

TOSHKENT VILOYATI HUDUDIDA TARQALGAN LALMI TUPROQLAR O'SIMLIK QOPLAMINI NDVI INDEKSI YORDAMIDA TAHLIL QILISH

Sodiqova Gulchehra Sattorovna

ORCID ID: 0000-0002-4636-0250,

Saidova Munisa Ergashevna

ORCID ID: 0009-0009-1073-7421,

Shadiyeva Nilufar Iskandarovna

ORCID ID: 0000-0002-7612-9017

Toshkent davlat agrar universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada Toshkent viloyatining Parkent tumani Zarkent hududi lalmi tuproqlarida o'simlik qoplaminig o'zgarishini normallashtirilgan farq ko'rsatkichi (NDVI) yordamida aniqlash bo'yicha olingan tadqiqot natijalari keltirilgan. Ma'lumki, tog'li hududlarda relyefni notekisligi, qiyaliklar va eroziyalanish darajalari eroziya xavfini yanada oshiradi. O'z navbatida NDVI ko'rsatkichisi tuproq yuzasi namligini (bevosita) va sog'lom o'simliklar mavjudligini aniqlab beradi. Olingan natijalardan keng foydalanish tadqiqot hududida eroziyaga qarshi tadbirlarni tizimli amalga oshirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: tog' tuproqlari, eroziyalanganlik darajasi, hududning tabiiy-iqlim sharoitlari, o'simlik qoplaminig mavsumiy o'zgarishi, sun'iy yo'ldosh tasvirlari, NDVI qiymati va tavsifi.

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования по определению изменений растительного покрова на богарных почвах территории Заркент площади Паркентского района Ташкентской области с использованием нормализованного индекса разности (NDVI). Известно, что в горных районах неровности рельефа, уклоны и уровни эрозии еще больше увеличивают риск возникновения эрозии. В свою очередь показатель NDVI определяет влажность поверхности почвы (напрямую) и наличие здоровых растений. Широкое использование полученных результатов позволит системно проводить противоэрозионных мероприятий на исследуемой территории.

Ключевые слова: горные почвы, степень эродированности, природно-климатические условия территории, сезонные изменения растительного покрова, спутниковые снимки, значение и описание NDVI.

Abstract. This article presents the results of a study to determine changes in vegetation cover on rainfed soils in the Zarkent area of the Parkent district of the Tashkent region using the normalized difference index (NDVI). It is known that in mountainous areas, uneven terrain, slopes and erosion levels further increase the risk of erosion. In turn, the NDVI indicator determines the moisture content of the soil surface (directly) and the presence of healthy plants. Wide use of the results obtained will allow systematic anti-erosion measures to be carried out in the study area.

Keywords: mountain soils, degree of erosion, natural and climatic conditions of the territory, seasonal changes in vegetation cover, satellite images, meaning and description of NDVI.

Kirish. Tuproq eroziyasi o'n to'qqizinchi va yigirmanchi asrlarda, ayniqsa, rivojlanayotgan mamlakatlar uchun eng muhim ekologik muammolardan biri ekanligi ma'lum edi [Huang, X va boshq. 2019, Maqsoom, A va boshq. 2020]. Tuproq eroziyasi dunyodagi eng katta ilmiy muammolardan biridir. U yerlarning degradatsiyasi, suv sifatining pasayishi, daryolarning cho'kishi va yo'llarning buzilishi kabi turli salbiy oqibatlariga olib keladi [Ping, Z va boshq. 2020]. Bular bilan bir qatorda oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish, inson salomatligi va yerning ekologik holatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, tuproq eroziyasi tuproq unumdorligining pasayishiga olib keladi, bu esa ushbu hududlarda barqaror qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi va suv sifatiga tahdid soladi [Prasannakumar, V. va boshq. 2012, Ullah, S va boshq. 2018].

Tuproq qoplaminig suv eroziyasi jarayonini modellashtirish murakkab va oxirigacha yechilmagan muammo hisoblanadi. Eroziya tadqiqotlarining eng muhim vazifalaridan biri tuproqlarning eroziya xavfini baholash hisoblanadi.

Tabiiy sharoitlar (iqlim, relyef, tuproq hosil qiluvchi va to'shalgan jinslar, yog'ingarchilik) o'zaro bog'liq bo'lgan tuproqlar ero-

ziyaga xavfli hisoblanadi. Ulardan qishloq xo'jaligida foydalanishda tuproq eroziyasining namoyon bo'lishiga imkoniyat yaratadi. Eroziya xavfi potensial yuvilish miqdori bilan baholanadi. Hozirgi vaqtda tuproq qoplami eroziyasining bir qator modellari mavjud - AGNPS (Agricultural Non-Point-Source Pollution Model) (Young va boshq. 1985), WEPP (Water erosion prediction project) (Foster and Lane, 1987), USLE (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier va Smith, 1978), RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) (Renard va boshq.) va MUSLE (Modification Universal Soil Loss Equation), ularning amalga oshirilishi turli xil dasturiy tizimlarda qisman taqdim etilgan.

NDVI indeksi XX asrning 70-yillarida joriy etilganidan beri eng mashhur vegetatsiya ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Dronlar va sun'iy yo'ldoshlar yordamida masofadan turib olingan tasvirlar tobora ommalashib bormoqda. Natijada ilmiy izlanishlar bilan bog'liq bo'lmagan faoliyatida me'yorlashtirilgan ayirmali vegetatsiya indeksini qo'llaydigan foydalanuvchilar soni tobora ortib bormoqda.

Qishloq xo'jaligi - sun'iy yo'ldosh ma'lumotlarining hududni keng qamrab olish, natijalarning aniqligi, ma'lumotlarni yig'ish-

ning yuqori chastotasi kabi afzalliklarini amalda qo'llaydigan eng mashhur sohadir. Bu shuni anglatadiki, har qanday hududni, u kichik dala bo'ladimi yoki butun bir katta mamlakat bo'ladimi, kosmosdan ma'lum vaqt oralig'ida kuzatish mumkin.

Shunga qaramay, o'simlik indeksleri bo'yicha hali ham ko'plab jumboqlar, noto'g'ri tushunchalar va bilimlardagi bo'shliqlar mavjud.

Shunday qilib, vegetatsiya indeksi ikki yoki undan ortiq spektral diapazonlarning matematik birikmasi bo'lib, o'simliklar (yuqori aks ettirish qobiliyatiga ega) va ochiq tuproq, binolar va boshqalar o'rtasidagi kontrastni kuchaytiradi. O'simliklar indeksi, shuningdek, biomassa, o'sish intensivligi, o'simlik zichligi va boshqalar kabi ekin xususiyatlarini o'rganishga yordam beradi. NDVI indeksini hisoblash an'anaviy ravishda standart tahlilning ajralmas qismi bo'lib kelgan. Bu borada zamonaviy raqamli usullar, ayniqsa, Geoaxborot tizimlari (GAT), sputnik tasvirlari va raqamli modellash tirish usullari yer eroziyasini baholash va oldini olish bo'yicha samarali yechimlarni taqdim etadi.

Parkent tumani Sharqiy Tyan-Shan tog' tizmasining Shimoliy yon bag'rida joylashgan bo'lib, Toshkentning sharqiy mintaqasini tashkil etadi. Ushbu tadqiqot o'n yil davomida (2025-2024) yer qoplamining o'zgarishi asosida hududni yaxshilash bo'yicha mumkin bo'lgan chora-tadbirlarni taklif qilish uchun masofadan turib tuproq va o'simlik qoplamini tasvirlarini tayyorlashni o'z ichiga oldi. Mintaqa 41° 16' 28,251" N dan 41° 16' 37,781" N gacha shimoliy kengliklardan cho'zilgan va 69° 43' 48,009" E dan 69° 43' 53,004" E gacha bo'lgan uzunliklarda Chotqol tog' tizmasi Zarkent hududining katta qismini egallaydi.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - Me'yorlashtirilgan farq vegetatsiya indeksi bo'lib, fotosintetik faol biomassa miqdorining oddiy miqdoriy ko'rsatkichi. O'simlik qoplamini miqdoriy baholash bilan bog'liq muammolarni hal qilish uchun eng keng tarqalgan va qo'llaniladigan indekslardan biri. NDVI 1973-yilda Rouse va boshqa tomonidan ishlab chiqilgan. Bu indeks NASA tomonidan ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite) - hozirgi Landsat dasturining ilk sun'iy yo'ldoshi asosida ishlab chiqilgan. NDVI +1 dan -1 gacha bo'lgan standartlashtirilgan diskret (uzluksiz gradient) shkalasi yordamida ko'rsatiladi (Kriegler va boshq., 1969; Rouse va boshq., 1973).

Indeks qiymatlariga o'simlikning tur tarkibi, uning zishligi, holati, yuzaning eksrozitsiyasi va nishabligi, siyrak o'simliklar ostidagi tuproq rangi ham ta'sir qiladi. Masalan, xlorofill pigmenti yashil to'lqinlarni yaxshi qaytargani uchun ko'zimiz uchun o'simliklar yashil rangda bo'ladi. Shuningdek, xlorofill qizil to'lqinlarni yutadi: buning hisobiga fotosintez sodir bo'ladi, ya'ni ekin o'sadi va rivojlanadi. O'simlikning hujayraviy tuzilishi esa yaqin infragizil to'lqinlarni qaytaradi. Demak, tarkibida xlorofill ko'p bo'lgan va hujayra strukturasi yaxshi bo'lgan sog'lom o'simlik qizil nurlarni aktiv yutadi va yaqin infragizil nurlarni qaytaradi. Kasal o'simlik - aynan buning teskarisi.

Vegetatsiya indekslarining asosiy afzalligi - ularni olishning qulayligi va ularning yordami bilan hal qilinadigan vazifalar keng ko'lamligi hisoblanadi. Shunday qilib, NDVI ko'pinsha

murakkabroq tahlil turlaridan biri sifatida qo'llaniladi, buning natijasida o'rmonlar va qishloq xo'jaligi yerlarining unumdorligi xaritalari, landshaftlar va tabiiy zonalar xaritalari, tuproq, qurg'oqchil, fitogidrologik, fenologik va boshqa ekologik va iqlim xaritalari tuzish mumkin.

NDVI qiymatlari -1,0 dan 1,0 gacha o'zgarib, asosan o'simliklar yashilligini ifodalaydi, bu yerda salbiy qiymatlar asosan bulutlar, suv va qordan hosil bo'lsa, nolga yaqin qiymatlar esa asosan toshlar va o'simlik qoplamini mavjud bo'lmagan tuproqlardan hosil bo'ladi. O'rtacha qiymatlar (0,2 dan 0,3 gacha) butalar va o'tloqlarni, yuqori qiymatlar esa (0,6 dan 0,8 gacha) yaxshi rivojlangan o'simliklarni ko'rsatadi. Qalin o'simliklar uchun NDVI qiymatlari - 0,7; siyrak o'simliklar uchun - 0,5; ochiq tuproq uchun - 0,025; suv uchun - (-0,25); sun'iy materiallar uchun - (-0,5).

NDVI quyidagi formula asosida hisoblanadi:

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

Bu yerda, **NIR** - yaqin infragizil nurlar kanali va **Red** - qizil nurlar kanali.

NDVI hisob-kitob olib borish uchun sodda, eng ko'p tarqalgan vegetasion indekslarining keng dinamik diapazoniga ega bo'lgan, shuningdek, GATda o'simlik qoplamini o'zgarishini yaxshi sezuvchi indeksdir. Vegetasion indeksini hisoblash formulasi qizil va infragizil kanallarning ayirmasini ushbu kanallar yig'indisiga nisbatidir. U tuproq va atmosfera fonining o'zgarishiga juda sezgirdir. Maydonlarning rangli gammalari o'simlik dunyosini ko'pligi, tuproqlarning namligi bilan tavsiflanadi.

Mavsum boshida NDVI indeksi bo'yicha o'simlik qanday qishlaganini bilish mumkin. Odatda, mantiq quyidagicha bo'ladi:

1. Agar NDVI 0,15 dan past bo'lsa, hududdagi barcha o'simliklar nobud bo'lgan bo'lishi mumkin. Odatda bunday ko'rsatkichlar vegetatsiyasiz shudgorlangan tuproqqa to'g'ri keladi.

2. 0,15-0,2 ham past ko'rsatkich. Bu o'simliklarning qishlovga erta fenologik fazada, tuplanishdan oldin kirganligini ko'rsatishi mumkin.

3. 0,2-0,3 - nisbatan yaxshi ko'rsatkich. Ehtimol, o'simliklar tuplanish fazasiga kirishga ulgurman va vegetatsiyani davom ettirmoqda.

4. 0,3-0,5 - yaxshi ko'rsatkich. Shuni yodda tutingki, NDVI ning yuqori ko'rsatkichlari o'simliklarning rivojlanishning so'nggi bosqichida qishlashga ketganligini ko'rsatishi mumkin. Agar sun'iy yo'ldoshdan olingan surat vegetatsiya boshlanishidan oldin olingan bo'lsa, o'simliklarning o'sish va rivojlanish davri boshlanganidan keyin uchastkaning holatini yana bir bor tahlil qilish kerak bo'ladi.

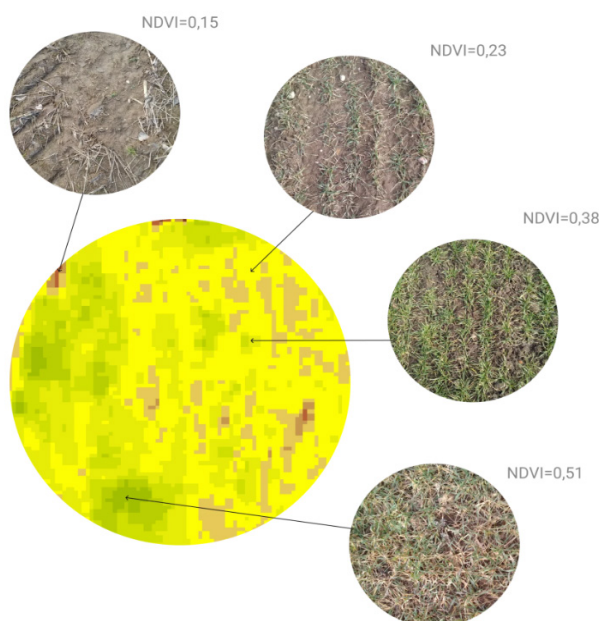
5. 0,5 dan yuqori - qishlovdan keyingi anomal ko'rsatkich. Bu uchastkani o'zingiz tekshirib ko'rganingiz ma'qul.

Bulutsiz ob-havoda suratlar har 3-5 kunda yangilanadi.

Mavsum o'rtasida NDVI indeksi bo'yicha dalada o'simliklar qanday rivojlanayotganini bilish mumkin. Agar indeks qiymatlari o'rtacha va yuqori (0,5-0,85) bo'lsa, demak, uchastkada hammasi yaxshi. Agar indeks past bo'lsa - hududdagi o'simliklarga biror narsa, masalan, namlik yoki ozuqa elementlari yetishmayotganga o'xshaydi. Bunday zonani o'zingiz tekshirib ko'rganingiz ma'qul.

NDVI uchun ishlatiladigan mashhur sun'iy yo'ldoshlar

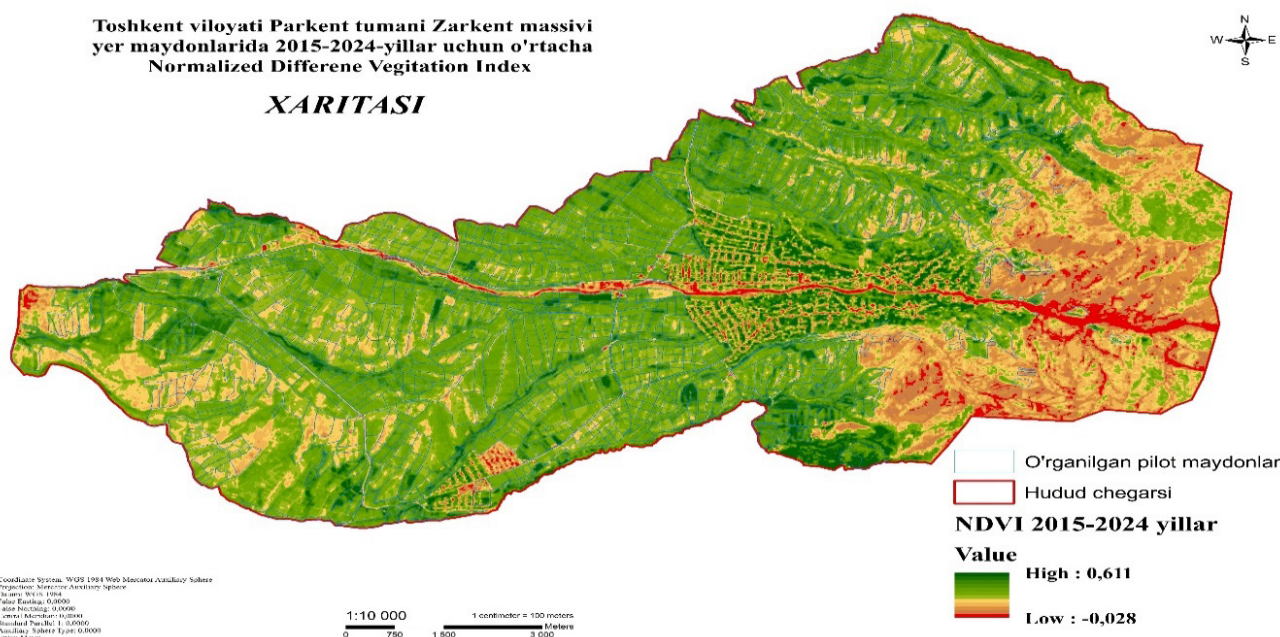
Sun'iy Yo'ldosh	Sensor	Yillik	Rezolyutsiya	Mos Spektr
Landsat 8-9	OLI	2013-hozirgacha	30 m	RED, NIR
MODIS	Terra/Aqua	2000-hozirgacha	250-500 m	RED, NIR
Sentinel-2	MSI	2015-hozirgacha	10 m	RED, NIR
AVHRR	NOAA	1981-hozirgacha	1.1 km	RED, NIR



1-rasm. NDVI ko'rinishi va daladagi o'simliklarning haqiqiy holati o'rtasidagi bog'liqlik

Toshkent viloyati Parkent tumani Zarkent massivi
yer maydonlarida 2015-2024-yillar uchun o'rtacha
Normalized Differene Vegetation Index

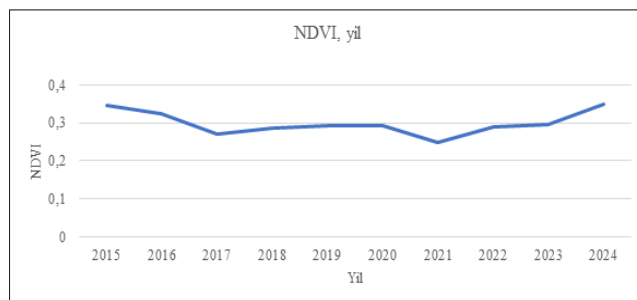
XARITASI



3-rasm. Parkent tumani Zarkent hududi NDVI bo'yicha ko'rinishi

Mavsum oxirida NDVI indeksi bo'yicha qaysi dalalar hosilni yig'ib olishga tayyorligini aniqlash mumkin - indeks qanchalik past bo'lsa, dala maydoni pishishga shunchalik yaqin bo'ladi. Bunday holda indeksning optimal qiymati 0,25 dan past bo'ladi.

Bizning tadqiqotlarimizda ham xududning yashillilik darajasi uning ekroziyalanish jarayonlari tufayli o'zgarishini taxlil qildik. Buning uchun eroziya xavfi bo'lgan nuqtalar aniqlab olindi. Bunda joyning reliefi, qiyalik ekspozitsiyasi va ekin holati tahlil qilinda. Ushbu jarayonda Sentinel-2 sun'iy yo'ldoshi orqali o'simlik qoplaminig normalashtirilgan farq indeksi (NDVI) sun'iy yo'ldosh tasvirida olingan o'simliklarning yashilligi va zichligini o'rganildi (2- va 3-rasm).

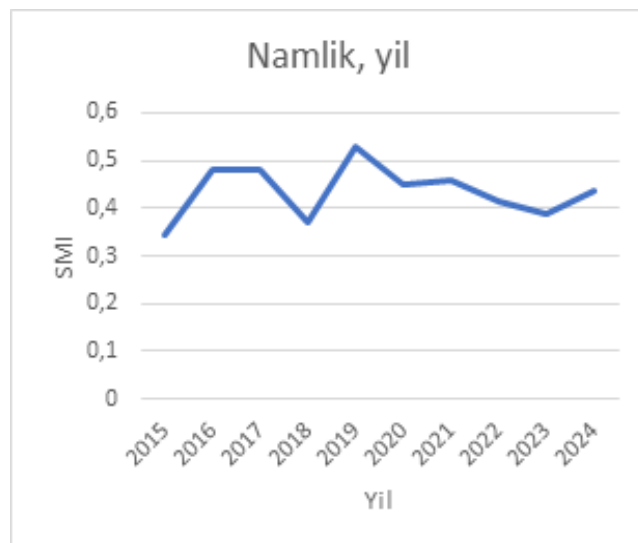
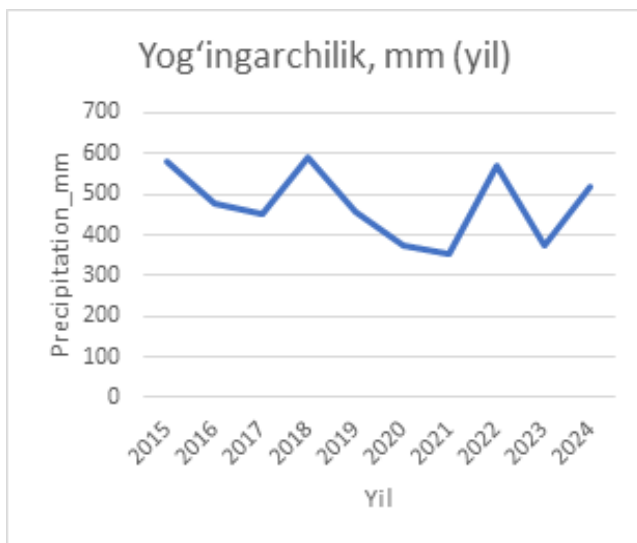


2-rasm. 2015-2024 yillar davrida NDVI ko'rsatkichi

NDVI tavsifi, qiymatlari va holati

1-jadval.

NDVI qiymati	Tavsif	Vegetatsiya holati	2015-2024 yillar uchun (gektar hisobida)
-1,0 - 0,0	Suv yoki tuproq	Suv havzalari yoki vegetatsiyasiz hududlar	0
0,0 - 0,1	Juda kam yoki yo'q vegetatsiya	Quruq tuproq, toshloq yoki o'lik o'simliklar	0,33
0,1 - 0,2	Past vegetatsiya	Kam o'suvchi maysalar, ochiq tuproq bilan aralashgan hududlar	54,08
0,2- 0,4	O'rtacha vegetatsiya	Yaylovlar, ekin maydonlari, o'rmonlar boshlang'ich bosqichda	3026,13
0,4 - 0,6	Yuqori vegetatsiya	Sog'lom o'rmonlar, qalin ekin maydonlari	234,36
0,6 - 1,0	Juda zich vegetatsiya	Tropik o'rmonlar yoki juda zich ekinlar	0



3-rasm. Yog'ingarchilik va namlik miqdori

Bundan ko'rinib turibdiki, oxirgi 10 yil davomida xududda 0,2-0,4 oralig'idagi maydonlar 3026,13 gektarni tashkil etib, bu ko'rsatkich o'rtacha vegetatsiyani bildiradi. 2017 va 2021 yillarda nisbatan boshqa yillarga qaraganda kuchsizroq rivojlanganligini ko'rish mumkin.

Albatta, bu ko'rsatkichlar joyning havo harorati va namligi bilan ham bog'liqdir. NDVI mavsumiy o'simlik qoplamini va ekinlarning sog'lomligini o'rganish uchun muhim parametrlardan biri sifatida tan olingan (Sellers va boshq., 1986; Piao va boshq. 2004; Mabuchi va boshq. 2005; Kumar va boshq. 2013). Bunda quyosh radiatsiyasi, LST, SM va yog'ingarchilik o'simliklarning o'sishiga katta ta'sir ko'rsatadi (Kumar va boshq. 2013).

Ko'p yillik o'rtacha yog'ingarchik miqdori 2018 yilda 590,1 va 2022 yilda 569,2 mm ni tashkil etgan. Eng kam yog'in esa 2020 va 2024 yillarda kuzatilgan. Tuproq namligi (SMI) ham e'ng past ko'rsatkich 2015 yilda kuzatilgan.

Olingan natijalar ekin maydonlarida ozuqa moddalaridan foydalanish samaradorligini oshirish uchun tizimli agrotexnik ishlarni tashkillashtirish, eroziyaga qarshi tadbirlarni tizimli amalga oshirishda agroekotizimda ozuqa moddalarining aylanishidan keng foydalanish imkonini beradi. Ushbu ta'sirni kuzatish uchun o'simliklarning normallashtirilgan farqlari indeksi (NDVI) kabi metodologiyalar o'simlik biomassasi va ozuqaviy moddalar tarkibini baholashga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR:

1. Gafurova L., Juliev M. (2021): Soil degradation problems and foreseen solutions in Uzbekistan. In: Dent D., Boincean B. (eds.): Regenerative Agriculture. Cham, Springer International Publishing: 59–67.
2. Huang X., Liu J., Zhang Z., Fang G., Chen Y. Assess River Embankment Impact on Hydrologic Alterations and Floodplain Vegetation. Ecol. Indic. 2019, 97, 372–379. [CrossRef]
3. Maqsoom A., Aslam B., Hassan U., Kazmi Z.A., Sodangi M., Tufail R.F., Farooq D. Geospatial Assessment of Soil Erosion Intensity and Sediment Yield Using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) Model. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2020, 9, 356. [CrossRef]
4. Ping Z., Yajin G.E., Jiang Y., Yanan X.I., Zhiwen S.I., Hainan Y., Hong-Yuan, Junchuan Y.U., Guanyuan W.E. Assessment of Soil Erosion by the RUSLE Model Using Remote Sensing and GIS: A Case Study of Jilin Province of China. Preprints 2020. [CrossRef]
5. Prasannakumar V., Vijith H., Abinod S., Geetha N. Estimation of Soil Erosion Risk within a Small Mountainous Sub-Watershed in Kerala, India, Using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and Geo-Information Technology. Geosci. Front. 2012, 3, 209–215. [CrossRef]
6. Laflen J.M., Lane L.J. and Foster G.R., "WEPP: A new generation of erosion prediction technology," Journal of Soil and Water Conservation, vol. 46, no. 1, p. 34, Jan. 1991.
7. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A. and Deering D.W. (1973) Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite). Proceedings of 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium, Greenbelt, 10-14 December, SP-351, 309-317.
8. Sodikova G.S.; G.S.Mirkhaydarova. Agrochemical properties of eroded mountain soils and ways to restore these properties. International Scientific Journal. "Theoretical & Applied Science" p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online) Year: 2020 Issue: 06 Volume: 86. –P.33-38.
9. Содикова Г.С.; Шамсиддинов Т.Ш. Влияние эрозионных процессов на микрофлору богарных сероземов (На примере почв Южных отрогов Гиссарского хребта). Почвы – опора России: тезисы докладов IX съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Казань, 12-16 августа 2024 г. стр.262-267
10. Wischmeier W.H., Smith D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. Agric. Handb. no. 537, 285–291. <https://doi.org/10.1029/TR039i002p00285>.