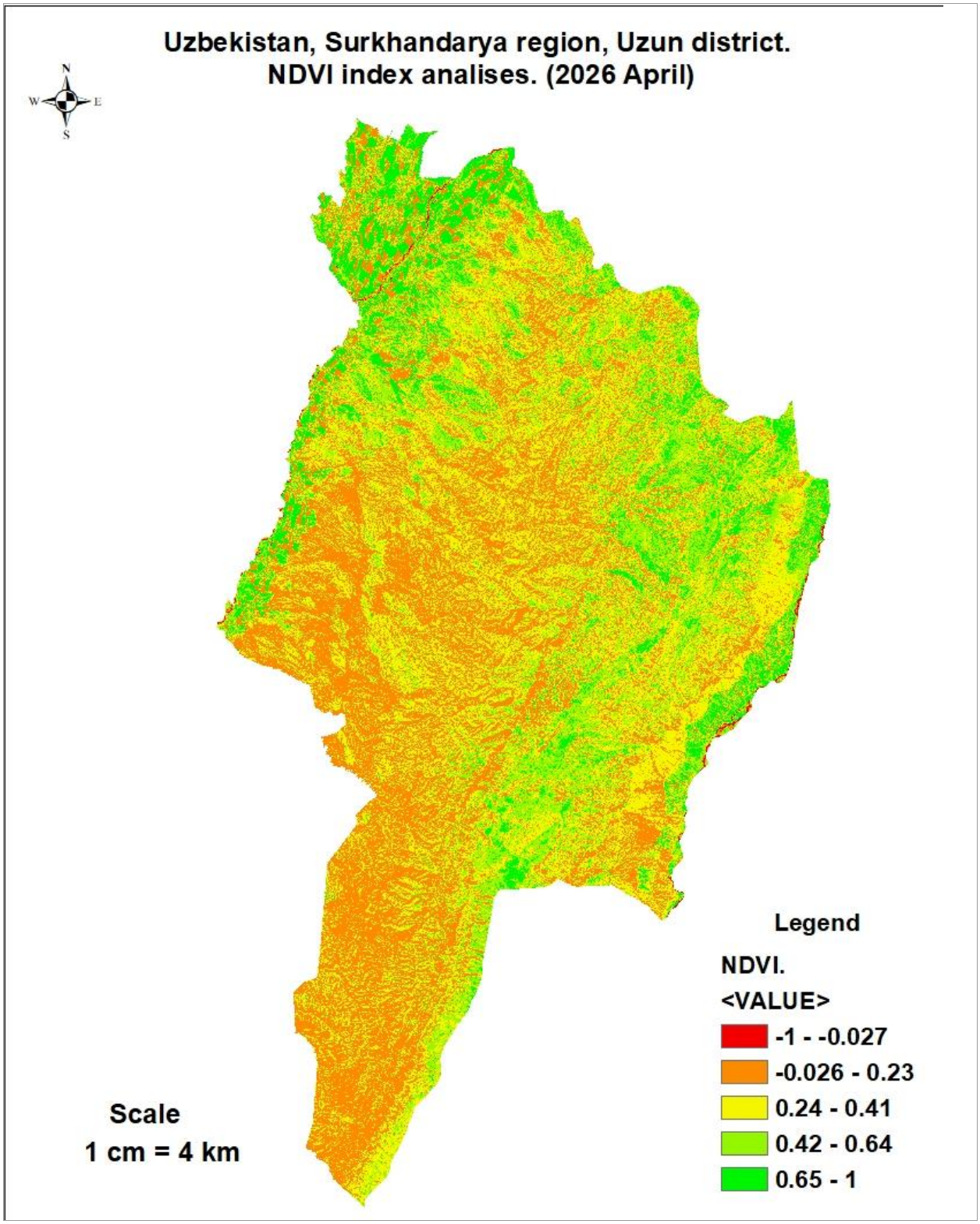
$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

bu yerda NIR yaqin infraqizil to‘lqin, RED qizil to‘lqin uzunligidagi aks ettirish qiymatlari. NDVI qiymatlari −1 dan +1 gacha o‘zgarib, yuqori qiymatlar sog‘lom vegetatsiyani, past qiymatlar esa sho‘rlangan yoki cho‘l hududlarni ko‘rsatadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, masofadan zondlash yordamida tuproq sho‘rlanishini aniqlash umumiy aniqligi 90% dan oshishi, ekin maydonlarini aniqlash aniqligi esa 98% ga yetishi mumkin.

NDSI (Normalized Difference Salinity Index) normallashtirilgan sho‘rlanish farq indeksi bo‘lib, tuproq yuzasidagi tuz kontsentratsiyasini aniqlash uchun ishlatiladi:

$$NDSI = (RED - NIR) / (RED + NIR)$$

SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index) tuproq fonini hisobga olgan holda vegetatsiyani baholaydigan indeks bo‘lib, siyrak o‘simlik qoplamli hududlarda NDVI ga nisbatan aniqroq natijalar beradi.



3.3 Tuproq elektr o‘tkazuvchanligi (EC)

Tuproq elektr o‘tkazuvchanligi (Electrical Conductivity EC) tuproq sho‘rlanishining asosiy ko‘rsatkichidir. EC qiymatlari tuproqdagi tuz miqdori bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, masofadan zondlash ma‘lumotlari bilan birgalikda tahlil qilinganda sho‘rlanishning fazoviy taqsimotini yuqori aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi. Zamonaviy tadqiqotlarda Landsat 8 va Sentinel-2 tasvirlaridan olingan spektral indekslar Random Forest, XGBoost va Decision Tree kabi

mashinali o‘qitish algoritmlari bilan birgalikda qo‘llanilganda, EC bashorat aniqligi R^2 = 0,85–0,86 darajasiga yetishi isbotlangan.

4. GIS texnologiyalarini tuproq sho‘rlanishini monitoring qilishda qo‘llash usullari

4.1 Masofadan zondlash ma‘lumotlarini yig‘ish va qayta ishlash

Tuproq sho‘rlanishini monitoring qilishning birinchi bosqichi tegishli sun‘iy yo‘ldosh tasvirlarini tanlash va ularni qayta ishlashdir. Bu jarayonda quyidagi qadamlar amalga oshiriladi:

1. **Tasvirlarni tanlash:** Tadqiqot hududiga mos Landsat 8 OLI yoki Sentinel-2 MSI tasvirlari Google Earth Engine yoki USGS EarthExplorer platformalaridan yuklab olinadi;
2. **Geometrik tuzatish:** Tasvirlar WGS 1984 UTM koordinatalar tizimiga proektsiya qilinadi;
3. **Atmosfera tuzatishi:** Atmosferaning tasvirga ta‘sirini bartaraf etish uchun radiometrik kalibrovka va atmosfera tuzatishi amalga oshiriladi;
4. **Spektral indekslarni hisoblash:** NDVI, NDSI va boshqa indekslar hisoblanadi;
5. **Yalang tuproq maydonlarini ajratish:** NDVI qiymati 0,14–0,18 orasida bo‘lgan hududlar yalang tuproq sifatida klassifikatsiya qilinadi.

4.2 Sho‘rlanish xaritalarini tuzish

GIS dasturiy ta‘minotlari, ayniqsa ArcGIS va QGIS yordamida sho‘rlanish xaritalari tuziladi. Bu jarayonda sun‘iy yo‘ldosh tasvirlaridan olingan spektral ma‘lumotlar dala tadqiqot natijalari bilan integratsiya qilinadi, interpolyatsiya usullari (Kriging, IDW) yordamida fazoviy taqsimot modellari yaratiladi, klassifikatsiya usullari orqali sho‘rlanish darajalari aniqlanadi va yakuniy sho‘rlanish xaritalari rangli shkala yordamida vizualizatsiya qilinadi.

4.3. Tarixiy davrlar bo‘yicha sho‘rlanish dinamikasi tahlili

GIS texnologiyalarining eng muhim afzalliklaridan biri turli yillardagi sun‘iy yo‘ldosh tasvirlarini solishtirish orqali sho‘rlanish dinamikasini tahlil qilish imkoniyatidir. Masalan, Landsat arxiv tasvirlari 1973-yildan boshlab mavjud bo‘lib, ular yordamida 50 yildan ortiq davr mobaynida sho‘rlanishning o‘zgarish tendensiyalarini kuzatish mumkin.

Bunday ko‘p vaqtli (multitemporal) tahlil quyidagi imkoniyatlarni beradi: sho‘rlanish maydonlarining kengayishi yoki qisqarishini aniqlash, meliorativ tadbirlarning samaradorligini baholash, iqlim o‘zgarishining tuproq sho‘rlanishiga ta‘sirini kuzatish va kelajakdagi sho‘rlanish tendensiyalarini prognozlash.

Xitoyning Hetao sug‘orish tumanida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, drenaj tizimlarining o‘rnatilishi sho‘rlanishni nazorat qilishga yordam bergan va ekin maydonlarining past nisbati ham sho‘rlanishni kamaytirish omili sifatida aniqlangan.

5. GIS texnologiyalari yordamida ekinlar hosildorligi va suv iste‘molini monitoring qilish

5.1 Vegetatsion indekslar asosida ekinlar holatini baholash

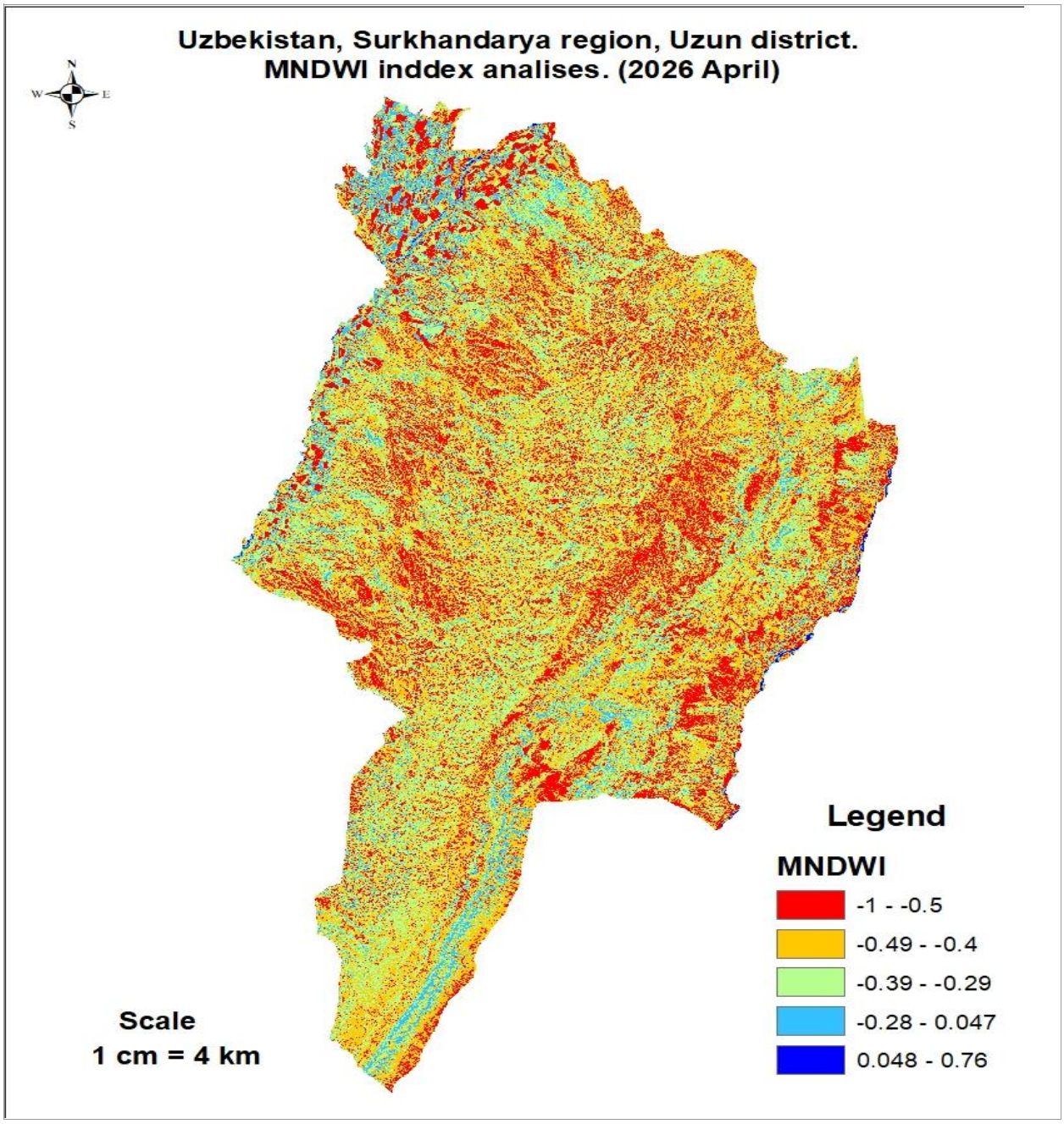
NDVI indeksi ekinlarning vegetatsion holatini kuzatishda eng keng qo‘llaniladigan ko‘rsatkich hisoblanadi. NDVI qiymatlarining mavsumiy o‘zgarishlarini tahlil qilish orqali ekinlarning o‘sish fazalari va ularning normal rivojlanishi, suv tanqisligi yoki ortiqcha namlik alomatlari, kasallik va zararkunandalar ta‘siri hamda hosildorlik prognozlari haqida ma‘lumot olish mumkin. GIS muhitida NDVI xaritalari dala tadqiqot ma‘lumotlari bilan birgalikda tahlil qilinganda, ekinlarning hosildorlik potensialini yuqori aniqlik bilan baholash imkoniyati

yaratiladi. Bu esa qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini rejalashtirish va resurslarni taqsimlashda muhim ahamiyatga ega.

5.2 Suv iste‘molini monitoring qilish

GIS texnologiyalari suv iste‘molini monitoring qilishda ham samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi. Masofadan zondlash ma‘lumotlari asosida evapotranspiratsiya (bug‘lanish va transpiratsiya) miqdori, suv taqchilligi hududlarini aniqlash, sug‘orish samaradorligini baholash va suv resurslaridan foydalanishni optimallashtirish uchun tavsiyalar ishlab chiqish mumkin.

Suvdan foydalanish samaradorligini oshirish masalasi O‘zbekiston Respublikasining “Tuproqni muhofaza qilish va uning unumdorligini oshirish to‘g‘risida”gi Qonunida (O‘RQ-903-son) ham alohida ta‘kidlangan bo‘lib, Suv xo‘jaligi vazirligi suvni tejaydigan zamonaviy texnologiyalarning innovatsion usullarini joriy etish vazifasi bilan belgilangan.



6.O‘zbekiston sharoitida GIS texnologiyalarini qo‘llash istiqbollari va takliflar

O‘zbekiston sharoitida GIS texnologiyalarini tuproq sho‘rlanishini monitoring qilishda samarali qo‘llash uchun quyidagi yo‘nalishlar bo‘yicha ishlash tavsiya etiladi:

Birinchidan, yagona geoinformatsion monitoring tizimini yaratish zarur. Bu tizim sun‘iy yo‘ldosh ma‘lumotlari, dala tadqiqot natijalari, meteorologik ma‘lumotlar va yer kadastri ma‘lumotlarini birlashtirib, sho‘rlanish jarayonlarini real vaqt rejimida kuzatish imkonini berishi kerak. “Davlat yer kadastri to‘g‘risida”gi Qonunga (666-I-son) muvofiq, kadastr ma‘lumotlarining GIS bilan integratsiyasi yer resurslarini samarali boshqarish uchun muhim qadam bo‘ladi.

Ikkinchidan, mashinali o‘qitish va sun‘iy intellekt algoritmlarini qo‘llash orqali sho‘rlanish prognozlash modellarini ishlab chiqish lozim. Random Forest, XGBoost va neyron tarmoqlar kabi algoritmlar yordamida tuproq sho‘rlanishini yuqori aniqlik bilan bashorat qilish mumkin.

Uchinchidan, viloyat va tuman darajasida GIS laboratoriyalarini tashkil etish va mutaxassislarni tayyorlash dasturlarini kengaytirish talab etiladi.

To‘rtinchidan, ochiq manba (open-source) GIS dasturlari QGIS, Google Earth Engine kabi platformalardan keng foydalanish orqali monitoring tizimining iqtisodiy samaradorligini oshirish mumkin.

Beshinchidan, Tuproq bonitirovkasi ishlarini o‘tkazish tartibiga (2521-son Nizom) GIS texnologiyalarini rasman kiritish va har besh yillik bonitirovkada masofadan zondlash ma‘lumotlaridan majburiy foydalanish tartibini joriy etish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Xulosa

GIS texnologiyalari va masofadan zondlash usullari sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanish holatini monitoring qilishda, ekinlar hosildorligini va suv iste‘molini kuzatishda, shuningdek, tarixiy davrlar bo‘yicha sho‘rlanish dinamikasini tahlil qilishda muhim va samarali vosita ekanligini ushbu tadqiqot natijalari ko‘rsatmoqda.

NDVI, NDSI va boshqa vegetatsion indekslar yordamida tuproq sho‘rlanishini masofadan aniqlash umumiy aniqligi 90 foizdan oshishi, mashinali o‘qitish algoritmlari bilan birgalikda qo‘llanilganda esa $R^2 = 0,85–0,86$ darajasiga yetishi ilmiy tadqiqotlar tomonidan isbotlangan. Bu esa an‘anaviy dala tadqiqot usullariga nisbatan GIS texnologiyalarining sezilarli ustunligini ko‘rsatadi. O‘zbekiston Respublikasining “Tuproqni muhofaza qilish va uning unumdorligini oshirish to‘g‘risida”gi yangi Qonuni (O‘RQ-903-son, 2024-yil), Yer kodeksi va boshqa me‘yoriy hujjatlar tuproq monitoringini amalga oshirish uchun mustahkam huquqiy asos yaratadi. Ushbu qonunchilik bazasiga GIS texnologiyalarini integratsiya qilish, yagona geoinformatsion monitoring tizimini yaratish va mutaxassislar tayyorlash dasturlarini kengaytirish O‘zbekistonda tuproq sho‘rlanishi muammosini hal etish yo‘lida muhim qadam bo‘ladi. Kelgusida sun‘iy intellekt, katta hajmdagi ma‘lumotlar (Big Data) va bulutli hisoblash texnologiyalarini GIS tizimlariga integratsiya qilish orqali monitoring samaradorligini yanada oshirish va sho‘rlanish jarayonlarini oldindan bashorat qilish imkoniyatlari kengayadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasining Yer kodeksi. Toshkent, 1998.

2. O‘zbekiston Respublikasining “Davlat yer kadastri to‘g‘risida”gi Qonuni (666-I-son). 1998.
3. O‘zbekiston Respublikasining “Tuproqni muhofaza qilish va uning unumdorligini oshirish to‘g‘risida”gi Qonuni (O‘RQ-903-son). 2024-yil 2-fevral.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Qishloq xo‘jaligi yerlari unumdorligini oshirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarori (97-son). 2024-yil 20-fevral.
5. Tuproq bonitirovkasi ishlarini o‘tkazish va hujjatlarini tasdiqlash tartibi to‘g‘risidagi Nizom (2521-son). 2013.
6. FAO. Global Soil Salinity Map and Database. Rome: Food and Agriculture Organization, 2025.
7. O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirining Sho‘rlangan yerlar bo‘yicha Global simpoziumdagi nutqi. 2021-yil 20-oktabr.
8. Wu W. et al. Mapping soil salinity changes using remote sensing in Central Iraq. // Remote Sensing of Environment. 2024.
9. Cai S. et al. Remote Sensing Monitoring of Changes in Soil Salinity: A Case Study in Inner Mongolia, China. // Sensors. 2013.
10. Allbed A., Kumar L. Soil salinity mapping and monitoring in arid and semi-arid regions using remote sensing technology: a review. // Advances in Remote Sensing. 2013. Vol. 2. P. 373–385.
11. Shahabi M. et al. A longitudinal analysis of soil salinity changes using remotely sensed imageries. // Scientific Reports. 2024. Vol. 14.
12. Uteuliyev N.U., Burxanov Sh.A., Qutlimuratov Yu.Q. Sug‘oriladigan yerlarning sho‘rlanishi sharoitida qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini joylashtirishning ekologik-iqtisodiy modelini tadqiq qilish. // Raqamli texnologiyalarning nazariy va amaliy masalalari xalqaro jurnali. 2024. 7(2). B. 34–39.
13. Akbar T.A. et al. Soil salinity mapping using remote sensing and GIS. // Canadian Geomatics. 2021.
14. Huete A.R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). // Remote Sensing of Environment. 1988. Vol. 25(3). P. 295–309.
15. Aldakheel Y.Y. Assessing NDVI spatial pattern as related to irrigation and soil salinity management in Al-Hassa Oasis, Saudi Arabia. // Journal of Indian Society of Remote Sensing. 2011. Vol. 39(2). P. 171–180.