JIZZAX VILOYATI AGROLANDSHAFTLARIDA NDVI DINAMIKASI VA IQLIM O‘ZGARISHI

To‘lisheva Munisa Abubakir qizi
Jizzax davlat pedagogika universiteti tayanch doktoranti

To‘lishev Jaloliddin Ashir o‘g‘li
Jizzax davlat pedagogika universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya: Maqolada 2001–2025 yillarda Jizzax viloyati agrolandshaftlarida o‘simlik qoplami (me’yorlashtirilgan farqli o‘simlik indeksi, NDVI) o‘zgarishi va uning yog‘in hamda harorat bilan bog‘liqligi MODIS, CHIRPS va ERA5-Land ma’lumotlari asosida o‘rganilgan. Viloyat bo‘yicha o‘rtacha NDVIda ishonchli trend topilmadi, lekin sug‘orilmaydigan yer piksellarining 77,8 foizida NDVI pasaygan, ekin piksellarining 62,7 foizida oshgan. Noyabr–may yog‘ini yiliga 7,5 millimetrga kamaygan; NDVI yog‘in bilan bog‘liq (sug‘orilmaydigan yerlarda r = 0,74, ekinda r = 0,45). Sug‘orilmaydigan yerlar quruqlashishga sezgirroq.

Kalit so‘zlar: NDVI, MODIS, iqlim o‘zgarishi, agrolandshaft, sug‘orilmaydigan yerlar, Jizzax viloyati.

ДИНАМИКА NDVI И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В АГРОЛАНДШАФТАХ ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТИ

Тулишева Муниса Абубакир кизи
Докторант, Джизакский государственный педагогический университет, Узбекистан.

Тулишев Жалолиддин Ашир угли
Докторант, Джизакский государственный педагогический университет, Узбекистан.

Аннотация: В статье на основе данных MODIS, CHIRPS и ERA5-Land изучены изменения растительного покрова (нормализованный разностный вегетационный индекс, NDVI) в агроландшафтах Джизакской области Узбекистана в 2001–2025 годах и их связь с осадками и температурой. Достоверного тренда среднего по области NDVI не выявлено, однако на неорошаемых землях NDVI снизился в 77,8 % пикселей, а на пахотных землях вырос в 62,7 % пикселей. Осадки за ноябрь–май сокращались на 7,5 миллиметра в год; NDVI связан с ними (на неорошаемых землях r = 0,74, на пашне r = 0,45). Неорошаемые земли более чувствительны к усилению засушливости.

Ключевые слова: NDVI, MODIS, изменение климата, агроландшафт, неорошаемые земли, Джизакская область.

DYNAMICS OF NDVI AND CLIMATE CHANGE IN THE AGROLANDSCAPES OF THE JIZZAKH REGION

Tulisheva Munisa Abubakir qizi

Doctoral student, Jizzakh State Pedagogical University, Uzbekistan.

Tulishev Jaloliddin Ashir ogli
Doctoral student, Jizzakh State Pedagogical University, Uzbekistan.

Abstract: This study examines changes in vegetation cover (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) in the agrolandscapes of the Jizzakh region, Uzbekistan, in 2001–2025 and their relationship with precipitation and temperature, using MODIS, CHIRPS and ERA5-Land data. No significant trend was found in regional mean NDVI, but NDVI declined in 77.8% of unirrigated-land pixels and increased in 62.7% of cropland pixels. November–May precipitation fell by 7.5 millimeters per year, and NDVI was tied to it (unirrigated land r = 0.74; cropland r = 0.45). Unirrigated land proved more sensitive to increasing aridity.

Keywords: NDVI, MODIS, climate change, agrolandscape, unirrigated land, Jizzakh region.

Kirish. Iqlim o‘zgarishi quruq va yarim quruq hududlarda qishloq xo‘jaligi landshaftlariga eng tez ta’sir qiladigan omillardan biridir. O‘zbekiston hududining katta qismini cho‘l, dasht va tog‘ oldi tekisliklari egallaydi; yog‘in asosan qish va bahorda tushadi, ekinlarning ko‘pchiligi esa sug‘orishga tayanadi. Jizzax viloyatida Mirzacho‘lning sug‘oriladigan tekisligi, sug‘orilmaydigan yerlar va tog‘ oldi hududlari yonma-yon joylashgan; iqlim o‘zgarishi va tuproq sho‘rlanishi sharoitida bu yerda suv hamda yerdan barqaror foydalanish masalasi alohida o‘rganilgan [1].

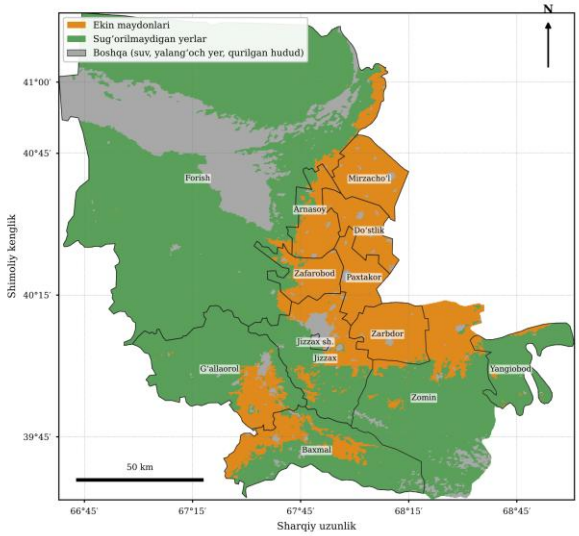
Maqolada agrolandshaft deganda qishloq xo‘jaligida foydalaniladigan yerlar, ya’ni ekin maydonlari hamda sug‘orilmaydigan yerlar nazarda tutiladi. Agrolandshaft holatini kuzatishda sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari qulay: ular katta hududni yil sayin bir xil usulda kuzatishga imkon beradi. Eng keng qo‘llanadigan ko‘rsatkich — me’yorlashtirilgan farqli o‘simlik indeksi (NDVI) bo‘lib, u o‘simlikning yashillik darajasini aks ettiradi. Iqlim o‘zgarishining landshaftlarga ta’siri bo‘yicha tadqiqotlar tahlil qilingan [2], Jizzax viloyatining antropogen landshaftlari ko‘rib chiqilgan [3]. Biroq viloyat bo‘yicha o‘rtacha NDVI ekin maydonlari va sug‘orilmaydigan yerlarning qarama-qarshi o‘zgarishini yashirishi mumkin, shuning uchun ularni alohida ko‘rish kerak. Bizga ma’lum manbalarda Jizzax viloyati uchun 25 yillik davrni qamrab olgan, ekin maydonini sug‘orilmaydigan yerdan ajratgan hamda tumanlar kesimida tahlil qilingan ishlar uchramadi.

Tadqiqotning maqsadi — 2001–2025 yillarda Jizzax viloyati agrolandshaftlarida NDVI o‘zgarishini aniqlash va uning yog‘in hamda harorat bilan bog‘liqligini baholash.

Iqlim bilan o‘simlik qoplami orasidagi bog‘liqlik geografiyaning eng qadimgi mavzularidan biridir. Vasiliy Dokuchayev tabiat zonalari ta’limotida iqlim, tuproq va o‘simlik o‘zaro bog‘liq ekanini ilmiy asoslab berdi [4], Lev Berg esa bu g‘oyani landshaft-geografik zonalar tizimiga aylantirdi [5]. Landshaftshunoslik nazariyasi Anatoliy Isachenko asarlarida rivojlandi [6]. Sun’iy yo‘ldoshdan o‘simlik qoplamini kuzatishda NDVI keng qo‘llaniladi.

Markaziy Osiyoda NDVI bilan iqlim orasidagi bog‘liqlikni Wu va hammualliflar 2000–2013 yillardagi ma’lumotlar asosida tekshirgan: aksariyat hududlarda NDVI yog‘in bilan ijobiy bog‘langan, sug‘oriladigan yerlarda bu bog‘liqlik juda kuchsiz, o‘tloqlarda esa korrelyatsiya 0,8 gacha yetadi [7]. Hao va hammualliflar 1994 yildan keyin Markaziy Osiyoda iqlim iliq va quruq holatga o‘tganini, 2000–2020 yillarda hududning 47,84 foizida o‘simlik qoplami pasayganini aniqlagan va buni suv tanqisligi bilan izohlagan [8]. Jizzax viloyati bo‘yicha G.M. Xoldorova va M.A. To‘lisheva iqlim o‘zgarishining landshaftlarga ta’siriga oid tadqiqotlarni tahlil qilgan, antropogen landshaftlar va ta’sirni o‘rganishning ilmiy asoslarini bayon etgan [2, 3, 9]. Ushbu maqola bu ishlarni NDVI ning 25 yillik o‘zgarishini iqlim ko‘rsatkichlari bilan raqamlar orqali bog‘lash bilan davom ettiradi.

Asosiy qism. *Tadqiqot hududi.* Tadqiqot Jizzax viloyatining butun hududini (66,6–69,0° sharqiy uzunlik, 39,5–41,2° shimoliy kenglik) qamrab oladi. Viloyat 12 ta tuman va Jizzax shahridan iborat: shimoli-g‘arbda Aydarko‘l ko‘llar tizimi, sharqda Mirzacho‘lning sug‘oriladigan tekisligi, janubda tog‘ oldi va tog‘li hududlar joylashgan (1-rasm). 2020 yilgi yer qoplami xaritasiga ko‘ra viloyat piksellarining 21,3 foizi ekin maydonlari, 65,8 foizi sug‘orilmaydigan yer, 12,9 foizi boshqa yer qoplami (suv, yalang‘och yer, qurilgan hudud) sinflariga to‘g‘ri keladi.

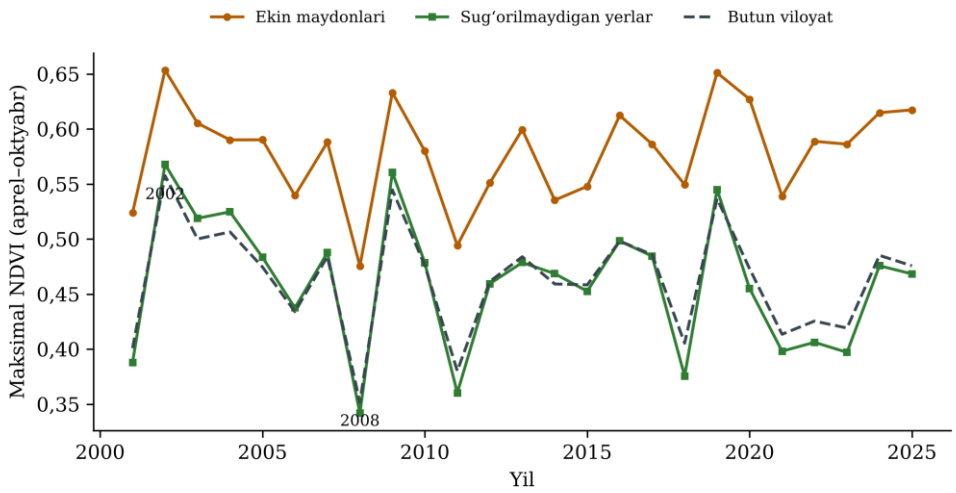


1-rasm. Tadqiqot hududi va yer qoplami. Manba: MODIS MCD12Q1 (2020), FAO GAUL 2015.

Ma'lumotlar. NDVI sifatida MODIS MOD13Q1 v061 mahsuloti (250 m, 16 kunlik) ishlatildi [10]; sifati past piksellar chiqarib tashlandi, har yil uchun aprel–oktyabr oylaridagi eng yuqori qiymat olindi. Ekin maydonlari va sug‘orilmaydigan yerlar MODIS MCD12Q1 v061 mahsulotining 2020 yilgi tasnifi (500 m) yordamida ajratildi [11]. Yog‘in bo‘yicha CHIRPS kunlik ma’lumotlari [12], harorat bo‘yicha ERA5-Land oylik 2 m havo harorati [13] olindi; noyabr–may yog‘ini oldingi yil 1 noyabridan joriy yil 31 maygacha yig‘ildi. Hisoblar Google Earth Engine platformasida bajarildi, viloyat va tuman chegaralari FAO GAUL 2015 bazasidan olindi. Trend Mann–Kendall testi [14] va Sen qiyaligi [15] bilan baholandi ($p < 0,05$); NDVI bilan iqlim orasidagi bog‘liqlik Pearson korrelyatsiyasi, yog‘in va haroratning alohida ta’siri xususiy korrelyatsiya orqali aniqlandi. Oylik tahlilda 18 ta ko‘rsatkich sinalgani uchun Bonferroni tuzatishi qo‘llandi ($p < 0,0028$). Har bir piksel uchun 10 yillik NDVI o‘zgarishi (Sen qiyaligi) hisoblandi.

NDVI dinamikasi. 2001–2025 yillarda eng yuqori NDVI ning o‘rtacha qiymati ekin maydonlarida 0,579, sug‘orilmaydigan yerlarda 0,460 bo‘ldi (2-rasm). Ikkala guruhda ham eng yuqori qiymat 2002 yilda (0,653 va 0,568), eng past qiymat 2008 yilda (0,475 va 0,342) qayd etildi. Mann–Kendall testi ishonchli trend ko‘rsatmadi: ekin maydonlarida Sen qiyaligi yiliga +0,00088 ($p = 0,469$), sug‘orilmaydigan yerlarda −0,00231 ($p = 0,168$). Sug‘orilmaydigan yerlardagi qiymat 25 yilda taxminan 0,06

pasayishga mos keladi, lekin yillar orasidagi katta tebranish tufayli uni faqat pasayish yo‘nalishi deb baholash to‘g‘riroq.

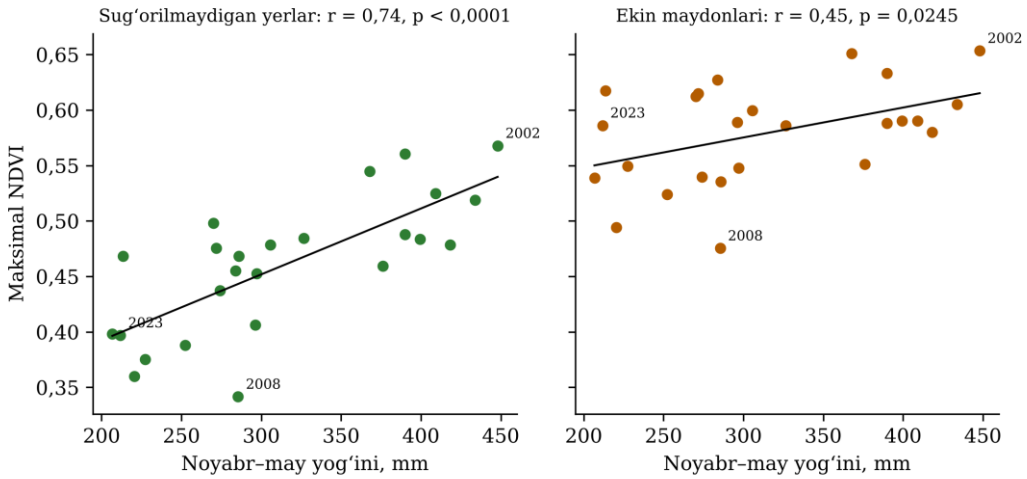


2-rasm. Ekin maydonlari va sug‘orilmaydigan yerlarda eng yuqori NDVI ning o‘zgarishi. Manba: MODIS MOD13Q1, MCD12Q1.

Iqlim. Noyabr–may yog‘ini yiliga o‘rtacha 7,5 mm ga kamaydi (Kendall tau = −0,46; p = 0,001): 2001–2013 yillarda o‘rtacha 354,1 mm tushgan bo‘lsa, 2014–2025 yillarda 271,6 mm tushdi. Mart–may yog‘ini ham kamaydi (yiliga −3,1 mm; p = 0,041). Aprel–oktyabr harorati yiliga 0,050 °C ga ko‘tarildi (p = 0,003). Yog‘in bilan harorat orasida teskari bog‘liqlik bor (r = −0,62): yog‘inli yillar nisbatan salqin, quruq yillar issiq kelgan. Eng quruq yillar 2021 (207 mm), 2023, 2025, 2011 va 2018 bo‘ldi.

NDVI va iqlim bog‘liqligi. NDVI ning yildan yilga o‘zgarishi birinchi navbatda yog‘in bilan bog‘liq (3-rasm). Noyabr–may yog‘ini bilan bog‘liqlik sug‘orilmaydigan yerlarda kuchli (r = 0,74; p < 0,0001), ekin maydonlarida o‘rtacha (r = 0,45; p = 0,025). Yog‘in sug‘orilmaydigan yerlar NDVI o‘zgarishining 55 foizini (R^2 = 0,55), ekinlar NDVI o‘zgarishining 20 foizini (R^2 = 0,20) tushuntiradi. 2002 va 2008 yillarni chiqarib tashlaganda sug‘orilmaydigan yerlarda bog‘liqlik o‘zgarmadi (r = 0,74), ekin maydonlarida esa kuchsizlashdi (r = 0,39; p = 0,068). Harorat bilan bog‘liqlik manfiy (sug‘orilmaydigan yerlarda r = −0,49; ekinlarda r = −0,25), ammo issiq yillar odatda quruq bo‘lgani uchun uning alohida ta’siri qolmadi: yog‘in hisobga olinganda eng kuchli bog‘liqlik chiqqan iyun harorati bilan xususiy korrelyatsiya sug‘orilmaydigan yerlarda −0,22 (p = 0,29), ekinlarda −0,21 (p = 0,32) bo‘ldi. Oylar kesimida eng kuchli

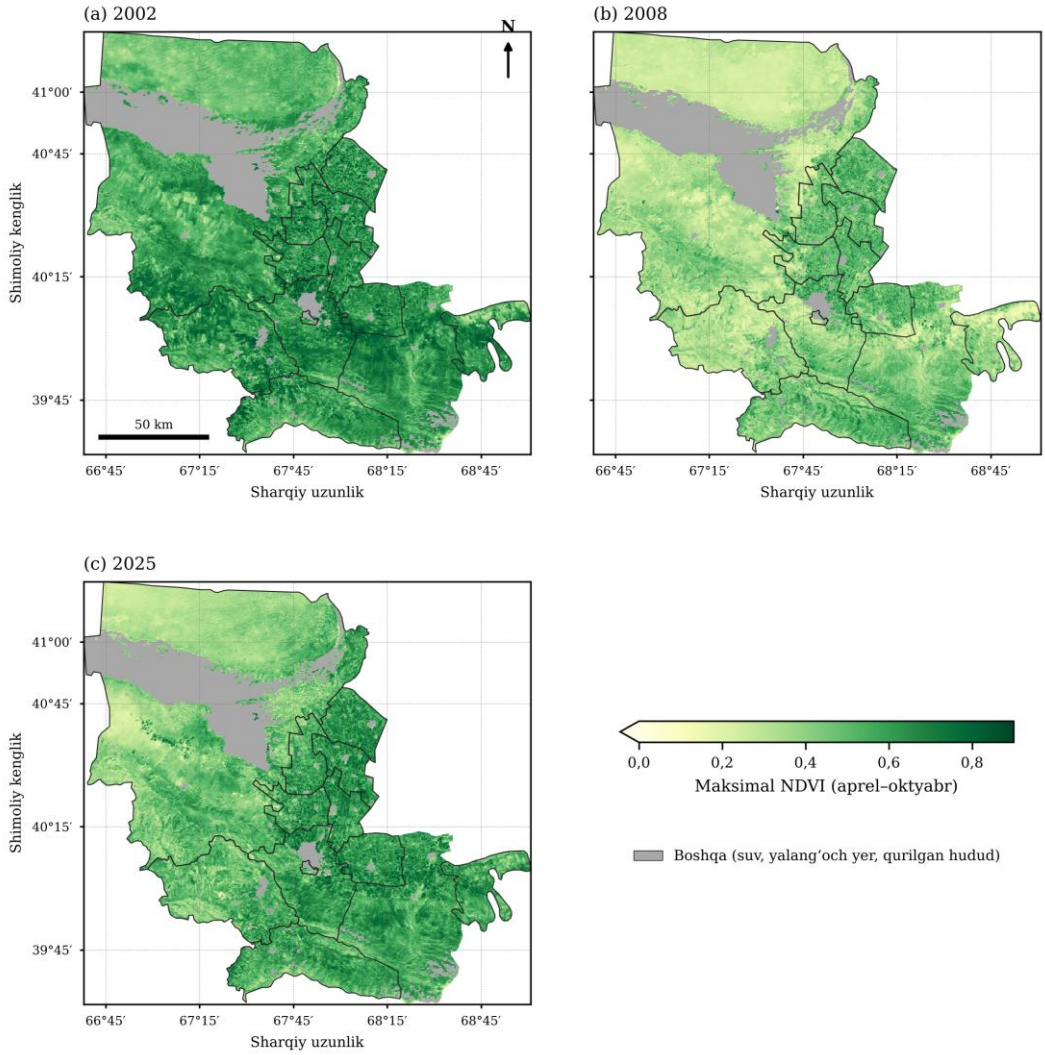
bog‘liqlik aprel yog‘iniga to‘g‘ri keldi: sug‘orilmaydigan yerlarda r = 0,70 (p < 0,001; Bonferroni tuzatishidan keyin ham ishonchli), ekinlarda r = 0,53 (p = 0,006).



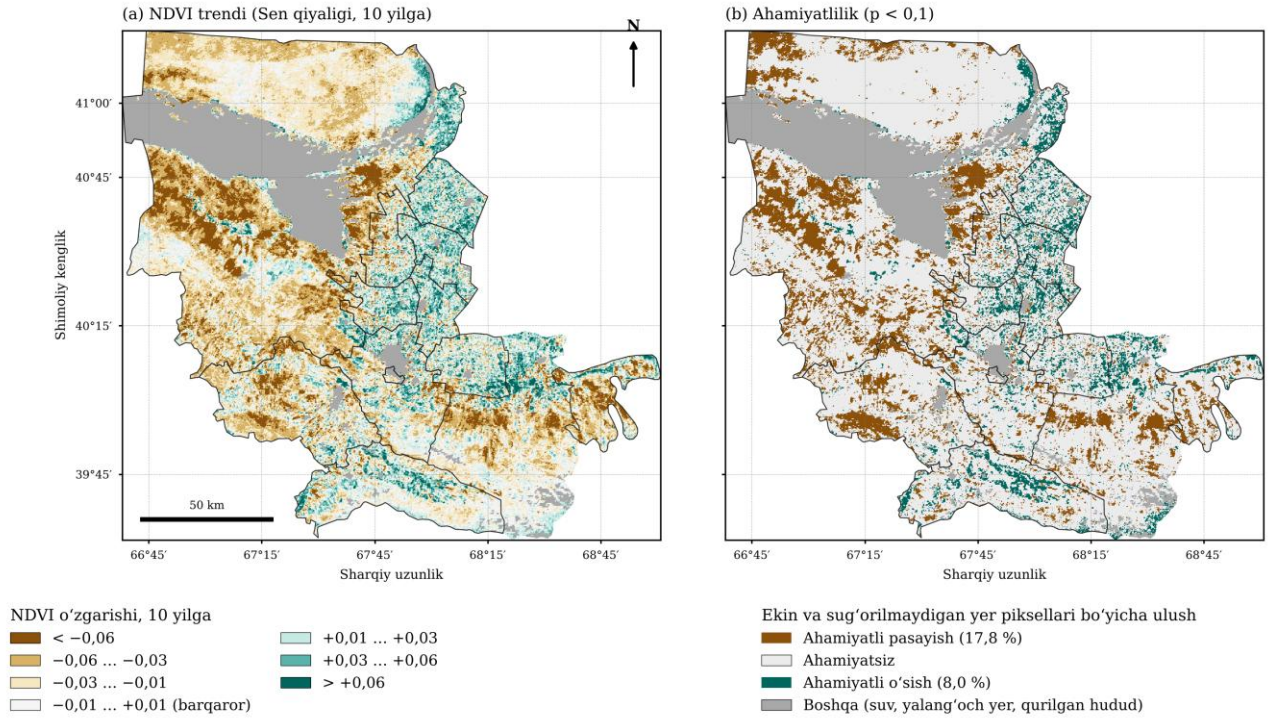
3-rasm. Eng yuqori NDVI bilan noyabr–may yog‘ini orasidagi bog‘liqlik. Manba: MODIS MOD13Q1, CHIRPS.

Hududiy farqlar. 4-rasmda 2002, 2008 va 2025 yillar uchun NDVI ning joylashuvi ko‘rsatilgan; piksellarda NDVI ning o‘rta (median) qiymati 2002 yilda 0,59, 2008 yilda 0,36, 2025 yilda 0,51 bo‘ldi. Ekin va sug‘orilmaydigan yer maskalaridagi 403 514 ta pikselning 67,9 foizida NDVI trendi manfiy, 32,1 foizida musbat. Sug‘orilmaydigan yerlarda (304 670 piksel) 77,8 foizida NDVI pasaygan (ishonchli pasayish 21,3 foiz, ishonchli o‘sish 3,3 foiz); ekin maydonlarida (98 844 piksel) 62,7 foizida oshgan, 37,3 foizida pasaygan (ishonchli o‘sish 22,5 foiz, ishonchli pasayish 7,0 foiz) (5-rasm). Demak, viloyat miqyosida ishonchli trendning yo‘qligi ikki qarama-qarshi jarayonning bir-birini qoplashi bilan izohlanadi.

Tumanlar kesimida ham shu manzara ko‘rinadi: ekin maydonlarida NDVI 13 ta birlikning 10 tasida oshgan (eng yaxshi ko‘rsatkichlar Mirzacho‘l, Paxtakor va Do‘stlik tumanlarida, 10 yilda +0,016…+0,018), sug‘orilmaydigan yerlar bor 12 ta birlikning 10 tasida pasaygan (eng katta pasayish Arnasoyda, 10 yilda −0,039). Biroq birorta tumanda trend p < 0,05 darajasida ishonchli emas. 2008 yil NDVI uchun eng noqulay yil bo‘ldi: o‘rtachaga nisbatan farq −0,112, piksellarning 97 foizida manfiy; 2002 yilda esa farq +0,099, manfiy piksellar atigi 10 foiz. Shu bilan birga 2008 yil noyabr–may yog‘ini (285 mm) bo‘yicha eng quruq yil emas.



4-rasm. Eng yuqori NDVI (aprel–oktyabr): (a) 2002, (b) 2008, (c) 2025 yillar. Kulrang — boshqa yer qoplami. Manba: MODIS MOD13Q1, MCD12Q1, FAO GAUL 2015.



5-rasm. NDVI ning 10 yillik o‘zgarishi (Sen qiyaligi), 2001–2025: (a) o‘zgarish kattaligi, (b) ahamiyatlilik (p < 0,1). Manba: MODIS MOD13Q1, MCD12Q1, FAO GAUL 2015.

Muhokama. Olingan natijalarning asosiy xulosasi shuki, viloyat bo‘yicha o‘rtacha NDVI o‘zgarmagandek ko‘rinsa ham, uning ichida ikki qarama-qarshi jarayon kechmoqda: sug‘orilmaydigan yerlarda o‘simlik qoplami siyraklashmoqda, ekin maydonlarida esa zichlashmoqda. Ular bir-birini qoplagani uchun umumiy trend ishonchli chiqmadi. Demak, quruq hududlarda faqat viloyat o‘rtachasiga qarab xulosa chiqarish noto‘g‘ri, ekin va sug‘orilmaydigan yerni alohida ko‘rish zarur.

Sug‘orilmaydigan yerlarda NDVI yog‘inga kuchli bog‘langan (r = 0,74), ekin maydonlarida esa bu bog‘liqlik ancha past (r = 0,45). Sababi shundaki, bu yerlar sug‘orilmaydi va butunlay qish hamda bahor namligiga tayanadi, ekin maydonlari esa suv tanqisligini sug‘orish hisobiga to‘ldiradi. Markaziy Osiyoda ham o‘tloqlarda NDVI yog‘inga kuchli bog‘langan, sug‘oriladigan yerlarda esa bu bog‘liqlik juda kuchsiz [7]. Bu yerlardagi o‘simliklarning asosiy qismi bahorda rivojlanadi, shuning uchun aprel yog‘ini (r = 0,70) boshqa oylarga qaraganda muhimroq bo‘ldi.

Noyabr–may yog‘inining yiliga 7,5 mm ga kamayishi sug‘orilmaydigan yerlardagi pasayish yo‘nalishiga mos keladi va Markaziy Osiyoda iqlim quruqroq holatga o‘tayotgani haqidagi xulosalarga yaqin [8]. Sug‘orilmaydigan yerlarda NDVI 25 yilda taxminan 0,06 ga pasaygan, lekin yillar orasidagi tebranish katta bo‘lgani

uchun bu pasayish ishonchli trend darajasiga yetmadi. Yog‘in kamayishda davom etsa, birinchi bo‘lib sug‘orilmaydigan yerlar zarar ko‘radi.

Ekin maydonlarida yog‘in kamaygan bo‘lsa-da, NDVI oshgan. Bu ekinlar suvni yog‘indan emas, sug‘orishdan olishini ko‘rsatadi: sug‘orish tizimi, agrotexnika va ekin turlari yog‘in ta’sirini susaytirgan. Haroratning alohida ta’siri ishonchli chiqmadi: harorat yog‘in bilan teskari bog‘langan ($r = -0,62$), issiq yillar odatda quruq keladi, yog‘in hisobga olinganda xususiy korrelyatsiya sug‘orilmaydigan yerlarda −0,22, ekinlarda −0,21 bo‘ldi. Shuning uchun NDVI ning yillik o‘zgarishini birinchi navbatda yog‘in belgilaydi.

2008 yil alohida o‘rin tutadi. Bu yil NDVI ikkala guruhda ham eng past bo‘ldi (ekinlarda 0,475, sug‘orilmaydigan yerlarda 0,342) va piksellarning 97 foizida o‘rtachadan past chiqdi. Shu bilan birga noyabr–may yog‘ini 285 mm bo‘lib, eng quruq yillardagidan (2021 yilda 207 mm) ancha ko‘p edi. Demak, 2008 yilgi keskin pasayish faqat yog‘in miqdori bilan tushuntirilmaydi.

Xulosa. MODIS NDVI, CHIRPS va ERA5-Land ma’lumotlari asosida 2001–2025 yillarda Jizzax viloyati agrolandshaftlarida quyidagilar aniqlandi. Birinchidan, noyabr–may yog‘ini yiliga 7,5 mm ga kamaydi, aprel–oktyabr harorati yiliga 0,05 °C ga ko‘tarildi. Ikkinchidan, viloyat bo‘yicha NDVI ning ishonchli trendi yo‘q, chunki sug‘orilmaydigan yer piksellarining 77,8 foizida NDVI pasaygan, ekin piksellarining 62,7 foizida oshgan. Uchinchidan, NDVI ning yillik o‘zgarishi asosan yog‘in bilan bog‘liq (sug‘orilmaydigan yerlarda $r = 0,74$, ekinlarda $r = 0,45$), sug‘orilmaydigan yerlar uchun eng muhim oy — aprel; haroratning yog‘indan mustaqil ta’siri tasdiqlanmadi. To‘rtinchidan, sug‘orilmaydigan yerlar iqlim o‘zgarishiga eng sezgir agrolandshaft turi bo‘lib, ularni kuzatib borish va ulardan foydalanishni tartibga solish dolzarb vazifadir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Kulmatov R., Mirzaev J., Abuduwaili J. et al. Challenges for the sustainable use of water and land resources under a changing climate and increasing salinization in the Jizzakh irrigation zone of Uzbekistan // Journal of Arid Land. 2020. Vol. 12. P. 90–103. DOI: 10.1007/s40333-020-0092-8.

2. Kholdorova G.M., Tulisheva M.A. Analysis of research on the impact of climate change on landscapes // Science and Education in Karakalpakstan. 2026. No. 1/2. P. 188–190.

3. Xoldorova G.M., To‘lisheva M.A. Jizzax viloyati antropogen landshaftlarining tahlili va iqlim o‘zgarishi ta’siri // Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Jizzax: JizDPU, 23–24 aprel 2026. B. 240–244.

4. Dokuchaev V.V. K ucheniyu o zonakh prirody. Saint Petersburg, 1899.

5. Berg L.S. Landshaftno-geograficheskie zony SSSR. Moscow–Leningrad, 1931.

6. Isachenko A.G. Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rayonirovanie. Moscow: Vysshaya shkola, 1991.

7. Wu L., Wang S., Ma Y., Yang R., Guan Y., Hai K., Liu W. National Remote Sensing Bulletin. 2022. Vol. 26(11). P. 2248–2267. DOI: 10.11834/jrs.20209216.

8. Hao H., Chen Y., Xu J., Li Z., Li Y., Kayumba P.M. Water deficit may cause vegetation browning in Central Asia // Remote Sensing. 2022. Vol. 14(11). Art. 2574. DOI: 10.3390/rs14112574.

9. To‘lisheva M.A., Xoldorova G.M. Iqlim o‘zgarishining Jizzax viloyati agrolandshaftlariga ta’sirini o‘rganishning ilmiy asoslari // Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Urgut: SamDU Urgut filiali, 6 iyun 2026. B. 252–255.

10. Didan K. MOD13Q1 MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V061. NASA LP DAAC, 2021. DOI: 10.5067/MODIS/MOD13Q1.061.

11. Friedl M., Sulla-Menashe D. MCD12Q1 MODIS/Terra+Aqua Land Cover Type Yearly L3 Global 500m SIN Grid V061. NASA LP DAAC, 2022. DOI: 10.5067/MODIS/MCD12Q1.061.

12. Funk C., Peterson P., Landsfeld M. et al. The climate hazards infrared precipitation with stations — a new environmental record for monitoring extremes // Scientific Data. 2015. Vol. 2. Art. 150066.

13. Muñoz-Sabater J., Dutra E., Agustí-Panareda A. et al. ERA5-Land: a state-of-the-art global reanalysis dataset for land applications // Earth System Science Data. 2021. Vol. 13. P. 4349–4383.

14. Mann H.B. Nonparametric tests against trend // Econometrica. 1945. Vol. 13(3). P. 245–259.
15. Sen P.K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau // Journal of the American Statistical Association. 1968. Vol. 63(324). P. 1379–1389.