



RAQAMLI GEOAXBOROT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA FARG'ONA VODIYSIDA EKOLOGIK- IQLIMYIY STRESS VA AHOLI HUDUDYIY FAROVONLIGI O'RTASIDAGI BOG'LIQLIKNI BAHOLASH

**O'ktamova Sadoqatxon
Murodjon qizi**

*Geografiya fanlari bo'yicha falsafa doktori
(PhD)*

Annotatsiya

Ushbu maqolada Farg'ona vodiysi sharoitida ekologik-iqlimiy stress, yer-suv resurslariga bosim, aholi zichligi, urbanizatsiya, sug'oriladigan yerlarning antropogen yuklamasi va hududiy farovonlik o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik raqamli geoaxborot yondashuvi asosida tahlil qilinadi. Tadqiqotning ilmiy g'oyasi shundan iboratki, zamonaviy geografiya faqat tabiiy komponentlarni tavsiflash bilan cheklanmay, hududiy tizimlarning demografik, ekologik, ijtimoiy-psixologik va boshqaruv omillari bilan integratsiyalashgan holatini baholashi zarur. Maqolada masofadan zondlash, GIS qatlamlari, demografik-statistik ko'rsatkichlar, iqlimiy xavf indikatorlari, suv tanqisligi va landshaft degradatsiyasi haqidagi ma'lumotlar asosida hududiy stressning ko'p omilli modeli taklif qilinadi. O'zbekistonning "yashil iqtisodiyot"ga o'tish strategiyasi, "O'zbekiston-2030" doirasidagi ekologik ustuvorliklar, sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish strategiyasi hamda xalqaro tashkilotlarning suv tanqisligi va iqlimiy xavflar bo'yicha xulosalari tadqiqotning normativ va ilmiy asosini tashkil etadi. Olingan nazariy natijalar Farg'ona vodiysida ekologik xavf va aholi farovonligi masalasini alohida-alohida emas, balki yagona "tabiat-jamiyat-raqamli boshqaruv" tizimi sifatida ko'rish zarurligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: geoaxborot tizimlari, Farg'ona vodiysi, ekologik stress, iqlim o'zgarishi, suv tanqisligi, urbanizatsiya, hududiy farovonlik, raqamli geografiya, landshaft degradatsiyasi, barqaror rivojlanish.

KIRISH

XXI asr geografiya fanining nazariy va amaliy maydonida klassik tabiiy-geografik tavsiflashdan ko'ra murakkabroq ilmiy vazifa yuzaga chiqdi: hududning relyefi, iqlimi, tuprog'i, suv resurslari va landshaft tuzilmasini alohida o'rganish yetarli emas, chunki real hududiy hayotda tabiiy komponentlar demografik bosim, urbanizatsiya, raqamli infratuzilma, irrigatsion tizimlar, ijtimoiy farovonlik va boshqaruv qarorlari bilan bir butun tizim sifatida ishlaydi. Ayniqsa Farg'ona vodiysi kabi yuqori aholi zichligiga ega, sug'oriladigan dehqonchilikka tayanadigan, transchegaraviy suv resurslari taqsimoti bilan bog'liq xavf-xatarlarga sezgir va iqtisodiy faoliyati intensiv hududlarda ekologik-iqlimiy stressni faqat meteorologik yoki gidrologik masala sifatida talqin qilish ilmiy jihatdan tor yondashuv bo'lib qoladi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi ma’lumotlarida demografik indikatorlar, jumladan aholi zichligi bo‘yicha ma’lumotlar muntazam e’lon qilinishi hududiy rejalashtirishda demografik bosimni asosiy mezon sifatida hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi; aholi zichligi bo‘yicha respublika va vodiylar hududlarida o‘rtasidagi tafovut yer, suv, transport, yashil hudud, rekreatsion makon, atmosfera havosi sifati va ijtimoiy-psixologik farovonlikka bevosita ta’sir etuvchi real geografik bosimdir [1]. Shu bois maqolada “hududiy farovonlik” tushunchasi faqat iqtisodiy ko‘rsatkich yoki subyektiv qulaylik emas, balki aholining yashash muhiti xavfsizligi, ekologik barqarorlik, suv va yer resurslaridan foydalanish imkoniyati, issiqlik oroli effekti, transport zichligi, ko‘kalamzorlik darajasi, landshaftning tiklanish salohiyati va raqamli monitoring orqali boshqariladigan muhit sifatida talqin qilinadi. Mavzuning dolzarbligi, birinchidan, iqlim o‘zgarishi va suv tanqisligi O‘zbekiston uchun strategik xavf omiliga aylanganida namoyon bo‘ladi: O‘zbekistonning yangilangan milliy hissasi hujjatida mamlakat iqlim o‘zgarishiga nisbatan zaif davlatlardan biri sifatida ko‘rsatilib, qo‘shimcha resurs-tejamkor choralar ko‘rilmasa suv resurslari tanqisligi, cho‘llanish, yer degradatsiyasi va qurg‘oqchilik xavfi kuchayishi ta’kidlanadi [2]. Ikkinchidan, BMT Yevropa iqtisodiy komissiyasining O‘zbekiston atrof-muhit holati bo‘yicha milliy hisobotida iqlim o‘zgarishi suv tanqisligini yanada kuchaytirishi, qurg‘oqchilikning davomiyligi va takrorlanish chastotasini oshirishi mumkinligi qayd etilgan [3]. Uchinchidan, xalqaro moliyaviy institutlar tomonidan O‘zbekistonda irrigatsiya va drenaj infratuzilmasini modernizatsiya qilishga qaratilgan loyihalarning qo‘llab-quvvatlanishi suv masalasi endi faqat qishloq xo‘jaligi muammosi emas, balki hududiy xavfsizlik, oziq-ovqat barqarorligi, landshaft ekologiyasi va aholining yashash sifati bilan bog‘liq tizimli geografik muammo ekanini ko‘rsatadi [4]. To‘rtinchidan, O‘zbekistonning 2019–2030-yillarga mo‘ljallangan “yashil iqtisodiyot”ga o‘tish strategiyasi hamda “O‘zbekiston–2030” strategiyasi doirasida ekologik barqarorlikni davlat siyosatining markaziy yo‘nalishlaridan biri sifatida belgilanishi hududiy geografik tadqiqotlarda resurs samaradorligi, iqlimga moslashuv va yashil infratuzilma mezonlarini birlashtirishni talab qiladi [5; 6]. Beshinchidan, sun‘iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish strategiyasida ijtimoiy soha va iqtisodiyot tarmoqlarida sun‘iy intellektni keng joriy etish, “big data” massivlarini shakllantirish, ma’lumotlar asosida qaror qabul qilish madaniyatini kuchaytirish kabi vazifalar nazarda tutilgani geografiya fanida ham raqamli monitoring, prediktiv modellashtirish va fazoviy qaror qabul qilish mexanizmlarini dolzarblashtiradi [7]. Ana shu normativ va ilmiy sharoitda Farg‘ona vodiysida ekologik-iqlimiy stressni raqamli geoaxborot texnologiyalari asosida baholash nafaqat geografiya fanining ichki ilmiy muammosi, balki hududiy boshqaruv, urbanistik siyosat, ijtimoiy psixologiya va ekologik xavfsizlik kesishmasidagi dolzarb masala hisoblanadi. Maqolaning maqsadi Farg‘ona vodiysi sharoitida ekologik-iqlimiy stress va aholi hududiy farovonligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni nazariy-metodik jihatdan asoslash, raqamli geoaxborot texnologiyalari yordamida baholash mumkin bo‘lgan indikatorlar tizimini ishlab chiqish va ularni barqaror hududiy rivojlanish qarorlariga integratsiya qilishning ilmiy modelini taklif etishdan iborat. Tadqiqot obyekti sifatida Farg‘ona vodiysining antropogen yuklama kuchli bo‘lgan landshaftlari, sug‘oriladigan yerlar, aholi punktlari, shahar atrofi hududlari, transport kommunikatsiyalari va suv xo‘jaligi tizimlari qaraladi; tadqiqot predmeti esa

mazkur komponentlar o'rtasidagi fazoviy bog'liqlik, ekologik-iqlimiy stressning hududiy shakllanish mexanizmi va uning farovonlik indikatorlariga ta'siridir. Ilmiy faraz shundan iboratki, Farg'ona vodiysida ekologik-iqlimiy stressning eng yuqori ko'rsatkichlari aholi zichligi, irrigatsion yuklama, urbanizatsiya sur'ati, yashil qoplama qisqarishi, drenaj muammolari va suv resurslariga talab yuqori bo'lgan joylarda konsentratsiyalashadi; raqamli GIS, masofadan zondlash va statistik indikatorlarni birlashtirish bu stressni lokal, tumanlararo va vodiy miqyosida aniqlash imkonini beradi. Bu yondashuv "raqamli dunyo" konsepsiyasi bilan ham bevosita bog'liq: raqamli texnologiyalar insonga ta'sirini o'rganish faqat virtual muhit bilan chegaralanmaydi, balki inson yashayotgan real geografik muhitni raqamli baholash, ekologik xavfni erta aniqlash va farovonlikka ta'sir etuvchi hududiy omillarni modellashtirishni ham o'z ichiga oladi. Geografiya uchun muhim nazariy burilish shundaki, endilikda "hudud" passiv maydon emas, balki ma'lumotlar oqimi, iqlimiy xavf, iqtisodiy tanlov, resurs iste'moli va ijtimoiy hissiyotlar tutashadigan murakkab tizim sifatida ko'riladi. Farg'ona vodiysi bunday yondashuvni sinash uchun ayniqsa qulay ilmiy poligondir, chunki bu yerda aholi zichligi, sug'orma dehqonchilik, landshaft antropogenlashuvi, transchegaraviy suv omili, shaharlarning kengayishi va tabiiy resurslarning nisbiy cheklanganligi bir vaqtning o'zida namoyon bo'ladi. Mavzuning ilmiy ahamiyati yana shunda ko'rinadiki, Farg'ona vodiysi geografik tizimida tabiiy va ijtimoiy jarayonlar bir-biridan mustaqil kechmaydi: suv taqsimotidagi kichik uzilish ekin maydonlari mahsuldorligiga, mahsuldorlikdagi pasayish xonadon daromadiga, daromaddagi beqarorlik migratsion kayfiyatga, migratsion kayfiyat esa mahalliy ijtimoiy muhitga ta'sir qiladi. Shu nuqtayi nazardan ekologik-iqlimiy stressni faqat fizik-geografik parametrlar bilan o'lchash yetarli emas; uni ijtimoiy-geografik sezgirlik, resurslarga kirish imkoniyati, ekologik adolat va fazoviy tengsizlik masalalari bilan birga baholash zarur. Farg'ona vodiysining tarixiy sug'orma dehqonchilik tajribasi, aholi punktlarining zich joylashuvi, tog' oldi hududlari bilan tekislik o'rtasidagi resurs almashinuvi va vodiy ichki transport yo'laklarining intensivligi bu hududni oddiy ma'muriy birliklar yig'indisi emas, balki murakkab funksional-geografik organizm sifatida o'rganishni talab qiladi. Shu sababli maqolada tanlangan mavzu geografiya fanining zamonaviy paradigmasiga — hududni ma'lumot, xavf, resurs va inson farovonligi kesishgan ochiq tizim sifatida talqin qilish paradigmasiga tayanadi. Shu jihatdan mavzu nafaqat nazariy, balki bevosita amaliy boshqaruv ahamiyatiga ham egadir.

METODLAR

Tadqiqot metodologiyasi kompleks geografik yondashuvga asoslanib, unda tizimli tahlil, fazoviy modellashtirish, indikatorli baholash, GIS qatlamlarini integratsiyalash, masofadan zondlash ma'lumotlarini talqin qilish, statistik-demografik solishtirish, normativ-huquqiy manbalarni sharhlash va ekologik xavf tipologiyasini ishlab chiqish usullari qo'llanadi. Birinchi bosqichda tadqiqot hududining konseptual chegarasi aniqlanadi: Farg'ona vodiysi tabiiy-geografik jihatdan tog' oldi tekisliklari, allyuvial-prolyuvial yotqiziqlar, intensiv sug'oriladigan agrolandshaftlar, urbanizatsiyalashgan aholi punktlari va zich transport tarmoqlari bilan tavsiflanadi; siyosiy-ma'muriy jihatdan esa Andijon, Farg'ona va Namangan viloyatlarining hududiy rivojlanish tizimi bilan bog'liq. Mazkur hududda ekologik-iqlimiy stressni

baholash uchun indikatorlar besh blokka ajratiladi: birinchi blok — iqlimiy bosim indikatorlari, ya'ni havo harorati ko'tarilishi, qurg'oqchilik takrorlanishi, vegetatsiya davridagi namlik yetishmovchiligi, issiq kunlar davomiyligi va potensial evapotranspiratsiya; ikkinchi blok — suv resurslari indikatorlari, ya'ni sug'orish tarmoqlarining zichligi, drenaj tizimi holati, yer osti suvlari sathi, suvdan foydalanish intensivligi va suv yo'qotishlarining taxminiy hududiy tarqalishi; uchinchi blok — yer va landshaft indikatorlari, ya'ni NDVI dinamikasi, tuproq sho'rlanishi xavfi, yer degradatsiyasi, qishloq xo'jaligi yerlarining yillik o'zgarishi, yashil qoplama fragmentatsiyasi va ochiq tuproq yuzasi ulushi; to'rtinchi blok — demografik-urbanistik indikatorlar, ya'ni aholi zichligi, aholi punktlari kengayishi, transport kommunikatsiyalari yaqinligi, qurilish zichligi, shahar atrofi bosimi va rekreatsion maydonlar yetishmovchiligi; beshinchi blok — hududiy farovonlik indikatorlari, ya'ni ekologik qulaylik, yashil makonga yaqinlik, suv ta'minoti barqarorligi, issiqlik stressiga sezgirlik, landshaft estetikasi, favqulodda xavflarga moslashuvchanlik va ijtimoiy infratuzilmaga fazoviy kirish imkoniyati. Metodik jihatdan har bir indikator 0 dan 1 gacha normalizatsiya qilinadi: 0 minimal stress, 1 maksimal stress holatini bildiradi; ijobiy ta'sir ko'rsatuvchi ko'rsatkichlar, masalan yashil qoplama ulushi yoki suv ta'minoti barqarorligi, teskari normalizatsiya qilinadi. Shundan so'ng umumiy ekologik-iqlimiy stress indeksi quyidagi mantiqiy model asosida ishlab chiqiladi: $EIS = w_1C + w_2W + w_3L + w_4U + w_5S$, bu yerda C — iqlimiy bosim, W — suv resurslari stressi, L — landshaft degradatsiyasi, U — urban-demografik bosim, S — sezgirlik va farovonlik indikatorlari, w_1 – w_5 esa hududiy sharoitga qarab ekspert baholash, analitik iyerarxiya jarayoni yoki statistik regressiya orqali belgilanadigan vazn koeffitsiyentlaridir. Mazkur modelning afzalligi shundaki, u ekologik xavfni bitta omilga bog'lab qo'ymaydi; masalan, faqat qurg'oqchilik kuchaygan hudud avtomatik ravishda eng xavfli hudud bo'lib qolmaydi, chunki yashil qoplama yetarli, drenaj tizimi ishlayotgan va aholi zichligi past bo'lsa, umumiy stress yumshashi mumkin; aksincha, iqlimiy ko'rsatkich nisbatan o'rtacha bo'lgan, ammo urbanizatsiya tez, aholi zichligi yuqori va suv infratuzilmasi zaif hududda integral stress yuqori bo'lishi mumkin. Raqamli geoaxborot tizimida ushbu modelni amalga oshirish uchun Landsat, Sentinel yoki boshqa ochiq masofadan zondlash tasvirlari asosida vegetatsiya indeksi, yer yuzasi harorati, qurilgan hudud indeksi va namlik indikatorlari olinadi; milliy statistika ma'lumotlari yordamida aholi zichligi, urbanizatsiya va demografik o'sish ko'rsatkichlari hududiy kesimga tushiriladi; suv xo'jaligi va irrigatsion tarmoqlar haqidagi ma'lumotlar esa ekologik yuklama qatlamlari sifatida kiritiladi. Jahon banki Farg'ona vodiysi suv resurslarini boshqarish loyihasi doirasida irrigatsiya va drenaj xizmatlari sifatini yaxshilashni asosiy maqsad sifatida belgilagan; bu holat vodiya suv infratuzilmasi geografik tahlil uchun alohida indikator bo'lishi kerakligini tasdiqlaydi [8]. Tadqiqotda normativ-huquqiy tahlil ham muhim metod sifatida qo'llanadi, chunki geografik baholash hududiy siyosat bilan bog'lanmasa, u nazariy xarita bo'lib qoladi; shu sababli "yashil iqtisodiyot" strategiyasi, "O'zbekiston–2030" ustuvorliklari, sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish strategiyasi hamda milliy iqlim majburiyatlari tadqiqotning boshqaruv komponenti sifatida talqin qilinadi. Metodologiyada alohida e'tibor "raqamli geopsixologik sezgirlik" tushunchasiga qaratiladi: bu tushuncha an'anaviy psixologik diagnostika emas, balki geografik muhitning inson ruhiy holati,

stressni his qilish, ekologik xavfsizlikka ishonch, yashash joyidan qoniqish va hududiy identifikatsiya kabi ko'rsatkichlarga ta'sir etishini o'rganishga xizmat qiluvchi chegaraviy tushunchadir. Bunda bevosita klinik psixometrik so'rovnomaga o'tkazilmasa ham, yashil maydonga yaqinlik, shovqin manbalari, transport yuklamasi, issiqlik oroli, suv yetishmovchiligi ehtimoli va changlanish xavfi kabi obyektiv geografik omillar aholi farovonligining fazoviy prediktorlari sifatida qaraladi. Bu yerda metodologik aniqlik zarur: maqola aholi ruhiy holatini klinik baholashni da'vo qilmaydi; u geografik muhitning farovonlikka ta'sir qiluvchi fazoviy shart-sharoitlarini aniqlashga qaratilgan. Natijada taklif etilayotgan model uch darajada ishlaydi: makrodaraja — vodiy bo'yicha ekologik-iqlimiy stress zonalarini aniqlash; mezodaraja — viloyat va tumanlar kesimida xavf omillarining ustuvorligini baholash; mikrodaraja — aholi punktlari, mahallalar, sug'oriladigan yerlar va shahar atrofi hududlarida yashash muhiti qulayligini tahlil qilish. Ushbu metodik yondashuv amaliy jihatdan "aqli hududiy boshqaruv" konsepsiyasiga yaqin: ma'lumotlar qatlamlari yangilangan sari ekologik stress xaritasi ham dinamik tarzda qayta hisoblanadi, xavf kuchaygan nuqtalar aniqlanadi, suv tejovchi texnologiyalarni joriy etish, yashil hududlarni kengaytirish, drenajni tiklash, transport bosimini kamaytirish yoki qurilish zichligini tartibga solish bo'yicha qarorlar dalilga asoslangan holda qabul qilinadi. Raqamli geografiyaning afzalligi ham shu: u "qayerda muammo bor?" degan savol bilan cheklanmay, "nima uchun aynan shu joyda muammo to'plangan?", "qaysi omil kuchliroq?", "qaysi boshqaruv chorasi eng samarali?" degan savollarga javob berishga imkon yaratadi. Shunday qilib, tadqiqot metodlari klassik geografik tahlilni raqamli modellash tirish bilan birlashtiradi va Farg'ona vodiysi sharoitida ekologik-iqlimiy stressni hududiy farovonlik bilan bog'lab baholash uchun ilmiy asos yaratadi. Tadqiqot metodikasida indikatorlarning vaznini belgilash masalasi alohida ahamiyatga ega, chunki har bir hududda xavf omillarining ta'sir kuchi bir xil bo'lmaydi. Masalan, Andijon viloyatining zich aholi yashaydigan tumanlarida urban-demografik bosim koeffitsiyenti yuqoriroq olinishi, tog' oldi hududlarida esa sel, eroziya va relyefning qiyaligi kabi geomorfologik omillar ko'proq vazn olishi mumkin. Shu bois model qat'iy mexanik formula emas, balki hududiy moslashtiriladigan ilmiy konstruktsiya sifatida qaraladi. Indikatorlarni normalizatsiya qilishda min-max usuli, z-ball usuli yoki ekspert ballari qo'llanishi mumkin; biroq yakuniy xarita talqini uchun indikatorlarning ekologik mazmuni matematik shakldan ustun turadi. Dala verifikatsiyasi bosqichida tanlangan nuqtalarda tuproq namligi, sho'rlanish belgisi, yashil qoplama holati, suv oqimi, kanal atrofi sanitariya holati, transport shovqini va mahalliy aholi tomonidan sezilayotgan ekologik noqulaylik haqidagi kuzatuvlar qayd etilishi mumkin. Shuningdek, raqamli modelda vaqt omili majburiy komponent sifatida kiritilishi lozim: bir martalik surat hududning holatini ko'rsatadi, lekin tendensiyani ochmaydi; ko'p yillik tasvirlar esa stressning kuchayishi, yumshashi yoki boshqa hududga siljishini aniqlaydi. Amaliy algoritim quyidagi ketma-ketlikda ishlashi mumkin: avvalo ma'lumotlar manbalari aniqlanadi va yagona koordinata tizimiga keltiriladi; keyin ekologik, demografik va infratuzilmaviy qatlamlar raster yoki vektor formatga o'tkaziladi; uchinchi bosqichda har bir indikator fazoviy birliklar bo'yicha standartlashtiriladi; to'rtinchi bosqichda vazn koeffitsiyentlari qo'llanib integral stress qiymati hisoblanadi; beshinchi bosqichda natijalar tabiiy-geografik rayonlar, ma'muriy

birliklar va aholi punktlari kesimida solishtiriladi; oltinchi bosqichda esa model natijalari dala kuzatuvlari hamda mahalliy ekspertlar bahosi bilan tekshiriladi. Bunday ketma-ketlik tadqiqotni shunchaki nazariy mulohazadan chiqarib, takrorlanadigan ilmiy metodga aylantiradi.

NATIJALAR

Tadqiqotning nazariy-model natijalari Farg‘ona vodiysida ekologik-iqlimiy stress bir xil tarqalmaganini, balki tabiiy resurslar cheklanganligi, aholi zichligi, irrigatsion yuklama, shaharlarning kengayishi va landshaftning antropogen transformatsiyasi o‘zaro tutashgan nuqtalarda kuchayishini ko‘rsatadi. Birinchi natija shundan iboratki, vodiya sharoitida suv resurslari stressi integral ekologik xavfning markaziy komponenti bo‘lib qolmoqda; O‘zbekistonning yangilangan milliy iqlim hujjatlarida suv tanqisligi, cho‘llanish va yer degradatsiyasi xavfi mamlakatning oziq-ovqat xavfsizligiga ham ta‘sir qilishi mumkinligi qayd etilgani bu natijani umumrespublika darajasida asoslaydi [2]. Farg‘ona vodiysida suv masalasi faqat miqdoriy yetishmovchilik emas, balki fazoviy taqsimot muammosi sifatida namoyon bo‘ladi: yuqori oqim va quyi oqim joylashuvi, kanal tarmoqlarining texnik holati, drenajning ishlashi, suvdan foydalanish intizomi, vegetatsiya davridagi talabning keskin oshishi va qishloq xo‘jaligi yerlarining suvga bog‘liqligi hududiy farqlarni keltirib chiqaradi. Ikkinchi natija shundan iboratki, aholi zichligi ekologik stressni kuchaytiruvchi mustaqil geografik indikator bo‘lib, ayniqsa Andijon viloyati misolida yaqqol ko‘rinadi; aholi zichligi yuqori bo‘lgan hududda yer resurslari, yashil maydonlar, transport infratuzilmasi, ichimlik suvi va maishiy-kommunal xizmatlarga bosim tabiiy ravishda ortadi [1]. Bu bosim shahar va qishloq o‘rtasidagi klassik farqni ham murakkablashtiradi: vodiya qishloq hududlari ham ko‘pincha yuqori aholi zichligi, intensiv qurilish va mayda yer egaligi sharoitida rivojlanadi; demak, ekologik stressni faqat “shahar muammosi” deb qarash noto‘g‘ri. Uchinchi natija landshaft degradatsiyasi va yashil qoplama fragmentatsiyasi bilan bog‘liq: masofadan zondlash asosida olinadigan NDVI, NDBI va yer yuzasi harorati kabi ko‘rsatkichlar shahar atrofi kengayishi, ochiq tuproq yuzasining ortishi, qishloq xo‘jaligi yerlari almashinuvi va sug‘orish tizimidagi nosozliklar natijasida landshaftning mikroiqlimiy vazifasi zaiflashishi mumkinligini aniqlashga xizmat qiladi. UNCCD doirasidagi Markaziy Osiyo tadqiqotlarida yer degradatsiyasi, qurg‘oqchilik, suv tanqisligi va migratsiya o‘rtasidagi bog‘liqlik alohida tahlil qilingani, degradatsiya “issiq nuqtalari”ni aniqlash zarurligi ko‘rsatilgani Farg‘ona vodiysi uchun ham dolzarb metodik asosdir [9]. To‘rtinchi natija shundan iboratki, urbanizatsiya ekologik stressni faqat qurilish maydoni ortishi orqali emas, balki yashash muhiti psixologik qulayligining pasayishi orqali ham kuchaytiradi: zich qurilish, issiqlik oroli, transport shovqini, yashil makon yetishmovchiligi, havo almashinuvi zaifligi va suv ta‘minotidagi uzilishlar aholida hududiy noqulaylik hissini kuchaytirishi mumkin. Bu holat “hududiy farovonlik”ni geografik tahlilning alohida predmeti sifatida kiritishni asoslaydi. Beshinchi natija raqamli texnologiyalar ekologik stressni erta aniqlash imkoniyatini keskin oshirishini ko‘rsatadi: GIS tizimida suv tarmoqlari, aholi zichligi, vegetatsiya indeksi, qurilish zichligi, yer yuzasi harorati va iqlimiy xavf qatlamlari birlashtirilganda, xavf omillari ustma-ust tushadigan hududlar aniqlanadi. Bunday yondashuv sun‘iy intellekt strategiyasida belgilangan katta ma‘lumotlar massivlarini shakllantirish va iqtisodiy-

ijtimoiy sohalarda AI texnologiyalarini keng qo'llash vazifalari bilan uyg'unlashadi [7]. Oltinchi natija shundan iboratki, Farg'ona vodiysida ekologik-iqlimiy stressning hududiy tipologiyasini kamida to'rt turga ajratish mumkin: birinchi tur — suv-irrigatsion stress zonalari, bunda sug'orish talabi yuqori, drenaj muammolari mavjud va sho'rlanish xavfi sezilarli bo'ladi; ikkinchi tur — urban-demografik stress zonalari, bunda aholi zichligi, qurilish kengayishi, transport yuklamasi va yashil maydon yetishmovchiligi asosiy muammo hisoblanadi; uchinchi tur — agroekologik transformatsiya zonalari, bunda intensiv dehqonchilik, tuproq unumdorligi pasayishi, suv-tejamkor texnologiyalar yetishmovchiligi va landshaftning bir xillashuvi kuzatiladi; to'rtinchi tur — kompleks stress zonalari, bunda yuqoridagi omillarning bir nechtasi bir joyda jamlanadi va boshqaruv choralari kechiktirish xavfni ko'paytiradi. Yettinchi natija shundan iboratki, xalqaro moliyaviy va institutsional tashabbuslar geografik monitoringning amaliy ahamiyatini oshirmoqda: irrigatsiya va drenaj infratuzilmasini modernizatsiya qilish bo'yicha loyihalar suv yo'qotishlarini kamaytirish va energiya samaradorligini oshirishga qaratilgani uchun GIS asosidagi monitoring mazkur loyihalarning hududiy natijadorligini baholashda foydali bo'lishi mumkin [4; 8]. Sakkizinchi natija normativ uyg'unlik bilan bog'liq: "yashil iqtisodiyot" strategiyasi ekologik barqarorlik, resurs samaradorligi va iqlimga moslashuvni iqtisodiy rivojlanishning ajralmas qismi sifatida ko'rsatadi, "O'zbekiston-2030" doirasidagi ekologik dasturlar esa bu yondashuvni amaliy siyosat darajasiga olib chiqadi [5; 6]. Demak, Farg'ona vodiysi bo'yicha raqamli geoaxborot modeli nafaqat akademik tadqiqot, balki davlat siyosatiga xizmat qiluvchi hududiy qaror qabul qilish vositasi sifatida ham ishlatilishi mumkin. To'qqizinchi natija ekologik stress va farovonlik o'rtasidagi bog'liqlikda "sezgir guruhlar" omilini kiritish zarurligini ko'rsatadi: bolalar, keksalar, sog'lig'i zaif shaxslar, suvga bog'liq dehqonchilik bilan shug'ullanuvchi oilalar, shahar atrofi chekka hududlarida yashovchi aholi va transport yo'llari yaqinidagi mahallalar ekologik noqulaylikdan ko'proq ta'sirlanadi. Bu natija psixologik konferensiya doirasida ham muhim: raqamli texnologiyalarning insonga ta'siri masalasi, aslida, inson yashayotgan muhitning raqamli tahlili bilan ham to'ldirilishi kerak. O'ninchi natija shundan iboratki, ekologik-iqlimiy stressni kamaytirish uchun bir xil universal yechim yetarli emas; har bir stress turiga mos adaptiv choralar kerak: suv-irrigatsion stress uchun kanallarni modernizatsiya qilish, tomchilatib sug'orish va drenajni tiklash; urban-demografik stress uchun yashil koridorlar, mikroiklimiy rejalashtirish va transport oqimini boshqarish; agroekologik stress uchun tuproqni muhofaza qilish, almashlab ekish va sho'rlanish monitoringi; kompleks stress zonalari uchun esa GIS asosida ustuvor investitsiya hududlarini tanlash zarur. O'n birinchi natija shundan iboratki, raqamli monitoring joriy etilmasa, ekologik xavf ko'pincha kech seziladi: kanalning suv yo'qotishi, tuproq sho'rlanishi, yashil qoplama qisqarishi yoki qurilishning mikroiklimga ta'siri odatda uzoq yillar davomida to'planadi, lekin qaror qabul qiluvchi tizimga kech kirib boradi. Raqamli geografiya esa bu kechikishni kamaytiradi, chunki u kichik o'zgarishlarni ham fazoviy qatlam sifatida qayd etadi. O'n ikkinchi natija — ekologik stressning sotsial oqibatlari hududlar bo'yicha teng taqsimlanmasligi; bir xil iqlimiy xavf darajasi yuqori daromadli, infratuzilmasi kuchli hududda yumshoqroq, infratuzilmasi zaif, yashil makoni kam va suv ta'minoti beqaror hududda esa keskinroq

seziladi. Shunday qilib, natijalar Farg‘ona vodiysida ekologik-iqlimiy stressni raqamli geografik model orqali aniqlash, tasniflash va boshqarish mumkinligini ko‘rsatadi; bu modelning eng muhim tomoni shundaki, u geografik muhitni “xarita uchun xarita” sifatida emas, balki aholi farovonligi, ekologik xavfsizlik va barqaror rivojlanishning dalilga asoslangan boshqaruv bazasi sifatida talqin qiladi. Model natijalarini amaliy talqin qilishda eng muhim jihat shundaki, ekologik stress xaritasi faqat xavf darajasini ko‘rsatib qolmasdan, har bir xavfning kelib chiqish manbasini ham izohlashi kerak. Masalan, bir hududda yuqori stress asosan suv yetishmovchiligi va sho‘rlanish bilan bog‘liq bo‘lsa, boshqa hududda u qurilish zichligi, ko‘kalamzorlik yetishmovchiligi va issiqlik oroli effekti orqali shakllanishi mumkin. Bu farq boshqaruv chorasini tanlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega: suv stressi yuqori bo‘lgan hududga park qurish muammoni to‘liq hal qilmaydi, urban-mikroiqlim stressi yuqori hududda esa faqat kanalni ta‘mirlash yetarli natija bermaydi. Natijalarning yana bir nazariy ahamiyati shundaki, ekologik xavf va farovonlik o‘rtasidagi bog‘liqlik chiziqli emas: ba‘zi hududlarda aholi ekologik noqulaylikka moslashgan bo‘lishi mumkin, biroq bu moslashuv xavfning yo‘qligini anglatmaydi; aksincha, uzoq davom etgan ekologik bosimning normal holat sifatida qabul qilinishi boshqaruv tizimi uchun qo‘shimcha xavf signalidir. Shuning uchun raqamli xaritalar bilan birga mahalliy bilim, aholining joy haqidagi xotirasi, suvdan foydalanish amaliyoti va xo‘jalik yuritish tajribasi ham ilmiy tahlilga kiritilishi lozim. Hududiy tahlilning yana bir kutiladigan natijasi shuki, ekologik xavfning yuqori bo‘lishi har doim ham eng yirik shahar markazida kuzatilmasligi mumkin; ba‘zan shahar atrofi hududlari, irrigatsiya tarmoqlari kesishgan qishloq massivlari yoki sanoat-transport yo‘laklari bo‘yidagi mahallalar ko‘proq stress to‘plashi mumkin. Bu holat rejalashtirishda markazga haddan tashqari e‘tibor berib, periferiya hududlarining ekologik ehtiyojlarini e‘tibordan chetda qoldirish xavfini kamaytiradi. Shuningdek, model yordamida kichik hududlardagi xavfning sekin ko‘payishi aniqlansa, profilaktik choralar arzonroq va samaraliroq bo‘ladi; kechikkan choralar esa odatda ko‘proq mablag‘, ko‘proq vaqt va ko‘proq ijtimoiy zarar talab qiladi.

MUHOKAMA

Olingan natijalarni ilmiy jihatdan muhokama qilganda, birinchi navbatda Farg‘ona vodiysining geografik o‘ziga xosligi e‘tiborga olinishi zarur: vodiy tabiiy resurslar, demografik bosim va iqtisodiy faoliyat intensivligi kesishadigan hudud bo‘lgani uchun undagi ekologik muammolar alohida komponentlar yig‘indisi emas, balki murakkab hududiy tizim sifatida namoyon bo‘ladi. Masalan, suv tanqisligi faqat gidrologik balans kamomadi emas; u dehqonchilik rentabelligi, oziq-ovqat xavfsizligi, aholi daromadi, migratsion qarorlar, ijtimoiy kayfiyat, mahalliy ekologik nizolar va hududiy boshqaruv samaradorligiga bevosita ta‘sir qiladi. Shuning uchun suv, yer, aholi va farovonlik indikatorlarini alohida-alohida tahlil qilishdan ko‘ra ularni fazoviy integratsiyada ko‘rish ilmiy jihatdan kuchliroq natija beradi. Jahon banki tomonidan e‘lon qilingan O‘zbekiston iqlim va rivojlanish tahlillarida suv, qishloq xo‘jaligi, yaylovlar, o‘rmonlar va yer degradatsiyasiga moslashuv investitsiyalari muhimligi ko‘rsatilgani ham ekologik xavflarni iqtisodiy va boshqaruv qarorlari bilan birga ko‘rish zarurligini tasdiqlaydi [10]. Bunday yondashuv Farg‘ona vodiysi uchun ayniqsa muhim, chunki vodiya aholi zichligi va yer resurslari cheklanganligi sababli

har bir noto‘g‘ri hududiy qaror kumulyativ ekologik oqibat tug‘diradi. Muhokamaning ikkinchi yo‘nalishi raqamli texnologiyalarning geografiya fanidagi epistemologik roliga taalluqlidir. GIS, masofadan zondlash va sun‘iy intellekt “zamonaviy bezak” emas; ular geografik dalilni yangi darajaga olib chiqadigan metodik apparatdir. Oldingi davr geografik tahlili ko‘pincha ekspeditsiya kuzatuvi, kartografik tavsif va statistik jadvalga tayangan bo‘lsa, hozirgi raqamli geografiya ko‘p manbali ma‘lumotni bir vaqtning o‘zida solishtirish, xavf ssenariylarini modellashtirish, fazoviy klasterlarni aniqlash va real vaqtga yaqin monitoring qilish imkonini beradi. Bu jihatdan O‘zbekistonda sun‘iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilgacha rivojlantirish strategiyasining qabul qilinishi geografiya fanlari uchun ham yangi imkoniyat ochadi: sun‘iy intellekt algoritmlari masofadan zondlash tasvirlaridan degradatsiya, qurilish kengayishi, vegetatsiya pasayishi, suv havzalari qisqarishi va issiqlik stressi nuqtalarini avtomatik aniqlashi mumkin [7]. Lekin bu yerda ilmiy ehtiyotkorlik ham zarur: raqamli model real hududni to‘liq almashtirmaydi; model sifati ma‘lumotlarning aniqligi, vaqt bo‘yicha yangiligi, fazoviy rezolyutsiyasi va indikatorlar tanloviga bog‘liq. “Raqamli xato” ham xato, faqat kiyimi zamonaviy — geoinformatik kostyum kiygan statistik chalkashlik, xolos. Shuning uchun Farg‘ona vodiysida ekologik stress monitoringi dala kuzatuvlari, mahalliy ekspertiza va statistik ma‘lumotlar bilan muntazam tekshirib borilishi kerak. Muhokamaning uchinchi yo‘nalishi hududiy farovonlik tushunchasiga bog‘liq. An‘anaviy geografiyada farovonlik ko‘pincha iqtisodiy ko‘rsatkichlar, xizmatlarga yaqinlik yoki infratuzilma bilan izohlangan; biroq iqlimiy stress kuchaygan sharoitda ekologik qulaylik farovonlikning asosiy komponentiga aylanadi. Yashil maydonga yaqin yashash, yoz oylarida mikroiklimning yumshoq bo‘lishi, toza ichimlik suvi va sug‘orish suvi barqarorligi, chang va shovqinning kamligi, transportdan xavfsiz foydalanish, ochiq rekreatsion hududlar mavjudligi insonning hududdan qoniqishiga ta’sir etadi. Shu sababli maqolada “hududiy farovonlik” tushunchasi geografik, ekologik va psixologik mazmunning kesishmasida talqin qilindi. Bu yondashuv “raqamli dunyoda zamonaviy psixologiyaning dolzarb muammolari” mavzusi bilan ham ilmiy muloqotga kirishadi: raqamli dunyo faqat telefon ekрани va ijtimoiy tarmoq algoritmi emas, balki inson yashayotgan hududiy muhitning sensorlar, GIS, sun‘iy intellekt va ochiq ma‘lumotlar orqali qayta idrok etilishidir. Muhokamaning to‘rtinchi yo‘nalishi ekologik-iqlimiy stressni boshqarish masalasidir. Farg‘ona vodiysida stressni kamaytirish uchun faqat ekologik targ‘ibot yoki umumiy “yashil hudud kerak” degan chaqiriq yetarli emas; aniq fazoviy ustuvorliklar talab qilinadi. Masalan, suv yo‘qotishlari yuqori bo‘lgan irrigatsiya tarmoqlari aniqlansa, investitsiya birinchi navbatda o‘sha joyga yo‘naltirilishi kerak; issiqlik oroli kuchli bo‘lgan shahar kvartallarida daraxt ekish oddiy obodonlashtirish emas, balki mikroiklimiy xavfni kamaytirish chorasi sifatida ko‘rilishi lozim; aholi zichligi yuqori va yashil maydon yetishmaydigan mahallalarda rekreatsion hududlar ijtimoiy-psixologik barqarorlik omili sifatida qaralishi zarur. Jahon bankining irrigatsiya va drenaj infratuzilmasini modernizatsiya qilish bo‘yicha loyihalari suv yo‘qotishlarini kamaytirish va energiya samaradorligini oshirishga qaratilgani aynan shunday fazoviy ustuvorliklar zarurligini ko‘rsatadi [4; 8]. Muhokamaning beshinchi yo‘nalishi xalqaro kontekst bilan bog‘liq. Markaziy Osiyoda suv tanqisligi, yer degradatsiyasi va iqlim o‘zgarishi umumiy regional muammo hisoblanadi; UNCCD

tadqiqotlarida qurg'ochilik, suv yetishmovchiligi, degradatsiya va migratsiya o'rtasidagi bog'liqlik ko'rsatilgani Farg'ona vodiysini ham kengroq Markaziy Osiyo xavf tizimida tahlil qilish zarurligini anglatadi [9]. Shunday ekan, Farg'ona vodiysi uchun taklif qilinayotgan model keyinchalik Zarafshon vodiysi, Toshkent vohasi, Qashqadaryo va Surxondaryo irrigatsion landshaftlari yoki Orolbo'yi ekologik stress hududlariga ham moslashtirilishi mumkin. Muhokamaning oltinchi yo'nalishi ilmiy yangilik masalasidir. Maqolaning yangiligi biror alohida texnik indikator kiritilishida emas, balki ekologik-iqlimiy stress, hududiy farovonlik va raqamli geoaxborot boshqaruvini bir modelda birlashtirishidir. Ko'pincha geografik tadqiqotlar landshaft, iqlim yoki demografiyani alohida tahlil qiladi; psixologik tadqiqotlar esa insonning stressi, moslashuvi va farovonligini ko'proq individual yoki guruhiy darajada o'rganadi. Bu maqola esa inson farovonligi geografik muhitdan ajralmasligini ko'rsatadi: issiq shahar muhiti, suv tanqisligi, changlanish, yashil joy yetishmovchiligi yoki transport bosimi aholining kundalik hayot sifatiga bevosita ta'sir qiladi. Shu sababli raqamli geografiya psixologiya bilan raqobatlashmaydi; aksincha, unga hududiy dalil beradi. Muhokamaning yettinchi yo'nalishi cheklovlar bilan bog'liq. Maqolada taklif etilgan model nazariy-metodik xarakterga ega; uni to'liq empirik tasdiqlash uchun ko'p yillik masofadan zondlash tasvirlari, tumanlar bo'yicha suv sarfi, drenaj holati, tuproq sho'rlanishi, aholi salomatligi va subyektiv farovonlik so'rovnomalari talab etiladi. Bundan tashqari, ochiq statistik ma'lumotlar ba'zan ma'muriy birliklar darajasida beriladi, GIS tahlil esa mayda fazoviy rezolyutsiyani talab qiladi; demak, ma'lumotlarni moslashtirishda modellashtirish xatolari yuzaga kelishi mumkin. Shunga qaramay, modelning ilmiy-amaliy afzalligi shundaki, u turli sifatdagi ma'lumotlarni yagona qaror qabul qilish maydoniga olib kiradi. Muhokamaning sakkizinchi yo'nalishi mahalliy boshqaruv institutlari bilan bog'liq. Hududiy stress xaritalari viloyat, tuman va mahalla darajasidagi qarorlar uchun tushunarli indikatorlarga aylantirilmasa, ilmiy model amaliyotga sekin kiradi. Shu sababli tadqiqot natijalarini boshqaruv tiliga tarjima qilish — ya'ni murakkab GIS qatlamlarini “ustuvor hudud”, “yuqori xavf”, “resurs tejamkor yechim zarur”, “yashil infratuzilma yetishmovchiligi” kabi qaror signallariga aylantirish lozim. Muhokamaning yakuniy xulosasi shuki, Farg'ona vodiysida ekologik-iqlimiy stressni boshqarish uchun geografiya fani klassik tavsiflovchi bosqichdan raqamli-prognostik bosqichga o'tishi kerak; bu o'tish faqat texnik modernizatsiya emas, balki ilmiy tafakkur o'zgarishidir. Mazkur yondashuvning DSc darajasidagi ilmiy qiymati shundaki, u geografik tadqiqotni oddiy tavsifiy darajadan integrativ-tahliliy darajaga ko'taradi. Hududiy stress indeksining asosiy vazifasi raqamlarni yig'ish emas, balki turli fanlar tilida tarqalib ketgan muammolarni yagona geografik mantiqqa keltirishdir. Iqlimshunos qurg'ochilikni, gidrolog suv rejimini, urbanist qurilish zichligini, psixolog farovonlik va stressni, iqtisodchi resurs samaradorligini alohida ko'radi; geografik model esa ularning barchasini fazoda birlashtiradi. Aynan shu fazoviy birlashtirish qaror qabul qilishda eng kuchli argumentga aylanadi, chunki muammo qog'ozdagi umumiy bayonot emas, xaritada aniq nuqta, yo'lak, klaster yoki zona sifatida namoyon bo'ladi. Shu sababli Farg'ona vodiysi bo'yicha kelgusida ishlab chiqiladigan raqamli ekologik atlas oddiy kartografik mahsulot emas, balki hududiy siyosat, favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik, suv xo'jaligi, shaharsozlik, qishloq

xo'jaligi va ijtimoiy xizmatlarni muvofiqlashtiruvchi ilmiy-informatsion platforma bo'lishi mumkin. Ilmiy muhokamada yana bir prinsip muhim: raqamli xaritalar siyosiy yoki ma'muriy qulaylik uchun xavfni yumshatib ko'rsatmasligi kerak. Geografik modelning akademik halolligi uning eng katta kuchidir; agar stress yuqori bo'lsa, bu holat ilmiy tilda aniq aytilishi, ammo vahima emas, yechim bilan birga talqin qilinishi zarur. Shu ma'noda maqola taklif qilayotgan yondashuv tanqidiy, lekin konstruktivdir: u hududiy muammolarni sanash bilan cheklanmaydi, ularni boshqariladigan indikatorlar tizimiga aylantiradi.

XULOSA

Maqolada Farg'ona vodiysi sharoitida ekologik-iqlimiy stress va aholi hududiy farovonligi o'rtasidagi bog'liqlik raqamli geoaxborot texnologiyalari asosida baholanishi mumkinligi nazariy-metodik jihatdan asoslandi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, vodiya hududida suv resurslariga bosim, aholi zichligi, urbanizatsiya, sug'oriladigan yerlar yuklamasi, yashil qoplama fragmentatsiyasi, drenaj muammolari va iqlimiy xavflar o'zaro qo'shilib, kompleks ekologik stress zonalarini shakllantiradi. Aholi farovonligi esa faqat daromad, ijtimoiy xizmat yoki infratuzilma bilan belgilanmaydi; u yashash muhitining ekologik xavfsizligi, mikroiklimiy qulayligi, suv va yer resurslarining barqarorligi, rekreatsion makonlar mavjudligi, landshaft estetikasi va xavflarga moslashuvchanlik bilan ham belgilanadi. Shu sababli geografiya fanida "hududiy farovonlik" tushunchasini ekologik-iqlimiy stress bilan bog'lab tahlil qilish dolzarb ilmiy yo'nalish hisoblanadi. Tadqiqot doirasida taklif etilgan ekologik-iqlimiy stress indeksi iqlimiy bosim, suv resurslari stressi, landshaft degradatsiyasi, urban-demografik bosim va sezgirlik-farovonlik indikatorlarini birlashtiradi; ushbu model GIS va masofadan zondlash ma'lumotlari asosida amaliyotga tatbiq qilinsa, Farg'ona vodiysida xavf "issiq nuqtalari"ni aniqlash, ustuvor boshqaruv choralari belgilash va ekologik investitsiyalarni dalilga asoslangan tarzda yo'naltirish imkonini beradi. O'zbekistonning "yashil iqtisodiyot"ga o'tish strategiyasi, "O'zbekiston-2030" doirasidagi ekologik ustuvorliklar, sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish bo'yicha normativ hujjatlar hamda xalqaro tashkilotlarning suv tanqisligi va iqlimiy xavflar haqidagi xulosalari bunday yondashuvning ilmiy-amaliy zaruratini tasdiqlaydi. Xulosa sifatida aytish mumkinki, Farg'ona vodiysi uchun raqamli geografiya nafaqat xaritalash vositasi, balki ekologik xavfsizlik, ijtimoiy barqarorlik va hududiy farovonlikni boshqarishning ilmiy platformasidir. Kelgusidagi tadqiqotlarda taklif etilgan modelni Andijon, Farg'ona va Namangan viloyatlari tumanlari kesimida empirik sinovdan o'tkazish, NDVI va yer yuzasi harorati dinamikasini ko'p yillik qatorlarda tahlil qilish, suv ta'minoti va tuproq sho'rlanishi ma'lumotlarini aholi farovonligi so'rovnomalari bilan solishtirish, shuningdek, sun'iy intellekt yordamida ekologik stressning prognoz xaritalarini ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir. Amaliy tavsiya sifatida uch yo'nalish ustuvor ko'rinadi: birinchidan, suv-irrigatsion stress yuqori hududlarda kanallar, kollektor-drenaj tarmoqlari va suv hisobini raqamlashtirish; ikkinchidan, shahar va shahar atrofi mahallalarida yashil koridorlar, soyali piyoda yo'laklari va rekreatsion mikrohududlarni ekologik rejalashtirishning majburiy elementi sifatida kiritish; uchinchidan, tumanlar kesimida ekologik-iqlimiy stress pasportlarini shakllantirib, ularni investitsiya, qurilish, qishloq xo'jaligi va ijtimoiy infratuzilma dasturlari bilan bog'lash. Eng muhim ilmiy xulosa shuki,

zamonaviy geografiya hududni “joy” sifatida emas, balki inson hayoti, resurslar, xavflar, raqamli ma’lumotlar va boshqaruv qarorlari uzluksiz tutashadigan murakkab tizim sifatida ko’rishi kerak; Farg’ona vodiysi esa bunday yondashuvni sinovdan o’tkazish uchun eng muhim tabiiy-ijtimoiy laboratoriyalardan biridir. Yakuniy ilmiy pozitsiya shundan iboratki, Farg’ona vodiysida ekologik-iqlimiy stressga qarshi kurash faqat ekologiya idoralari zimmasidagi vazifa emas; bu suv xo’jaligi, qishloq xo’jaligi, shaharsozlik, transport, sog’liqni saqlash, ta’lim, mahalla boshqaruvi va raqamli texnologiyalar sektorining umumiy mas’uliyatidir. Raqamli geoaxborot yondashuvi aynan shu ko’p tarmoqli mas’uliyatni bitta fazoviy tahlil maydonida birlashtira oladi. Shuning uchun kelajakdagi ilmiy izlanishlarda Farg’ona vodiysi bo’yicha ochiq geoportal, tumanlar kesimidagi ekologik stress reytingi, suv va yashil infratuzilma monitoringi, aholining hududiy farovonlik indeksi hamda sun’iy intellekt asosidagi ogohlantirish tizimlarini ishlab chiqish maqbul yo’nalish sifatida qaralishi kerak. Bunday yondashuv geografiya fanining amaliy nufuzini kuchaytiradi va ilmiy xulosa real boshqaruv qaroriga aylanishiga xizmat qiladi. Mazkur tadqiqot natijalari universitetlarda geografik ta’limni raqamli kartografiya, ekologik monitoring va hududiy prognozlash bilan boyitish zarurligini ham ko’rsatadi. Bu esa yosh tadqiqotchilar uchun aniq metodik yo’l ochadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi. O‘zbekiston Respublikasida demografik holat: 2025-yil 1-yanvar holatiga aholi zichligi ko‘rsatkichlari. Toshkent, 2025.
2. Republic of Uzbekistan. Updated Nationally Determined Contribution of the Republic of Uzbekistan. UNFCCC, 2021.
3. UNECE. National State of the Environment Report: Uzbekistan. Geneva, 2024.
4. World Bank. Uzbekistan to Modernize Its Irrigation Infrastructure with World Bank Support. Press release, 2025.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 4-oktabrdagi PQ-4477-son qarori. 2019–2030-yillar davrida O‘zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida.
6. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 30-yanvardagi PF-16-son farmoni. “Atrof-muhitni asrash va yashil iqtisodiyot yili”da “O‘zbekiston–2030” strategiyasini amalga oshirishga oid davlat dasturi to‘g‘risida.
7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-son qarori. 2030-yilgacha sun’iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida.
8. World Bank. Ferghana Valley Water Resources Management — Phase II Project Documents. Washington, 2024.
9. UNCCD. The Nexus Between Land Degradation, Climate Change and Migration in Central Asia. Bonn, 2023.
10. World Bank. Country Climate and Development Report: Uzbekistan. Washington, 2023.
11. FAO. Global Status of Salt-Affected Soils and Water Resources. Rome, 2024.

12. IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press, 2022.
13. United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York, 2015.
14. Burrough P.A., McDonnell R.A., Lloyd C.D. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press, 2015.
15. Jensen J.R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. Pearson, 2016.