

M.G'. O'ktamov

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti,
Geografiya kafedrası tayanch doktoranti
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8947-4534>

O.J. Matchanov

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, Geodeziya,
kartografiya va kadastr kasedrası dotsenti, g.f.f.d (PhD).
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0444-1311>

R. Jumabayev

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, Geodeziya,
kartografiya va kadastr kasedrası stajyor tadqiqotchisi.

ANTROPOGEN QURG'OQCHILIKNI O'RGANISH, OLDINI OLISH VA MONITORINGINI YURITISHNING AHAMIYATI

ЗНАЧЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ, ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА АНТРОПОГЕННОЙ ЗАСУХИ

THE IMPORTANCE OF STUDYING, PREVENTING, AND CONDUCTING MONITORING OF ANTHROPOGENIC DROUGHT

Annotatsiya. Ushbu maqola Xorazm viloyatida inson omili ta'sirida yuzaga kelgan qurg'oqchilikni tahlil qilishga qaratilgan markazlar, institutlar va tadqiqotlarning qisqacha sharxiga asoslangan. Hududning tabiiy-geografik sharoiti va ijtimoiy-iqtisodiy holatidan kelib chiqib, qanday metodlar orqali maskur tadqiqot ishini yuritish muhokma qilinadi. Xorazm viloyatiga o'xshash hududlarda olib borilgan tadqiqotlar o'rganilib, undagi metodlarni maskur tadqiqotda qo'llash qanchalik samarador ekanligi tahlil qilindi.

Аннотация. Данная статья основана на кратком обзоре центров, институтов и исследований, направленных на анализ засухи, вызванной антропогенными факторами в Хорезмской области. С учётом природно-географических условий и социально-экономического состояния региона обсуждаются методы проведения данного исследования. Изучены исследования, проведённые в регионах, схожих с Хорезмской областью, и проанализирована эффективность применения их методов в данном исследовании.

Abstract. This article is based on a brief review of centers, institutes, and studies aimed at analyzing drought caused by anthropogenic factors in the Khorezm region. Based on the natural-geographical conditions and socio-economic situation of

the region, the methods for conducting this research are discussed. Studies conducted in regions similar to the Khorezm region are examined, and the effectiveness of applying their methods in this research is analyzed.

Kalit soʻzlar: antropogen qurgʻoqchilik, SPI, SPEI, SDI, SSI, ADI, NDWI, NDVI, LST.

Ключевые слова: антропогенная засуха, SPI, SPEI, SDI, SSI, ADI, NDWI, NDVI, LST.

Keywords: anthropogenic drought, SPI, SPEI, SDI, SSI, ADI, NDWI, NDVI, LST.

Kirish

Soʻnggi yillarda iqlim oʻzgarishi, suv resurslaridan notoʻgʻri foydalanish hamda qishloq xoʻjaligi faoliyatining intensivlashuvi natijasida antropogen qurgʻoqchilik muammosi dunyoning koʻplab hududlarida dolzarb masalalardan biriga aylanib bormoqda. Ayniqsa, sugʻorma dehqonchilikka asoslangan hududlarda suv resurslarining notekis taqsimlanishi, ortiqcha suv sarfi hamda ekin turlarini notoʻgʻri joylashtirish qurgʻoqchilik jarayonlarining kuchayishiga sabab boʻlmoqda.

Markaziy Osiyo, xususan Oʻzbekistonning Quyi Amudaryo havzasida joylashgan Xorazm viloyati ushbu jarayonlarga nisbatan sezgir hududlardan biri hisoblanadi. Hududda sugʻorish tizimining Amudaryo suvlariga yuqori darajada bogʻliqligi, suv taqsimotidagi nomutanosiblik hamda ayrim suvga talabchan ekinlarning haddan tashqari koʻp maydonlarda yetishtirilishi antropogen qurgʻoqchilik xavfini oshirmoqda. Bu esa ushbu mavzuning naqadar dolzarbligini koʻrsatadi.

Asosiy qism

Bugungi kunda, ushbu masala boʻyicha dunyoda koʻplab ilmiy tadqiqot markazlari tadqiqotlar olib bormoqdalar. Jumladan, Ispaniyaning Malaga universiteti Hidrogeologiya markazi, AQShning Kaliforniya universiteti Suv resurslari va atrof-muhit tadqiqotlari markazi, Niderlandiyaning Wageningen universiteti Suv resurslari va iqlim oʻzgarishi tadqiqot markazilar bularga misol boʻla oladi.

Respublikamizda ushbu masalalarni oʻrganuvchi alohida imliy-tadqiqot markazlar mavjud emas. Qurgʻoqchilik, boshqa bir qator ekologik maummolar qatorida Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim oʻzgarish hamda Oʻzbekiston Respublikasi Qishloq xoʻjaligi vazirligining tegishli boʻlimlarida maxsus dasturlar asosida oʻrganiladi. Qurgʻoqchilikning hududiy jiddiylik darajasidan kelib chiqqan holda, oliy taʼlim muassasalari va ayrim markazlarda tadqiqotchilar tomonidan mavzuga oid zamonaviy usullar qoʻllanilgan izlanishlar olib boriladi hamda ularning xulosalari tegishli tartibda tizimdagi maʼsul vazirliklarga taqdim qilinadi.

M. Matchanov va boshqalar (2025)ning tadqiqotlarida Oʻzbekistonning Xorazm vohasiga tegishli hududida qurgʻoqchilik xavfsizligi darajalari geofazoviy usullar yordamida baholashgan. Izlanishlar natijasida daryo va kanallardan uzoqlik holati qurgʻoqchilik darajasiga taʼsir koʻrsatuvchi eng asosiy omili deb koʻrsatilgan. Ushbu natijalarni olishda tadqiqotchilar LST, NDVI, NDVI, albedo, yer osti suvlarining

sathi, relief balandligi, kanallar zichligi va Admudaryoga nisbatan masofani sun'iy yo'ldosh tasvirlari hamda dala tadqiqotlarida olingan ma'lumotlar, hududga mos ahamiyatlilik qiymatlarini bergan tarzda GIS Weighted Overlay usuli orqali olganlar.

A.I. Tureniyazova va boshqalar (2025) ilmiy tadqiqotida Orol dengizi hududida 2000-2023 yillardagi qurg'oqchilik ta'siri va yer qoplami o'zgarishlari o'rganilgan. Natijada NDVI orqali vegetatsiya kamayishi, SPI orqali yog'ingarchilik indeksleri hisoblangan va cho'llanish jarayonlari kuchaygani aniqlangan hamda qurg'oqchilikning trend ko'rsatkichi ishlab chiqilgan. Ushbu natijalarni tayyorlashda Landsat 5-TM, 8 OLI/TIRS sun'iy yo'ldosh tasvirlari qo'llanilgan.

Xalqaro miqyosda Che-You Liu va boshqalar (2025) o'z tadqiqotida Shimoliy Tayvandagi Shihmen suv ombori havzasida inson faoliyati va suv resurslarini boshqarish qarorlari oqibatida yuzaga keladigan antropogen qurg'oqchilik jarayonlari socio-hydrological model yordamida o'rganilganlar. Tadqiqotda qurg'oqchilik faqat iqlim omillari emas, balki suv iste'moli, suv ombori boshqaruvi va iqtisodiy faoliyat kabi inson omillari sabab ham yuzaga kelishi aniqlangan. Ushbu tadqiqot natijasida antropogen qurg'oqchilikni aniqlash va uning davomiyligi, intensivligi hamda zarar darajasini baholash uchun RFD-CWDI metodiga asoslangan yangi baholash modeli ishlab chiqilgan. Natijalarni olishda 1970–2010 yillardagi yog'in, daryo oqimi, suv ombori zaxirasi, suv iste'moli, evapotranspiratsiya va suv boshqaruvi ma'lumotlari hamda gidrologik modellashtirish natijalaridan foydalanilgan. Ushbu tadqiqotda GIS texnologiyalari qatnashmagan, hisoblash ishlari meteorologik stansiyalardan olingan oddiy suv iste'moli, talabi va mavjud suv miqdori ma'lumotlari qo'llanilgan.

J.L. Ahmadi va boshqalar (2025) o'z tadqiqoti davomida Urmiya ko'li havzasining g'arbiy qismida inson faoliyati ta'sirida yuzaga keladigan antropogen qurg'oqchilik xavfini meteorologik va gidrologik qurg'oqchilik indeksleri orqali baholash usulini o'rganishgan. Tadqiqotda oxirgi 20 yil ichida gidrologik qurg'oqchilik kuchaygani va bu holat asosan suv resurslarini ortiqcha ishlatish hamda suv omborlari qurilishi kabi inson faoliyati bilan bog'liq ekani aniqlangan. Natijada esa antropogen qurg'oqchilikni baholash uchun Anthropogenic Drought Index (ADI) ishlab chiqilgan va ADI qiymatlari orqali hududlarda qurg'oqchilik xavfi darajalari aniqlangan. Ushbu natijalarni olishda 1983–2022 yillardagi 20 ta stansiyadan olingan yog'in, harorat va daryo oqimi ma'lumotlari hamda ijtimoiy-iqtisodiy va fizik omillar (aholi zichligi, qishloq xo'jaligi bandligi, yer foydalanishi va suv sig'imi) ishlatilgan.

G. Singh va boshqalar (2025) tadqiqotida qishloq xo'jaligi yerlarini qurg'oqchilik bilan zararlanishini baholaganlar. Ishda hotspot usuli orqali ekin hududlarini yomonlashgani turli darajalarda klassifikatsiya qilib o'rganilgan. Unda tuproqning har kunlik namlik darajasini dala kuzatuvlari asosida o'lchab borilgan, aniqlangan natijalarni birlashtirib xaritalar tuzilgan. Xorazm viloyatida antropogen qurg'oqchilikni o'rganishda ushbu indikatoridan foydalanish samarali bo'lishi mumkin va buning uchun NDMI, SMI indekslarida foydalanish maqsadga muvofiq.

S.Ragetti va boshqalar (2025)ning tadqiqotida irrigatsiya vohalarida qishloq xo'jaligi suv sarfi va suv samaradorligi o'rganilgan. Ushbu tadqiqot natijasida irrigatsiya tizimida suvdan foydalanish samaradorligi past hududlar aniqlangan hamda suv sarfi va evapotranspiratsiya xaritalari ishlab chiqilgan. Natijalarni olishda

masofadan zondlash evapotranspiration modellari va meteorologik ma'lumotlardan foydalanilgan. Bu ishda ham asosiy e'tibor yog'ingarchilikka qaratilgan.

AJAST Research bergan hisobotida (2025) Orol dengizi hududida qurg'oqchilikning ekologik ta'siri o'rganilganli ta'kidlangan. Natijada vegetatsiya qoplami kamayishi va yer qoplami o'zgarishi aniqlangan hamda hududdagi ekologik o'zgarishlar xaritalangan. Ushbu hisobotni olishda esa Landsat 8 OLI/TIRS tasvirlari va GIS tahlili ishlatilgan.

W.Han va boshqalar (2024) o'zlarining izlanishlarida Markaziy Osiyoda vegetatsiya qurg'oqchiligi va tiklanish jarayonlari o'rganilgan. Natijada qurg'oqchilikdan keyin vegetatsiyaning tiklanish tezligi iqlim va irrigatsiya sharoitiga bog'liq ekani yaqqol namoyon bo'lgan va vegetatsiya o'zgarish dinamikasi aniqlangan. Ushbu izlanishlar uchun MODIS NDVI vaqt qatori ma'lumotlaridan foydalanilgan.

Future Water (2024) ishlab chiqqan hisobotida Amudaryo havzasida iqlim xavfi va qurg'oqchilik xavf zonalarini o'rganilgan. Natijada suv resurslari iqlim o'zgarishiga juda sezgir ekani aniqlangan hamda iqlim xavfi va qurg'oqchilik xavfi xaritalari ishlab chiqilgan. Ushbu hisobotni tayyorlashda GIS tahlili va iqlim modeli ma'lumotlaridan foydalanilgan. Ushbu hisobot natijalari va xulosalarini Xorazm viloyati misolida qo'llash samarali bo'lishi mumkin.

A. Das va boshqalar (2023) o'z tadqiqotida NDVI, NDMI, NDWI va LST indeksleri yordamida qurg'oqchilik monitoringi o'rgangan. Tadqiqot natijasida esa vegetatsiya indeksleri pasayishi va yer yuzasi harorati oshishi qurg'oqchilikning asosiy belgisi ekani aniqlangan hamda qurg'oqchilik darajasini baholovchi xaritalar tuzilgan. Ushbu tadqiqot natijalarini olishda Landsat tasvirlari va meteorologik ma'lumotlar foydalanilgan.

P. Yang va boshqalar (2023) o'zlarining tadqiqotda Markaziy Osiyoda qurg'oqchilikning vaqt va makon bo'yicha o'zgarish tendensiyalari o'rganilgan. Natijada so'nggi o'n yilliklarda qurg'oqchilik chastotasi va intensivligi oshgani aniqlangan hamda qurg'oqchilik trendi va hududiy taqsimoti aniqlangan. Meteorologik kuzatuv ma'lumotlari va sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari tadqiqot ishini asosiy manbasi hisoblanadi. Qo'llangan metodlardagi yog'ingarchilik ko'rsatkichi viloyatda qo'llash uchun to'g'ri emas. Uning tadqiqotda yog'ingarchilik asosiy omil qilib olingan.

H. Shi (2022) olib brogan tadqiqotida qurg'oqchil hududlarda irrigatsiya va tuproq sho'rlanishini o'rgangan. Tadqiqot natijasida noto'g'ri irrigatsiya boshqaruvi tuproq degradatsiyasi va sho'rlanishni kuchaytirishini aniqlagan hamda irrigatsiya boshqaruv strategiyalari taklif qilingan. Ushbu natijalarni dala sharoitidagi tuproq namunalari hamda irrigatsiya kanallari ma'lumotlari asosida GIS texnologiyalarini qo'llab ishlangan.

F.M. Radhi (2021) o'zining tadqiqotida NDVI va LST indeksleri yordamida qurg'oqchilik jarayonini monitoring qilgan. Natijada vegetatsiya indeksleri va yer yuzasi harorati o'rtasida kuchli bog'liqlik aniqlangan va qurg'oqchilik zonalarini xaritalari ishlangan. Ushbu tadqiqotni natijasini olishda Landsat 8 OLI/TIRS tasvirlari va GIS tahlili qo'llanilgan.

M.J.Matchanov va R. Jumabayevlar (2021) Xorazm viloyatida qurg'ochil yillarda muammo yechimini topish va tayyorgarlik ko'rish uchun ko'llar suvlaridan foydalanish imkoniyatini o'rganish va GAT buffer tahlil asosida tuproq ball bonitetini inobatga olib, 1-yillik ekinlar hosilini saqlab qolish bo'yicha izlanishlar qilganlar. Ammo, antropogen qurg'ochilik sabab va oqibatlarini haqida batafsil ma'lumot bermaganlar.

C.Conradning 2020-yildagi tadqiqotida Orol dengizi havzasida yerdan foydalanish, irrigatsiya tizimi va tuproq degradatsiyasi o'rganilgan. Unda irrigatsiya tizimlarini noto'g'ri boshqarilishi natijasida yer degradatsiyasini va sho'rlanishni kuchaytirishi aniqlangan. Yerdan foydalanish holati va irrigatsiya dinamikasi xaritalari ishlab chiqilgan. Landsat sun'iy yo'ldosh tasvirlari va geofazoviy tahlil usullari qo'llanilgan.

X. Pan va boshqalar (2020) Amudaryo deltasi hududida yer osti suvlari dinamikasini o'rganishgan. Tadqiqot natijasida irrigatsiya va iqlim o'zgarishi yer osti suvlarining kamayishiga kuchli ta'sir qilishi aniqlangan. Yer osti suvlari o'zgarishi baholangan va xaritalari ishlab chiqilgan. Ushbu natijalarni GRACE sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari va gidrologik kuzatuvlar orqali olishgan.

N. Efremova va boshqalar (2019) sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari yordamida tuproq namligini prognoz qilishni o'rganishgan. Ushbu izlanish natijasida masofadan zondlash ma'lumotlari tuproq namligini aniqlashda samarali ekanini isbotlangan va tuproq namligi prognoz modeli ishlab chiqilgan. Mualliflar ushbu natijalarni olishda sun'iy yo'ldosh tasvirlari va meteorologik ma'lumotlardan keng foydalanishgan.

A.K. Amir va boshqalar (2015) o'z tadqiqotlarida antropogen qurg'ochilik tushunchasi, u orqali yuzaga keluvchi xavf-xatarlar va uni oldini olish haqida qimmatli ma'lumotlarni berib o'tgan. Ammo, ishning metodologik bosqichlari, olingan natijalarning ilmiy asoslanganligi haqida yetarlicha ma'lumotlar berilmagan.

L. Zhu va boshqalarning (2014) tadqiqotida Xitoyning shimoli-g'arbiy qismi ya'ni Ichki Mongoliya avtonom hududi va unga tutash cho'l zonalarida vegetatsiya qoplami va yer osti suvlari o'rtasidagi bog'liqlik o'rganilgan. Natijada NDVI o'zgarishi yer osti suvlari darajasi bilan bog'liq ekanini aniqlangan va vegetatsiya-gidrologiya aloqasi baholangan. Ushbu tadqiqot natijasi NDVI va gidrologik kuzatuv ma'lumotlaridan olingan.

O. Dubovyk va boshqalarning (2012) tadqiqotida Markaziy Osiyoda qishloq xo'jaligi yerlarining degradatsiyasi va vegetatsiyaning o'zgarishi o'rganilgan. O'rganilgan hudud bo'yicha vegetatsiya qoplami kamayishi va yer degradatsiyasi ayrim irrigatsiya hududlarida kuchaygani kuzatilgan, degradatsiya zonalarini aniqlangan. Ushbu tadqiqot natijasini olishda Landsat 5-TM, 8 OLI/TIRS tasvirlari va NDVIning davriy ma'lumotlari ishlatilgan.

M.F. Ayad (2011) tadqiqotida tuproqlarning qurg'ochilikka qay darajada ta'sirchanligini baholagan. Tuproq namlik darajasini, hotspot nuqtalarini aniqlagan, NDVI, NDMI va NDWI hamda LST dan ham foydalanilgan holatda qurg'ochilik xavfi bor hududlar xaritasi tuzilgan. Ushbu natijalarni olishda statistik ma'lumotlar va sun'iy yo'ldosh ma'lumotlaridan foydalanilgan. Bu tadqiqot ishida qo'llanilgan

metodlar M. Matchanovning (2025) monografiyasida qo'llanilgan tadqiqotdagi usullarga yaqin hisoblanadi.

C. Conrad va boshqalar (2007) tadqiqotida Xorazm irrigatsiya tizimida ekin maydonlari va suvdan foydalanish samaradorligi o'rganilgan. Natijada esa suv taqsimoti hududlar bo'yicha notekisligi va ayrim hududlarda ortiqcha suv sarfi mavjudligi aniqlangan. Bu bo'yicha irrigatsiya maydonlari va suv sarfi xaritalari ishlab chiqilgan. Ushbu natijalarni olishda MODIS NDVI ma'lumotlari, dala kuzatuvlari va GIS tahlili qo'llanilgan.

P. Thenkabail va boshqalar (2004) qurg'oqchilikni aniqlash va monitoring qilishda masofadan zondlash texnologiyalarining samaradorligi o'rganganlar. Tadqiqot natijasida vegetatsiya indeksleri qurg'oqchilik monitoringida muhim indikator ekanligi aniqlangan va qurg'oqchilikni monitoring metodologiyasi ishlab chiqilgan. Ushbu natijalarni olishda NOAA(AQSh Milliy okean va atmosfera boshqarmasi)ning AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari ishlatilgan. Ushbu tadqiqot metodida yangi AVHRR tasvirlari ishlatilgan bo'lsa ham, ammo aniqlik past 1 km, shu sabab Xorazm viloyati misolida undan foydalanish samarasiz bo'lishi mumkin.

Muhokama qismi

Zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda meteorologik qurg'oqchilik (SPI, SPEI), gidrologik qurg'oqchilik (SSI, SDI) indeksleri keng qo'llanilmoqda va bular yordamida ADI (Anthropogenic Drought Index) ham hisoblab chiqilgan. Ammo bu formulalar yordamida faqat daryo va ko'llar havzalarining qurg'oqchilik darajalarini o'rgansa bo'ladi. Arid va faqat sug'orma dehqonchilik orqali qurg'oqchilikdan saqlanib turgan hududlar uchun bunday indekslarning ahamiyati katta emas. Agar bu indekslar yordamida voha joylar qurg'oqchiligi hisoblansa, o'lchashda miqdor qiymatlari yuqori kelib, nomutanosiblik kelib chiqishi mumkin. Xorazm viloyatida antropogen qurg'oqchilikni oldini olish, moslash va zararli oqibatlarini kamaytirishning zarurati haqida M.Matchanov, O.Ibragimovlar (2025) ham to'xtalib o'tganlar.

Yuqoridagi tadqiqotlarning deyarli ko'pchiligi NDVI dan foydalanib, vegetatsiya indeksi orqali qurg'oqchilikni tadqiq qilishgan. Ba'zilarida suv ombori va ko'llar havzasi qurg'oqchiligini o'rganishgan. Ammo Xorazm viloyatidagi qurg'oqchilikning yuzaga kelishi yog'ingarchilikka va bug'lanishga kamroq bog'liq. Amudaryo biz uchun asosiy suv manbai hisoblanadi hamda yer osti suvlarini ham qisman kiritish mumkin. Tumanlar kesimida qurg'oqchilikning tarqalishi bu Amudaryodan keladigan va kanallar orqali taqsimlanadigan suvning miqdoridan kelib chiqadi. Suv umuman yetib bormaydigan hududlarda namlik darajasi va o'simlik qoplami juda past darajada bo'ladi. Viloyatda yer usti harorati ham yuqori darajasida kuzatiladi, bunday joylar aynan qurg'oqchilik rivojlanayotgan hududlar hisoblanadi. Bu joylarda qurg'oqchilikni paydo bo'lishi sabab qilib antropogen omilni ko'rsatishimiz mumkin. Chunki, qurg'oqchilikning asl negizi Xorazm viloyatida sug'orish tizimidagi mummolar va ba'zi joylarda suvdan o'zboshimchalik bilan foydalanish, yoki, ilmiy xulosalarsiz chiqarilgan qarorlar deb hisoblaymiz.

Xulosa

Xorazm viloyatida qurg‘oqchilik jarayonlarini sun‘iy yo‘ldosh ma‘lumotlari asosida monitoring qilish, NDVI, NDMI va LST kabi geofazoviy indekslardan foydalanib vegetatsiya holati va tuproq namligini baholash hamda ushbu ma‘lumotlarni tuproq bonitet ballari va suv taqsimoti tizimi bilan integratsiyalash orqali qurg‘oqchilik xavfi darajasini aniqlash muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Shu nuqtai nazardan, Xorazm viloyatida antropogen qurg‘oqchilikni baholash va monitoring qilish uchun geofazoviy ma‘lumotlarga asoslangan kompleks metodologiyani ishlab chiqish hamda hududiy suv resurslarini barqaror boshqarish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ahmadi Lavin, J., Sadeghfam, S., Sharafati, A., & Neshat, A. (2025). A formulation for assessing the risk of anthropogenic drought based on drought characteristics and socioeconomic and physical factors. *Vadose Zone Journal*, 24, e70014. DOI: <https://doi.org/10.1002/vzj2.70014>
2. Amir Agha Kouchak, A., Feldman, D., Hoerling, M., Huxman, T., & Lund, J. (2015). Anthropogenic drought: Definition, challenges, and opportunities. *Water Resources Research*, 51(10), 8115–8121. <https://doi.org/10.1002/2015WR017412>
3. Ayad Mohammed Fadhil (2011) Drought mapping using Geoinformation technology for some sites in the Iraqi Kurdistan region, *International Journal of Digital Earth*, 4:3, 239-257, DOI: <https://doi.org/10.1080/17538947.2010.489971>
4. AJAST Research Group. (2025). Ecological impacts of drought in the Aral Sea region using remote sensing techniques. *Asian Journal of Applied Science and Technology*.
5. Conrad, C., et al. (2007). Remote sensing based irrigation performance assessment in the Khorezm region, Uzbekistan. *Irrigation and Drainage Systems*, 21(3–4), 195–209.
6. Conrad, C. (2020). Land use change and irrigation management in the Aral Sea Basin. *Remote Sensing of Environment*, 237.
7. Dubovyk, O., et al. (2012). Agricultural land degradation monitoring in Central Asia using remote sensing. *Land Degradation & Development*, 23(4), 345–356.
8. Das, A., et al. (2023). Monitoring drought using NDVI, NDMI and LST indices derived from satellite imagery. *Journal of Hydrology*.
9. Efremova, N., et al. (2019). Soil moisture monitoring using satellite remote sensing data. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*.
10. Future Water. (2024). Climate risk assessment for the Amu Darya basin. Wageningen: FutureWater Research Institute.
11. Han, W., et al. (2024). Vegetation drought dynamics and recovery processes in Central Asia using MODIS data. *Science of the Total Environment*.
12. Liu, C.-Y., Huang, P.-Y., Hsu, S.-Y., Tung, C.-P., & Liao, K.-W. (2025). Anthropogenic drought monitoring using socio-hydrological modeling for surface

water deficit: Lessons from Northern Taiwan. *Journal of Hydrology*, 647, 132298. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.132298>

13. Matchanov, M., Mudarra, M., Nigmatov, A., Boymurodov, R., Jumabayev, R., Hakimi, A., & Matchanov, O. Drought safety levels assessment in Uzbekistan part of the Khorezm oasis by geospatial methods // *Geodesy and Cartography*, 51(2). – 2025. – P. 67–80. <https://doi.org/10.3846/gac.2025.23771>.

14. Matchanov, M. J. Geofazoviy texnologiyalar asosida Xorazm vohasi ekologik xavfsizligini tabiiy geografik baholash (O‘zbekiston qismi misolida). [Monografiya]. – Toshkent. DIChK “Kartografiya”, 2025.-208 b.

15. Matchanov M. Jumabayev R. Use of lake water for agricultural planning in drought years in the case of Khorezm region // *Electronic journal of Actual problems of modern science, education and training*, 11/2. ISSN 2181-9750. – 2021 - P. 77-83.

16. MJ Matchanov, OA Ibragimov, OJ Matchanov. Xorazm vohasining O‘zbekiston qismida qurg‘oqchilik xavfiga moslashishning geoekologik chora-tadbirlari. Respublika “Ekologik xavfsizlik va aholini ijtimoiy muhofaza qilish” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjumani materiallari to‘plami. –Toshkent, 2025. 134-142 b.

17. Pan, X., et al. (2020). Groundwater dynamics in the Amu Darya basin assessed using remote sensing data. *Hydrological Processes*.

18. Ragetti, S., et al. (2025). Agricultural water use and drought risk assessment in irrigated regions. *Water Resources Research*.

19. Radhi, F. M., et al. (2021). Assessment of drought using NDVI and LST indices derived from satellite data. *Environmental Earth Sciences*.

20. Singh, G., Das, N. N., & Prasad, P. V. V. (2025). Geospatial monitoring and analysis of agricultural drought to identify hotspots and risk assessment for Senegal. *Geography and Sustainability*, 6, 100248. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2024.10.004>

21. Shi, H., et al. (2022). Irrigation management and soil salinization in arid agricultural regions. *Agricultural Water Management*.

22. Turenliyazova A.I., Berdimbetov T.T., Karimullaeva A.G., (2025) Using gis and remote sensing in the study of the influence of drought on changes in forest cover around the aral sea *New renaissance international scientific journal* 1401-1404 <https://doi.org/10.5281/zenodo.15267813>

23. Thenkabail, P. S., et al. (2004). Global irrigated area mapping using remote sensing techniques. *Remote Sensing of Environment*, 92(3), 425–447.

24. Yang, P., et al. (2023). Spatio-temporal variability of drought in Central Asia using remote sensing and climate data. *Environmental Research*.

25. Zhu, L., et al. (2014). Relationship between vegetation dynamics and groundwater levels in arid regions. *Hydrological Sciences Journal*, 59(5).

26. Гулимматов И.Б. Вопросы классификации населенных пунктов (на примере Хорезмской области), Экономика и социум, 1-2 (104), 194-205, 2023, ООО «Институт управления и социально-экономического развития»