

SENTINEL 2 SUN'IY YO'LDOSHI GEOFAZOVIIY MA'LUMOTLARINI OLISH VA ULAR ASOSIDA NDVI (*NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX*) VEGETATSIYA INDEKSINI MANITORING QILISH

Berdimuratova Mexribanim Allamuratovna Berdoq nomidagi Qoraqalpoq Davlat
Uneversiteti stajor o'qtuvchi

Olimova Mashhura Azamat qizi Berdoq nomidagi Qoraqalpoq Davlat Uneversiteti
talabasi

Anatatsiya. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) yordamida yer resurslarining holatini monitoring qilish asosiy maqsad qilib olindi. Tadqiqotda ushbu tahlil usuli orqali o'simlik qoplamining o'zgarishi va holati aniqlanadi. NDVI indeksidan foydalanish orqali hududdagi ekologik va qishloq xo'jaligi jarayonlarini baholash imkoniyati yaratiladi. Bunda Amudaryo tumani misol sifatida tanlab olindi va ushbu hududda NDVI asosida monitoring ishlari olib borildi. Tadqiqot natijalari ushbu hududdagi vegetatsiya holatini baholash va kelajakdagi ekologik holatini taxmin qilish imkoniyatini, shuningdek salbiy oqibatlarni oldini olish imkoniyatini beradi.

Kalit so'zlari: NDVI; ArcGIS; QGIS; nurlanish; vegetatsiya indeksi; Sentinel;

Annotation. The main purpose of this study is to monitor the condition of land resources using NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). This analytical method helps to determine changes and conditions of vegetation cover. By using the NDVI index, it becomes possible to assess environmental and agricultural processes in the area. Amudarya district was selected as a case study, and monitoring was carried out based on NDVI data in this region. The results of the study allow for evaluating the vegetation condition in the area, predicting future ecological conditions, and preventing potential negative impacts.

Keywords: NDVI; ArcGIS; QGIS; radiation; vegetation index; Sentinel;

Аннотация. Основной целью данного исследования является мониторинг состояния земельных ресурсов с использованием NDVI (Нормализованный разностный вегетационный индекс). Этот аналитический метод позволяет определить изменения и состояние растительного покрова. Использование индекса NDVI предоставляет возможность оценить экологические и сельскохозяйственные процессы на территории. В качестве примера был выбран Амударьинский район, где были проведены мониторинговые работы на основе данных NDVI. Результаты исследования позволяют оценить состояние растительности, прогнозировать экологическое состояние в будущем и предотвратить возможные негативные последствия.

Ключевые слова: NDVI; ArcGIS; QGIS; излучение; вегетационный индекс; Sentinel;

Kirish. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) -normallashtirilgan nisbiy o'simlik indeksi-fotosintetik faol biomassa miqdorining oddiy miqdoriy ko'rsatkichidir (odatda vegetatsiya indeksi deb ataladi). O'simlik qoplamining miqdoriy ko'rsatkichlaridan foydalangan holda turli muammolarni hal qilish va bartaraf etish uchun eng keng va ishlatiladigan indekslardan biri. Uni aniqlash va piksel qiymatlarini aniqlash rastr qiymatlarini kalkulyatsiyash orqali topiladi.

NDVI xaritasi orqali o'simliklarning qaysi hududlarda sog'lom, qayerda esa zaif yoki mavjud emasligini rangli gradient yordamida ko'rish mumkin. Masalan, sog'lom vegetatsiya yashil rangda, zaif o'simliklar yoki yalang'och tuproqlar sariqdan qizilgacha bo'lgan ranglarda aks ettiriladi. GIS texnologiyalari bu xaritalarni aniqlik bilan analiz qilishga imkon yaratadi. Masalan, ArcGIS yoki QGIS dasturlarida NDVI qatlamini tahlil qilish uchun raster kalkulyatorlardan foydalaniladi. Bu kalkulyatorlar yordamida foydalanuvchi o'ziga kerakli bo'lgan indekslarni hisoblab chiqishi, NDVI qiymatlarini guruhlab, klasslarga ajratishi va bu klasslar asosida vegetatsiya holatini baholashi mumkin.

GIS texnologiyalarida yana bir muhim imkoniyat – bu tahlilning vaqt bo'yicha dinamikasini kuzatishdir. Masalan, biror hududdagi NDVI qiymatlari yil davomida qanday o'zgarganini ko'rish orqali ekinlarning o'sish bosqichlari, qurish yoki kasallanish holatlari aniqlanadi. Bu esa qishloq xo'jaligi sohasida hosildorlikni baholash va muammoli hududlarni aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Bundan tashqari, GIS yordamida olingan NDVI ma'lumotlari statistik tahlilga tayyorlanadi. Masalan, qaysi maydonlar NDVI bo'yicha eng yuqori yoki eng past qiymatlarga ega, o'rtacha NDVI darajasi qancha, qaysi zonlarda o'zgarishlar ko'proq – bularni aniqlash mumkin.

Material va metodlar. O'simliklarning qaytuvchi nurlanishi va NDVI (Normallashtirilgan farqiy vegetatsiya indeksi). Qaytuvchi nurlanish — bu qandaydir obyektga tushgan energiyaga nisbatan uning qaytarayotgan energiyasi nisbatidir. Ekinlarning spektral qaytuvchi nurlanishi yaqin infraqizil ($\lambda = 700-1300$ nm) va ko'rinadigan qizil ($\lambda = 550-700$ nm) diapazonlarida sezilarli darajada farq qiladi (Kumar va Silva, 1973; 1-rasm). O'simliklar spektrning ko'k va qizil qismlarida odatda kam nurlanish qaytaradi, bu xlorofillning so'rilishi bilan bog'liq. Yashil rangdagi nurlanish esa biroz ko'proq qaytadi, shuning uchun o'simliklar bizning ko'zimizga yashil ko'rinadi Vegetatsiya va tuproq o'rtasidagi kontrast aynan qizil va yaqin infraqizil diapazonlarda eng katta bo'ladi. O'simliklarning fotosintetik faolligi esa xlorofill miqdori bilan belgilanadi. O'simlikning fotosintetik faolligi xlorofill miqdori va faoliyatiga bog'liq. Makkajo'xori (Piekielek va Fox, 1992; Chapman va Barreto, 1997) hamda bug'doyda (Evans, 1989) bargdagi azot miqdori va xlorofill orasidagi bog'liqlik aniqlangan. NDVI (Normallashtirilgan farqiy vegetatsiya indeksi) qizil va yaqin infraqizil (NIR) diapazonlardagi qaytuvchi nurlanish o'lchovlari asosida hisoblanadi:

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{Red}}{R_{NIR} + R_{Red}}$$

bu yerda:

R_{NIR} — yaqin infraqizil nurlanishning qaytishi,

R_{RED} — ko‘rinadigan qizil nurlanishning qaytishi.

NDVI turli omillar, masalan, ekinlarning ozuqa yetishmovchiligi, kichik donlilarda yakuniy hosil, uzoq muddatli suv tanqisligi bilan bog‘liq bo‘lgan. Biroq, NDVI birgina omil ta‘sirini emas, balki turli o‘simlik o‘shish omillarini aks ettiruvchi umumiy o‘shish ko‘rsatkichini ifodalaydi. Indeks bilan aniqlanadigan fizik xususiyatlar asosan o‘simlik to‘qimalarining zichligi (ya‘ni, barg yuzasi yoki qoplash foizi) yoki umumiy biomassa bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shuning uchun, odatiy vegetatsiya indeksidagi farqlanishni bevosita qaysidir boshqaruv omiliga bog‘lash to‘g‘ri bo‘lmaydi — avvalo o‘shishga ta‘sir qilayotgan asosiy cheklovchi omilni aniqlash kerak. Masalan, agar bir maydonda o‘shishga azot yetishmovchiligi to‘sqinlik qilayotgan bo‘lsa, NDVI tuproqdagi azot miqdori bilan kuchli bog‘liqlik ko‘rsatadi. Ammo boshqa bir maydonda o‘shishga suv yetishmovchiligi sabab bo‘lsa, NDVI xuddi shunday darajada o‘simliklar foydalanayotgan tuproq namligi bilan bog‘liq bo‘ladi. Turli vegetatsiya indeksleri mavjud, biroq ularning asosiy ko‘rsatkichi sifatida yaqin infraqizil va qizil qaytuvchi nurlanishga tayanadigan indekslar odatda NDVI bilan bir xil ma‘lumotni beradi. (1)

Sentinel—Yevropa Kosmik Agentligi tomonidan Yer yuzidagi jarayonlarni kuzatish va nazorat qilish maqsadida ishlab chiqilgan Copernicus dasturi (Dunyoning eng yirik Yer kuzatuv dasturi)ning bir qismi sifatida o‘rmonlarni monitoring qilish, tabiiy ofatlarni boshqarish va yer yuzasidagi o‘zgarishlarni kuzatish uchun uchirilgan sun‘iy yo‘ldosh. U o‘z tarkibiga Sentinel-2A va Sentinel-2B sun‘iy yo‘ldoshlarini oladi. Sentinel-2 yer va o‘simliklarining yangi istiqbolini ko‘rish uchun 13 spektrli diapazonga ega innovatsion keng doiradagi yuqori aniqlikdagi multispektral tasvirni olib yuradi. Yuqori aniqlik, yangi spektral imkoniyatlar, 290 km kenglik va tez-tez qayta ko‘rib chiqish vaqtlarining kombinatsiyasi Yerning misli ko‘rilmagan manzaralarini beradi. Missiya optimal qamrov va ma‘lumotlarni yetkazib berish uchun bir xil orbitada bir-biridan 180° masofada joylashgan ikkita bir xil sun‘iy yo‘ldoshlar turkumiga asoslangan. Sentinel-2 o‘simliklar o‘shishini kuzatish bilan bir qatorda yer qoplamidagi o‘zgarishlarni xaritalash va dunyo o‘rmonlarini kuzatish uchun ishlatilishi mumkin. Shuningdek, u ko‘llar va qirg‘oq suvlarining ifloslanishi haqida ma‘lumot beradi. Suv toshqinlari, vulqon otilishi va ko‘chkilar tasvirlari ofat xaritasini tuzishga yordam beradi va insonparvarlik yordamiga yordam beradi.(2)

Ko‘p spektrli tasvir va keng qamrovli qamrovi bilan Sentinel-2 missiyasi nafaqat uzluksizlikni taklif qiladi, balki Frantsiya Spot va AQSh Landsat missiyalarida ham kengaytiriladi. Sentinel-2A 2015-yil 23-iyunda, undan keyin 2017-yil 7-martda Sentinel-2B uchirildi. 2024-yil 5-sentabrda Sentinel-2C o‘z birodarlariga qo‘shilish va missiyadan yuqori aniqlikdagi ma‘lumotlarning uzluksiz ta‘minlanishini ta‘minlash uchun orbitaga uchirildi. Uchirishdan so‘ng, Yevropa Komissiyasi sun‘iy yo‘ldoshlarga egalik huquqini o‘z zimmasiga oladi.

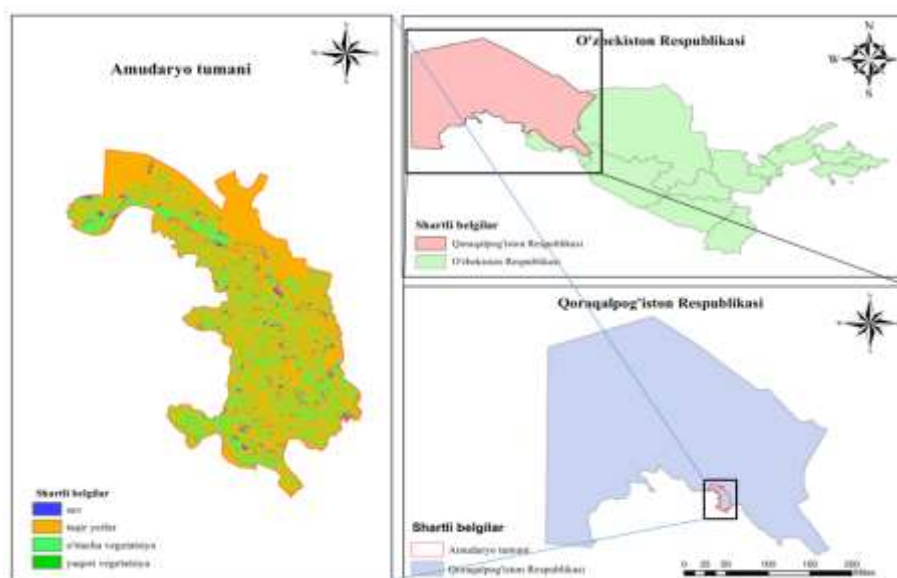
Sentinelning afzalliklari va xususiyatlari quyidagilardan iborat: 13 tasma (elektromagnit spektridagi to‘lqin uzunligiga mos keluvchi ko‘rinadigan, infraqizil va qisqa to‘lqinli infraqizil nurlarni o‘z ichiga oladi). Tizimli ma‘lumot yig‘ish: Shimoliy kenglikning

56° va 84° oralig'ida joylashgan hududlar, qirg'oqbo'yi suvlari va O'rta Yer dengizi hududlari haqida tasvirlar. 5 kun ichida qayta kuzatish: Yuqori kengliklarda bir joyga tushadigan tasvirlar soni ortadi, ya'ni ayrim hududlardan har 5 kunda 2 yoki undan ortiq tasvir olinadi (biroq har xil burchak ostida). Aniqlik: 10, 20 va 60 metrli fazoviy aniqlik. Ko'rish qamrovi: 290 km kenglik. Ma'lumotlardan foydalanish imkoniyati: Bepul va ochiq ma'lumotlardan foydalanish. Sentinel-2A sun'iy yo'ldoshining tasmalari boshqa sun'iy yo'ldoshlarning spektral ma'lumotlariga qaraganda to'liqroq bo'lib, maxsus ilmiy tadqiqotlar uchun mo'ljallangan. Sun'iy yo'ldosh ma'lumotlarini yuklab olish tasvir sifatining yuqoriligi tufayli qiyinchilik tug'diradi.

Sentinel-2 bandlari	Markaziy to'lqin uzunligi (µm)	Kenglik aniqligi(m)	Bandning kengligi
Band 1-Qirg'oq bo'yi	0.443	60	20
Band 2-ko'k	0.490	10	65
Band 3-yashil	0.560	10	35
Band 4-qizil	0.665	10	30
Band 5-Vegetaciya(Red edge)	0.705	20	15
Band 6- Vegetaciya (Red edge)	0.740	20	15
Band 7- Vegetaciya (Red edge)	0.783	20	20
Band 8-Infra qizilga yaqin(NIR)	0.842	10	115
Band 8A-Tor infra qizilga yaqin (Narrow NIR)	0.865	20	20
Band 9-Suv bug'lari	0.945	60	20
Band 10-Qisqa to'lqinli infra qizil – patsimon bulutlar uchun (SWIR-Cirrus)	1.375	60	20
Band 11- Qisqa tolqinli infra qizil (SWIR)	1.610	20	90
Band 12-Qisqa tolqinli infra qizil (SWIR)	2.190	20	180

1-jadval. Sentinel-2a sun'iy yo'ldoshi bandlari. (2)

Natija va namunalar. Amudaryo tumani Qoraqalpog'iston Respublikasining janubiy hududida joylashgan bo'lib, asosan sug'orma dehqonchilik va chorvachilik bilan shug'ullaniladi. Tumanning tabiiy-iqlimiy sharoiti, Amudaryo daryosiga yaqinligi, yerlarning meliorativ holati – bularning barchasi o'simlik qoplamining holatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. NDVI yordamida ushbu tuman hududida o'simliklar qanchalik sog'lom yoki zaif ekanligini aniqlash mumkin. U o'simliklarning sog'lomlik darajasini baholash, qishloq xo'jaligi yerlaridagi o'zgarishlarni aniqlash, ekologik monitoring olib borishda keng qo'llaniladi. Ushbu indeksni hisoblashda sun'iy yo'ldosh tasvirlaridan foydalaniladi va NDVI qiymati -1 dan +1 gacha bo'lgan oraliqda bo'ladi. Qiymat 0.2 dan yuqori bo'lsa, bu o'simlik qoplamini mavjudligini bildiradi.



Tahlil jarayonida 2018–2024 yillar orasidagi yozgi va bahorgi fasllarda olingan Sentinel-2 sun'iy yo'ldosh tasvirlaridan foydalanildi.. Natijalarga ko'ra, tumanning sug'oriladigan yerlarida NDVI qiymatlari 0.4–0.7 orasida bo'lgan, bu esa qoniqarli o'simlik qoplamini bildiradi. Aksincha, qurg'oqchil yerlarda bu ko'rsatkich 0.2 dan past bo'lgan. Bu esa o'sha joylarda o'simlik zichligi past yoki umuman yo'qligini bildiradi. Shuningdek, tahlillar NDVI qiymatlari yil sayin o'zgarib borayotganini ko'rsatdi. Ayrim hududlarda NDVI pasaygani kuzatildi, bu esa sho'rlanish, suv tanqisligi yoki noto'g'ri agrotexnik tadbirlar bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Ayniqsa, Amudaryo daryosi oqimining kamayishi va suvdan noto'g'ri foydalanish – tuman ekologik holatiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda.

NDVI asosida tuzilgan xaritalar Amudaryo tumanida ekologik muammolarni aniqlashda va ularni hal qilish yo'llarini topishda muhim manba hisoblanadi. Bunday tahlillar sug'orish tizimlarini yaxshilash, sho'rlangan yerlarni aniqlash, dehqonchilikni raqamli kuzatish imkonini yaratadi.

NDVI analizi Amudaryo tumani kabi sug'oriladigan hududlar uchun juda foydali vosita bo'lib, u yer resurslaridan samarali foydalanish, ekologik monitoring va qishloq xo'jaligi rejalarini to'g'ri tuzishda muhim ahamiyatga ega. NDVI natijalari asosida amalga oshirilgan chora-tadbirlar bilan tuman ekologik holatini barqarorlashtirish mumkin. Amudaryo tumani yaylovlarida vegetatsiya asosan bahor davrida rivojlanadi, ammo ekologik muammolar sababli o'simlik zichligi va xilma-xilligi kamaymoqda. Yaylovlarni saqlab qolish uchun ularni tiklash, o'simlik turlarini ko'paytirish, sho'rlanishga qarshi kurashish va yaylovlardan oqilona foydalanish zarur. Amudaryo hududi vegetatsiya darajasini tekshirish maqsadida 2018-2021 va 2024-yillar may oyi oxirigi davrlari o'simliklar vegetatsiyasini tahlil qilish va o'zgarishini kuzatish amaliyotini o'tkazamiz.

Natijalarga ko'ra 2018-yilga qaraganda 2021-yilda o'simliklarning vegetatsiyasi 2%ga kamayganligini ko'rishimiz mumkin. Shuningdek 2024-yilgi ma'lumotlar bilan solishtirsak esa 5%ga kamayganligini ko'ramiz. Demak vegetatsiya yildan yilga yomonlasha borayotganligini ko'rishimiz mumkin. Albatta bunga asosiy sabab suv resursining kamayganligidadir, jumladan ekologiyani buzulishi ham o'simliklar vegetatsiyasiga ta'sir

ko'rsatadi. O'simliklar vegetatsiyasining kamayishi taqir ya'ni cho'l hududlar ortishiga sabab bo'ladi. Vegetatsiyaning kamayishi natijasida cho'l va taqir hududlar soni ortib, 2024-yilga kelib bu kabi yerlar jami maydonning 60% ini egallagan. Bu holat atrof-muhit barqarorligiga jiddiy xavf tug'diradi.



Xulosa. Yillik monitoring natijalari asosida olingan ma'lumotlar o'simliklar vegetatsiyasining yildan-yilga pasayib borayotganini yaqqol ko'rsatmoqda. 2018-yildan 2021-yilgacha bo'lgan davrda vegetatsiya 2% ga kamaygan bo'lsa, 2024-yilga kelib bu ko'rsatkich 5% ga yetgan. Bunday holat ekologik muammolarning chuqurlashayotganini, ayniqsa, suv resurslarining kamayishi, yer degradatsiyasi va global iqlim o'zgarishlarining bevosita ta'sirini aks ettiradi. O'simliklar qoplamini yer yuzasidagi ekologik barqarorlikni saqlab turuvchi asosiy omillardan biri bo'lib, uning kamayishi nafaqat tuproq unumdorligini pasaytiradi, balki cho'llanish jarayonlarini jadallashtiradi. 2024-yilda yaxshi rivojlanmagan, taqir va cho'lga aylangan hududlar umumiy yer maydonining 60 foizini tashkil qilgani bu jarayon qanchalik xavfli darajaga yetganini ko'rsatadi. Bu holat nafaqat qishloq xo'jaligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, balki butun hududning iqlimiy muvozanatini buzadi, havo sifati yomonlashadi va aholi salomatligiga ham xavf tug'diradi.

Mazkur muammoni bartaraf etish uchun quyidagi chora-tadbirlarni amalga oshirish zarur: Suv resurslarini boshqarish: Tejamkor sug'orish texnologiyalarini joriy etish, suvni qayta ishlatish tizimlarini yo'lga qo'yish. Yashil hududlarni ko'paytirish: Deforestatsiyaga qarshi kurashish va ko'p yillik o'simliklar ekilishini rag'batlantirish. Ekologik monitoring: Vegetatsiya holatini doimiy kuzatib borish, muammoli hududlarni erta aniqlash. Mahalliy aholini jalb etish: Aholi o'rtasida ekologik savodxonlikni oshirish, ularni atrof-muhitni asrashga jalb qilish. Davlat dasturlari va qo'llab-quvvatlash: Ekologik barqarorlikni ta'minlashga qaratilgan hukumat dasturlarini ishlab chiqish va moliyaviy resurslarni ajratish. Tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, ekologik muvozanatni tiklash va saqlash, cho'llanishga qarshi kurashish bo'yicha tizimli choralar ko'rish dolzarb masalaga aylanmoqda. Har bir yilni boy berish – kelajak avlodlar uchun jiddiy yo'qotish bo'lishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

- Verhulst, N., Govaerts, B. 2010. The normalized difference vegetation index (NDVI) GreenSeekerTM handheld sensor: Toward the integrated evaluation of crop management. Part A: Concepts and case studies. Mexico, D.F.; CIMMYT. (1)
- <https://gisgeography.com/sentinel-2-bands-combinations.2>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Sentinel-1A>

- <https://dataspace.copernicus.eu/>
- <https://newjournal.org/index.php/01/article/view/4116/3904>

• “MASOFADAN ZONDLANGAN SENTINEL-2 PLATFORMASI TASVIRLARINI
TASNIFLASH ALGORITMLARI”

Temurbek Kuchkorov¹, Umida Ismoilova², Temur Ochilov¹, Ibrohim Ahmadjonov¹
*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti,
Kompyuter injiniringi fakulteti* ²*Kosmik tadqiqotlar va texnologiyalar agentligi, Sun'iy intellekt
va dasturlash departamenti* E-mail: t.kuchkorov@tuit.uz