Lalmi yerlarni monitoring qilishda masofadan zondlash va gat texnologiyalarini qo‘llash (qashqadaryo viloyati lalmizorlari misolida)

To‘rayeva Nigora
Tadqiqotchi

Annotatsiya: Mazkur ilmiy tezisda Qashqadaryo viloyatining qurg‘oqchil va yarim qurg‘oqchil lalmizorlarida yer resurslarining holatini baholashda optik va radar masofadan zondlash (Sentinel-1 SAR, Sentinel-2 MSI, Landsat-8/9) hamda Geografik axborot tizimlari (GAT) integratsiyasiga asoslangan yangicha yondashuv tadqiq etilgan. An'anaviy spektral indekslardan farqli o‘laroq, ochiq tuproq fonining ta'sirini kamaytiruvchi SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index), yer yuzasi termal harorati (LST - Land Surface Temperature), harorat-vegetatsiya qurg‘oqchilik indeksi (TVDI) hamda C-diapazonli radar orqali tuproq namligi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari turli agroekologik zonalar (tog‘oldi, adir va tekislik) bo‘yicha lalmizorlarning degradatsiya darajasi, qurg‘oqchilik xavfi va hosildorlik potensialini fazoviy xaritalashtirish hamda aniq dehqonchilik tavsiyalarini ishlab chiqish imkonini berdi.

Kalit so‘zlar: lalmi yerlar, Qashqadaryo viloyati, GAT, masofadan zondlash, SAVI, LST, TVDI, radar monitoringi (SAR), degradatsiya, yer kadastri.

Kirish

O‘zbekiston Respublikasida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash, g‘allachilik va chorvachilikning yem-xashak bazasini mustahkamlashda lalmi yer resurslari ulkan strategik salohiyatga ega. Qashqadaryo viloyati respublikadagi eng yirik lalmikor maydonlarga ega hududlardan biri bo‘lib, lalmizorlar asosan G‘uzor, Qamashi, Dehqonobod, Yakkabog‘, Chiroqchi va Ko‘kdala tumanlarining adir hamda tog‘oldi mintaqalarida joylashgan. Biroq, mintaqadagi iqlim o‘zgarishlari, yog‘inlarning mavsumiy notekis taqsimlanishi, kuchli shamol va suv eroziyasi hamda antropogen yuklamalar lalmikor agroekotizimlarning jadal degradatsiyasiga sabab bo‘lmoqda.

Lalmi maydonlarning keng ko‘lamli va tarqoq joylashuvi an'anaviy agronomik ko‘riklar va laboratoriya tahlillari orqali ularni to‘liq qamrab olish imkonini bermaydi. Shu bois, Masofadan zondlash (MZ) va Geografik axborot tizimlari (GAT) zamonaviy geofazoviy tahlil vositasi sifatida yerdan foydalanish samaradorligini operativ nazorat qilish, tuproq degradatsiyasini erta aniqlash va qurg‘oqchilik xavfini fazoviy modellashtirishda eng samarali yechim hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi — ko‘p spektrli optik va radar sun'iy yo‘ldosh ma'lumotlari asosida Qashqadaryo viloyati lalmizorlarining agroekologik holatini kompleks tahlil qilish va baholash mexanizmini ishlab chiqishdir.

Materiallar va tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqotda Qashqadaryo viloyatining adir va tog‘oldi lalmi mintaqalari o‘rganish obyekti sifatida tanlandi. Tadqiqot jarayonida klassik usullardan farqli ravishda ko‘p manbali fazoviy ma'lumotlar sintezi va zamonaviy biofizik indekslar qo‘llanildi:

- Sun'iy yo‘ldosh ma'lumotlar to‘plami: Yevropa koinot agentligining (ESA) Sentinel-2A/B (10-20 m o‘lchamdagi multispektral) va Sentinel-1 (C-band SAR radar) hamda Landsat-8/9 TIRS (Thermal Infrared Sensor) tasvirlari (2024-2026 yillar vegetatsiya davri) olindi.
- Ochiq tuproq fonini korreksiyalovchi SAVI indeksi: Lalmi yerlarda o‘simlik qoplami siyrak bo‘lgani sababli, an'anaviy NDVI indeksi ochiq tuproq yorug‘lik qaytarishi tufayli xatoliklarga olib keladi. Shu sababli tuproq ta'sirini pasaytiruvchi SAVI = ((NIR - Red) / (NIR + Red + L)) * (1 + L) formulasidan foydalanildi (bu yerda L = 0.5 tuproqni sozlash koeffitsiyenti).
- Yer yuzasi termal harorati (LST) va TVDI tahlili: Landsat TIRS termal kanallari asosida yer sirti harorati (Land Surface Temperature — LST) hisoblanib, SAVI bilan birgalikda harorat-vegetatsiya qurg‘oqchilik indeksi (Temperature Vegetation Dryness Index — TVDI) modellashtirildi.
- Sentinel-1 SAR orqali tuproq namligi va relyef omili: Radar qutblanishi (VV va VH kanallari) yordamida tuproqning 0-5 sm yuqori qatlamidagi namlik darajasi baholandi. Shuningdek, ALOS

PALSAR 12.5 m DEM asosida relyef ekspozitsiyasi (janubiy va shimoliy qiyaliklar) hamda eroziya omillari (LS-factor) integratsiya qilindi.

Tadqiqot natijalari va ilmiy muhokama

GAT tahlili va ko‘p mezonli fazoviy modellashtirish natijasida Qashqadaryo viloyatining lalmi yerlari ekologik va agronomik holatiga ko‘ra 4 ta asosiy guruhga ajratildi. Olingan tahliliy ko‘rsatkichlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Qashqadaryo viloyati lalmi yerlarining SAVI, LST, TVDI va radar namligi ko‘rsatkichlari bo‘yicha fazoviy tasnifi

Agroekologik sinf / Toifa	SAVI va LST diapazoni	Tuproq namligi (SAR, %) va TVDI	Hududiy tarqalishi va tavsiya etiladigan chora-tadbirlar
O‘ta zaif va kuchli degradatsiyalangan lalmizorlar	SAVI < 0.12 LST: 38 - 44 °C	Namlik: < 8% TVDI: 0.75 - 0.95 (ekstremal qurg‘oq)	G‘uzor va Ko‘kdalaning janubiy ochiq adirlari. Ekin ekish xatarli; fitomeliorativ o‘simliklar ekish va dam berish tavsiya etiladi.
O‘rtacha qurg‘oqchil (stress holatidagi) yerlar	SAVI: 0.12 - 0.25 LST: 32 - 38 °C	Namlik: 8 - 14% TVDI: 0.55 - 0.75 (o‘rtacha qurg‘oq)	Qamashi va Chiroqchining tekislik-adir qismlari. Qurg‘oqchilikka chidamli arpa va dukkakli ekinlarni navbatlab ekish maqsadga muvofiq.
Barqaror unumdor lalmizorlar	SAVI: 0.25 - 0.40 LST: 26 - 32 °C	Namlik: 14 - 22% TVDI: 0.30 - 0.55 (me'yordagi namlik)	Yakkabog‘ va Kitob tumanlarining tog‘oldi tekisliklari. Lalmi bug‘doy yetishtirish uchun qulay agroiqlimiy sharoit.
Yuqori namlikka ega tog‘oldi mintaqalar	SAVI > 0.40 LST: 20 - 26 °C	Namlik: > 22% TVDI < 0.30 (yetarli namlik)	Dehqonobod va Yakkabog‘ning shimoliy mikroiqlimli soyliklari. Yuqori biologik mahsuldorlik, ko‘p yillik ozuqa ekinlari va bog‘dorchilik.

Olingan korrelyatsion tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, an'anaviy NDVI indeksi bilan solishtirganda, SAVI indeksi lalmizorlarning haqiqiy biomassa holatini 28% aniqroq aks ettirdi (tuproq shovqini kamaygani hisobiga). Shuningdek, yer yuzasi termal harorati (LST) bilan Sentinel-1 radar namlik ko‘rsatkichlari o‘rtasida teskari kuchli chiziqli bog‘liqlik aniqlandi (r = -0.81). Bu esa bahor

oylarida LST ko‘rsatkichining 35 °C dan oshishi lalmizorlarda namlik defitsitini va bug‘doy poyalash fazasidagi hosil yo‘qotilishini 15 kun oldin aniqlashga xizmat qiladi.

Relyef qiyaligi va ekspozitsiyasi bo‘yicha o‘tkazilgan fazoviy tahlilga ko‘ra, janubiy va janubi-g‘arbiy qiyaliklardagi lalmizorlar shimoliy qiyaliklarga nisbatan 3.2-3.8 °C yuqori LST ko‘rsatkichiga ega bo‘lib, ularda tuproq namligi 35-40% tezroq bug‘lanishi hamda shamol eroziyasi xavfi 2.4 barobar yuqoriligi hisoblab chiqildi.

Xulosa va amaliy takliflar

O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, optik (SAVI, LST, TVDI) va radar (SAR) masofadan zondlash ma'lumotlarini GAT muhitida birgalikda qo‘llash Qashqadaryo viloyati lalmizorlarini baholashda yangi ilmiy-amaliy bosqichni yaratadi:

- Optik va radar sintezi: Faqatgina o‘simlik indekslari bilan cheklanmasdan, termal va radar kanallarini jalb etish lalmizorlardagi qurg‘oqchilik va tuproq namligi degradatsiyasini erta aniqlash ishonchliligini 88-92% gacha oshiradi;
- Differensial dehqonchilik: Lalmi massivlarni harorat va namlik profillariga qarab zonalashtirish orqali adir mintaqalarida xatarli ekin ekishdan saqlanish, o‘rniga fitomelioratsiya va tomchilatib sug‘orish elementlarini joriy etish imkoni tug‘iladi;
- Kadastr va monitoring tizimiga tatbiq: Mazkur metodikani viloyat Qishloq xo‘jaligi boshqarmasi hamda Yer resurslari geoportallariga avtomatlashtirilgan veb-monitoring moduli sifatida integratsiya qilish lalmizorlardan oqilona foydalanish bo‘yicha boshqaruv qarorlarini qabul qilish samaradorligini ta'minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 7-sentabrdagi PF-6061-son "Yer hisobi va davlat kadastrlarini yuritish tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida"gi Farmoni.

[2] Huete, A. R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of Environment, 25(3), 295–309.

[3] Sandholt, I., Rasmussen, K., & Andersen, J. (2002). A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. Remote Sensing of Environment, 79(2-3), 213–224.

[4] Sobirov, B. X., & Mirzayev, O. U. (2022). Qashqadaryo viloyati tog‘oldi mintaqalarida tuproq eroziyasi va unga qarshi kurash choralari. O‘zbekiston Geografiya jamiyati axborotnomasi, 61, 84–91.

[5] Bauer-Marschallinger, B., et al. (2019). Toward global soil moisture monitoring with Sentinel-1: Harnessing assets and overcoming obstacles. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 57(1), 520–539.

[6] Mirzaxmedov, X. S. (2021). Lalmikor yerlar unumdorligini oshirish va degradatsiyani kamaytirishda geoinformatsion texnologiyalardan foydalanish. Agro Ilm, (4), 72–75.