SIRDARYO VILOYATI HUDUDINING RESURS IMKONIYATLARINI TADQIQ ETISHDA MASOFADAN ZONDLASH MA’LUMOTLARINING O‘RNI VA AHAMIYATI (NDVI, NDMI, NDSI, MNDWI INDEKSLARI ASOSIDA)

Djalilova Shahnoza Ziyodulla qizi
Markaziy Osiyo iqlim o‘zgarishini o‘rganish universiteti (GREEN UNIVERSITY) huzuridagi Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti
shahnozziyodullayevna@gmail.com

Annotatsiya. *Maqolada Sirdaryo viloyati hududining tabiiy resurs imkoniyatlarini o‘rganishda masofadan zondlash ma’lumotlarining o‘rni va ahamiyati ko‘rib chiqilgan. NDVI, NDMI, NDSI va MNDWI spektral indekslarining axborot imkoniyatlari tahlil qilinib, ularning yer, suv va agroiqlimiy resurslarni baholashdagi qo‘llanish sohalari umumlashtirilgan. Viloyat hududi bo‘yicha olib borilgan tahlillar asosida masofadan zondlash texnologiyalarini hududiy resurs monitoringi tizimiga joriy etish bo‘yicha umumiy tavsiyalar ishlab chiqilgan.*

Kalit so‘zlar: *masofadan zondlash, geoaxborot tizimlari, NDVI, NDMI, NDSI, MNDWI, tabiiy resurslar, yer resurslari, monitoring, Sirdaryo viloyati.*

Аннотация. *В статье рассматриваются роль и значение данных дистанционного зондирования Земли в изучении природно-ресурсного потенциала территории Сырдарьинской области. Проанализированы информационные возможности спектральных индексов NDVI, NDMI, NDSI и MNDWI, обобщены области их применения при оценке земельных, водных и агроклиматических ресурсов. На основе выполненных по территории области аналитических работ разработаны общие рекомендации по внедрению технологий дистанционного зондирования в систему регионального ресурсного мониторинга.*

Ключевые слова: *дистанционное зондирование, геоинформационные системы, NDVI, NDMI, NDSI, MNDWI, природные ресурсы, земельные ресурсы, мониторинг, Сырдарьинская область.*

Annotation. *The paper examines the role and significance of remote sensing data in studying the natural resource potential of the Syrdarya region. The informational*

capabilities of the NDVI, NDMI, NDSI and MNDWI spectral indices are analysed, and their fields of application in assessing land, water and agroclimatic resources are summarised. Based on analytical work carried out for the territory of the region, general recommendations are proposed for introducing remote sensing technologies into the regional resource monitoring system.

Keywords: *remote sensing, geographic information systems, NDVI, NDMI, NDSI, MNDWI, natural resources, land resources, monitoring, Syrdarya region.*

Kirish. Hududlarning tabiiy resurs imkoniyatlarini obyektiv baholash barqaror rivojlanish siyosatining asosiy shartlaridan biridir. O‘zbekiston Respublikasida yer va suv resurslaridan oqilona foydalanish, tuproq unumdorligini saqlash hamda iqlim o‘zgarishiga moslashish masalalari davlat siyosati darajasiga ko‘tarilgan [1; 2]. Ushbu vazifalarni hal etishda an’anaviy dala-ekspeditsiya usullari yuqori aniqlikka ega bo‘lsa-da, katta maydonlarni qisqa vaqt ichida, bir xil metodik asosda va takroriy qamrab olish imkoniyati cheklangan.

Masofadan zondlash texnologiyalari aynan shu bo‘shliqni to‘ldiradi. Landsat-8/9 OLI va Sentinel-2 MSI sun’iy yo‘ldoshlarining ochiq ma’lumotlari 10–30 m fazoviy va 5–16 kun vaqtinchalik ajratish qobiliyatiga ega bo‘lib, hududning holatini uzluksiz kuzatish imkonini beradi. Sirdaryo viloyati - Mirzacho‘l tekisligining gidromorf tuproqlari ustun bo‘lgan, iqtisodiyoti deyarli butunlay sug‘oriladigan dehqonchilikka tayanadigan hudud - bunday monitoring uchun namunaviy obyekt hisoblanadi.

Mazkur maqolaning maqsadi - Sirdaryo viloyati hududining resurs imkoniyatlarini tadqiq etishda masofadan zondlash ma’lumotlarining o‘rnini asoslash, NDVI, NDMI, NDSI va MNDWI indekslarining axborot imkoniyatlarini umumlashtirish hamda ularni amaliyotga joriy etish bo‘yicha umumiy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Masofadan zondlash ma’lumotlarining resurs tadqiqotlaridagi o‘rni

Resurs imkoniyatlarini baholashda masofadan zondlash ma’lumotlarining ustunligi uch jihatda namoyon bo‘ladi. Birinchidan, fazoviy to‘liqlik: tahlil butun hududni piksel darajasida qamrab oladi, natijada nuqtaviy kuzatishlarda ko‘zdan qochadigan lokal o‘choqlar ham aniqlanadi. Ikkinchidan, vaqtinchalik uzluksizlik: bir xil metodika asosida ko‘p yillik qatorlar shakllantirilib, resurs holatining dinamikasi kuzatiladi. Uchinchidan, iqtisodiy samaradorlik: ochiq sun’iy yo‘ldosh arxivlaridan foydalanish tadqiqot tannarxini dala ishlariga nisbatan bir necha barobar kamaytiradi.

Shu bilan birga, spektral indekslar bilvosita ko‘rsatkichlar bo‘lib, ularning qiymatlari mahalliy sharoitga moslab kalibrlanishi lozim. Shuning uchun zamonaviy yondashuv «kosmik monitoring + tanlab dala validatsiyasi» tamoyiliga asoslanadi.

Spektral indekslarning axborot imkoniyatlari. Resurs tadqiqotlarida eng ko‘p qo‘llaniladigan to‘rtta indeksning hisoblash formulasi va resursni baholashdagi vazifasi 1-jadvalda umumlashtirilgan.

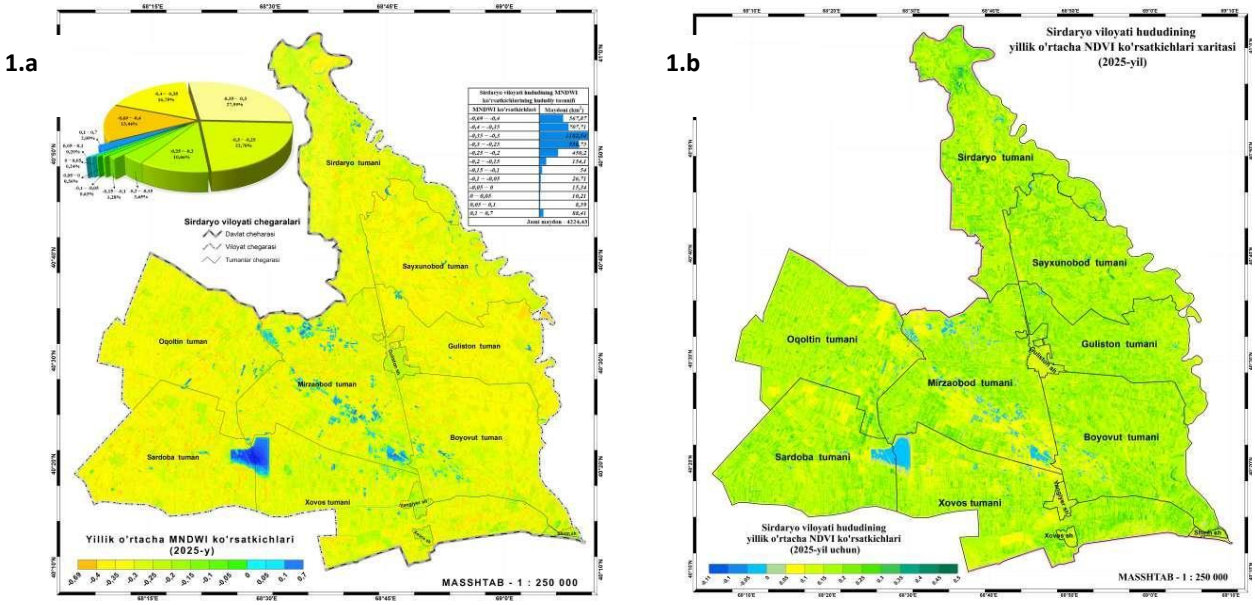
1-jadval.

Spektral indekslarning resurs imkoniyatlarini baholashdagi vazifasi

Indeks	Formulasi	Baholanadigan resurs turi va vazifasi
NDVI	(NIR − Red) / (NIR + Red)	Yer resurslari: ekin maydonlari bioproduktivligi, hosildorlik potensiali
NDMI	(NIR − SWIR1) / (NIR + SWIR1)	Namlik resurslari: tuproq va o‘simlikdagi suv zaxirasi, gidrostress darajasi
NDSI	(Green − SWIR) / (Green + SWIR)	Tuproq resurslari: yuzadagi tuz to‘planishi, sho‘rxok o‘choqlari
MNDWI	(Green − SWIR) / (Green + SWIR)	Suv resurslari: ochiq suv obyektlari, kollektor-zovur tarmog‘i

Indekslarning alohida qiymati emas, balki ularning kombinatsiyasi eng ko‘p axborot beradi. Masalan, NDVI ning pastligi ham suv taqchilligidan, ham sho‘rlanishdan kelib chiqishi mumkin; bu ikki sababni ajratish uchun NDMI va NDSI qiymatlari birgalikda tahlil qilinadi. Shu tarzda resurs cheklovining aniq tabiati aniqlanadi va tavsiya etiladigan chora-tadbir turi asoslanadi.

Sirdaryo viloyati misolida olingan natijalarning umumlashmasi. Viloyat hududi bo‘yicha bajarilgan tahlillar masofadan zondlash ma’lumotlarining amaliy axborot qiymatini ko‘rsatdi. MNDWI (**1.a**-rasm) raster qatlamining maydon bo‘yicha hisobi umumiy 4224,43 km² hududda ochiq suv obyektlari atigi 2,29 % ni egallashini, maydonning asosiy qismi esa turli darajada namlangan quruqlik yuzalaridan iboratligini aniqlash imkonini berdi. NDVI (**1.b**-rasm) ko‘rsatkichlarining hududiy taqsimoti viloyat shimolida (0,30–0,50) va janubi-g‘arbida (0,12–0,25) sezilarli tafovut mavjudligini ko‘rsatdi.

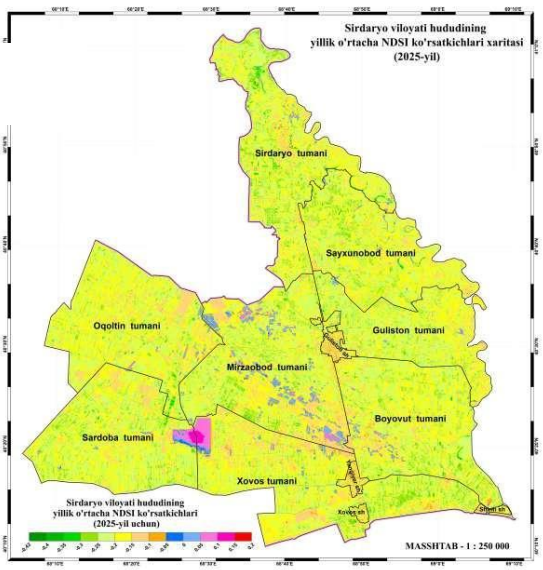


1-rasm. Sirdaryo viloyatining MNDWI va NDVI xaritalari. Xaritalar muallif tomonidan ArcMap 10.8 vositasida ishlab chiqildi

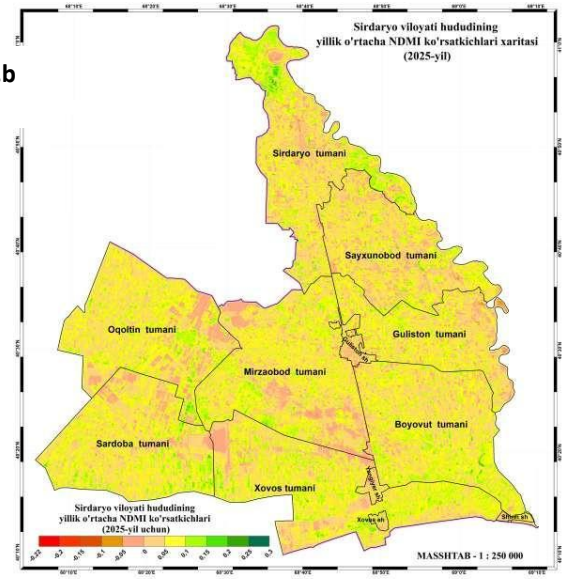
NDSI va NDMI indekslarining birgalikdagi tahlili sho‘rlanish o‘choqlarining asosan janubi-g‘arbiy tumanlarda to‘planganini, ushbu ikki ko‘rsatkich o‘rtasida esa juda kuchli teskari bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi. Bu qonuniyat amaliy jihatdan muhim: namlik indeksining pasayishi sho‘rlanish kuchayishining dastlabki signali sifatida xizmat qilishi va shu bois erta ogohlantirish indikatori sifatida qo‘llanilishi mumkin.

NDSI indeksi xaritasi (**2.a**-rasm) quruq mavsumda tuproq yuzasida to‘plangan mineral tuzlarning fazoviy taqsimotini aks ettiradi. Viloyat hududida sho‘rlanish darajasi keskin tabaqalangan: shimoliy tumanlarda indeks qiymatlari manfiy zonada (NDSI < −0,20) saqlanib, sho‘rlanish belgilari deyarli kuzatilmaydi.

2.a



2.b



2-rasm. Sirdaryo viloyatining NDSI va NDMI xaritalari. Xaritalar muallif tomonidan ArcMap 10.8 vositasida ishlab chiqildi

Sardoba tumanining markaziy-sharqiy qismida hamda Sardoba va Mirzaobod tumanlari tutashgan hududda NDSI (**2.a**-rasm) qiymatlari 0,25 dan yuqori bo‘lgan anomal zonalar (xaritada pushti va qizil ranglar) shakllangan. Oqoltin tumani markazida ham sho‘rxoklanishning aniq o‘choqlari qayd etiladi. Bunday holat drenaj tizimlari samaradorligining pastligi va sizot suvlari sathining 1,5–2,0 m gacha ko‘tarilishi bilan bog‘liq bo‘lib, Xorazm viloyatida o‘tkazilgan shunga o‘xshash tadqiqotlar natijalari bilan mazmunan mos keladi [8].

NDMI namlik indeksi xaritasi (**2.b**-rasm), NDSI (**2.a**-rasm) xaritasining fazoviy jihatdan deyarli teskari aksi hisoblanadi. Xaritada sariq va to‘q sariq ranglar bilan belgilangan hududlar — asosan Mirzaobod va Oqoltin tumanlari — o‘simliklar uchun namlik yetishmovchiligi yuqori bo‘lgan zonalarni anglatadi. Ushbu maydonlarda gidrostress va issiqlik stressining birgalikdagi ta’siri natijasida ekinlar hosildorligining 20–35 % gacha kamayishi kutiladi.

NDSI va NDMI ko‘rsatkichlarining birgalikdagi tahlili asosida viloyat yerlari sho‘rlanish darajasi bo‘yicha besh toifaga ajratildi (2-jadval). Ushbu tasnif meliorativ tadbirlar turini va ularning jadalligini belgilashda bevosita amaliy ahamiyatga ega.

2-jadval.

Sho‘rlanish darajalarining NDSI–NDMI mezonlari bo‘yicha tabaqalanishi va meliorativ choralar

Sho‘rlanish darajasi	NDSI	NDMI	Tarqalgan tumanlar	Tavsiya etiladigan agromeliorativ chora
Sho‘rlanmagan / kuchsiz	< −0,20	> 0,15	Sirdaryo, Sayxunobod	Standart agrotexnik parvarish
Zaif sho‘rlangan	−0,20 … 0,00	0,05 … 0,15	Guliston, Boyovut	Almashlab ekish, organik o‘g‘itlar solish
O‘rtacha sho‘rlangan	0,00 … 0,15	−0,05 … 0,05	Xovos, Mirzaobod	Kollektor-drenaj tarmog‘ini yuvish va chuqurlashtirish
Kuchli sho‘rlangan	0,15 … 0,30	−0,15 … −0,05	Oqoltin, Sardoba	Qishki-bahorgi sho‘r yuvish normalarini oshirish
O‘ta kuchli (sho‘rxok)	> 0,30	< −0,15	Sardoba botiqliklari	Kimyoviy melioratsiya (gips, fosfogips qo‘llash)

Umuman olganda, to‘rtta indeksning birgalikdagi tahlili viloyat hududini resurs ta’minoti darajasi bo‘yicha zonalarga ajratish va meliorativ mablag‘larni maqsadli taqsimlash imkonini beradi.

Umumiy tavsiyalar. Olib borilgan tahlillar asosida quyidagi umumiy tavsiyalar ilgari suriladi.

1. **Doimiy kosmik monitoring tizimini yo‘lga qo‘yish.** Viloyat miqyosida NDVI va NDMI ko‘rsatkichlarini vegetatsiya davrida kamida ikki haftada bir marta hisoblab borish, natijalarni tuman kesimida yagona geoaxborot bazasida to‘plash maqsadga muvofiq. Bu ekinlarning gidrostress holatini erta aniqlash imkonini beradi.

2. **Indekslarni dala ma’lumotlari bilan kalibrlash.** NDSI ko‘rsatkichlarini tuproqning elektr o‘tkazuvchanligi bo‘yicha dala o‘lchovlari bilan solishtirish orqali mahalliy sharoitga mos chegaraviy qiymatlar aniqlanishi lozim. Kalibrlashsiz indeks qiymatlari faqat nisbiy taqqoslash uchun yaroqli bo‘ladi.

3. **Resurs monitoringini boshqaruv qarorlari bilan bog‘lash.** Kosmik monitoring natijalari suv taqsimoti jadvallarini tuzish, sho‘r yuvish normalarini belgilash va meliorativ tadbirlar rejasini shakllantirishda rasmiy axborot manbai sifatida qo‘llanilishi kerak.

4. **Zonaviy yondashuvni qo‘llash.** Meliorativ va agrotexnik tadbirlar butun viloyat bo‘yicha bir xil emas, balki resurs holati bo‘yicha ajratilgan zonalar kesimida tabaqalashtirilgan holda rejalashtirilishi samaradorlikni oshiradi.

5. **Kadrlar salohiyatini rivojlantirish.** Tuman suv xo‘jaligi va qishloq xo‘jaligi bo‘limlari mutaxassislari uchun geoaxborot tizimlari va masofadan zondlash asoslari bo‘yicha muntazam malaka oshirish kurslarini tashkil etish talab etiladi.

6. **Ma’lumotlarning ochiqligini ta’minlash.** Hududiy indeks xaritalarini interaktiv veb-xizmat shaklida fermer xo‘jaliklari va ilmiy jamoatchilik uchun ochiq qilish tavsiya etiladi.

Xulosa. Masofadan zondlash ma’lumotlari Sirdaryo viloyati hududining resurs imkoniyatlarini tadqiq etishda fazoviy to‘liqlik, vaqtinchalik uzluksizlik va iqtisodiy samaradorlik jihatidan an’anaviy usullarni sezilarli to‘ldiruvchi vosita hisoblanadi. NDVI, NDMI, NDSI va MNDWI indekslarining birgalikdagi tahlili yer, suv va tuproq resurslarining holatini yagona metodik asosda baholash hamda resurs cheklovlarining aniq tabiatini aniqlash imkonini beradi.

Shu bilan birga, ushbu texnologiyalarning amaliy samarasi ularning dala validatsiyasi bilan qo‘shib olib borilishiga va monitoring natijalarining boshqaruv qarorlariga bevosita bog‘lanishiga ko‘p jihatdan bog‘liq. Taklif etilgan tavsiyalar viloyatda resurslardan oqilona foydalanish va barqaror rivojlanish vazifalarini hal etishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 30-oktabrdagi PF-5863-son «2030-yilgacha bo‘lgan davrda O‘zbekiston Respublikasining atrof-muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi Farmoni. – Toshkent, 2019.

2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 10-iyuldagi PF-6024-son «Suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020–2030-yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi Farmoni. – Toshkent, 2020.

3. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS // Third ERTS Symposium: NASA SP-351. – Washington: NASA, 1974. – Vol. 1. – P. 309–317.

4. Tucker C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation // Remote Sensing of Environment. – 1979. – Vol. 8, № 2. – P. 127–150.

5. Xu H. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery // International Journal of Remote Sensing. – 2006. – Vol. 27, № 14. – P. 3025–3033.

6. Gao B.-C. NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space // Remote Sensing of Environment. – 1996. – Vol. 58, № 3. – P. 257–266.

7. Metternicht G.I., Zinck J.A. Remote sensing of soil salinity: potentials and constraints // Remote Sensing of Environment. – 2003. – Vol. 85, № 1. – P. 1–20.

8. Dubovyk O., Menz G., Conrad C., Kan E., Machwitz M., Khamzina A. Spatio-temporal analyses of irrigated land degradation: A case study in Uzbekistan // Journal of Arid Environments. – 2013. – Vol. 84. – P. 84–96.