

**TOG‘ TUPROQ EROZIYA JARAYONLARINI GAT TEXNALOGIYALARI ASOSIDA  
TAHLIL QILISH**

Termiz Davlat muhandislik va agrotexnologiyalar Universiteti

Jo‘rayeva Farida Xushvaqt qizi, Nazarova Gulnoza Shukur qizi 1-kurs magistrantlari.

[faridajorayeva362@gmail.com](mailto:faridajorayeva362@gmail.com); [nazarovagulnoza54@gmail.com](mailto:nazarovagulnoza54@gmail.com)<https://orcid.org/0009-0002-4410-9617>

**Annotatsiya:** Mazkur tadqiqotda tog‘li hududlarda tuproq eroziyasi jarayonlarini baholash va ularning fazoviy taqsimlanishini aniqlashda masofaviy zondlash (RS) hamda geografik axborot tizimlari (GIS) texnologiyalarining ahamiyati yoritilgan. Tadqiqotda ayniqsa RUSLE (Qayta ko‘rib chiqilgan universal tuproq yo‘qotish tenglamasi) modelining GIS muhiti bilan integratsiyasi asosida tuproq eroziyasi dinamikasi tahlil qilingan. Ushbu yondashuv iqlim, tuproq xususiyatlari, relyef (qiyalik uzunligi va tikligi), yer qoplami hamda xo‘jalik faoliyati kabi omillarni kompleks hisobga olish imkonini beradi.

**Kalit so‘zlar:** Tuproq eroziyasi, RS va GIS (geografik axborot tizimi), RUSLE modeli, masofaviy zondlash (RS), suv havzasi, yer degradatsiyasi, fazoviy tahlil, eroziya xavfi, tog‘li hududlar, barqaror yer boshqaruvi.

**Аннотация:** В данном исследовании подчеркивается важность технологий дистанционного зондирования (ДЗ) и географических информационных систем (ГИС) для оценки процессов эрозии почвы и определения их пространственного распределения в горных регионах. В частности, в исследовании анализировалась динамика эрозии почвы на основе интеграции модели RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) с ГИС-средой. Такой подход позволяет всесторонне учитывать такие факторы, как климат, свойства почвы, рельеф (длина и крутизна склона), растительный покров и экономическая деятельность.

**Ключевые слова:** Эрозия почвы, ДЗ и ГИС (географическая информационная система), модель RUSLE, дистанционное зондирование (ДЗ), водосборный бассейн, деградация земель, пространственный анализ, риск эрозии, горные районы, устойчивое управление земельными ресурсами.

**Abstract:** This study highlights the importance of remote sensing (RS) and geographic information systems (GIS) technologies in assessing soil erosion processes and determining their spatial distribution in mountainous regions. In particular, the study analyzed the dynamics of soil

erosion based on the integration of the RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) model with a GIS environment. This approach allows for a comprehensive consideration of factors such as climate, soil properties, relief (slope length and steepness), land cover, and economic activity.

**Keywords:** Soil erosion, RS and GIS (geographic information system), RUSLE model, remote sensing (RS), watershed, land degradation, spatial analysis, erosion risk, mountainous areas, sustainable land management.

**Kirish** Masofaviy zondlash (RS) va GIS 1980-yillarning oxiridan beri tuproq eroziyasi va tuproq va suvni tejashni tadqiq qilishda katta yutuqlarga erishdi. RS va GIS texnikalaridan foydalangan holda tuproq eroziyasi va uning fazoviy taqsimlanishini baholash katta maydonlarda yerlarning degradatsiyasi va atrof-muhitning yomonlashishiga duch kelish uchun oqilona xarajatlar va aniqlik bilan amalga oshirildi [1.3b]. Dunyo bo'ylab tog' tizimlari o'zining ekologiyasi, iqtisodiyoti va madaniy xilma-xilligi bilan noyobdir. Biroq, ekstremal topografiya va iqlim bu ekotizimlar uchun yuqori beqarorlik, mo'rtlik va sezgirlikka olib keladi [2.4b]. Global miqyosda geoaxborot tizimi (GIS) texnologiyalarini qo'llash tuproq xususiyatlarini tahlil qilish, baholash va boshqarish usulida inqilob qildi. Ushbu tizimlar zamonaviy qishloq xo'jaligi amaliyotining ajralmas qismi bo'lib, tuproq sifati, yer degradatsiyasi va unumdorlikni oshirishni batafsil baholash imkonini beradi. Ushbu sohadagi tadqiqot ishlari tuproqni tadqiq qilish natijalarini talqin qilish, degradatsiya jarayonlarini kuzatish va tuproq holatini baholash uchun mustahkam axborot tizimlarini yaratish uchun zamonaviy hisoblash vositalaridan foydalanishga ustuvor ahamiyat beradi. Bundan tashqari, raqamli tuproq xaritasi barqaror yerlarni boshqarish strategiyalarining muhim tarkibiy qismi sifatida tan olingan. 2019-yil 28-aprelda chiqarilgan PK-4699-sonli Prezident farmonida qishloq xo'jaligini jadal rivojlantirish va elektron boshqaruv tizimlarini kengroq joriy etish uchun GISdan foydalanish muhimligi ta'kidlangan [3.5b]. Eroziya - bu tuproq zarralarini suv yoki shamol orqali olib tashlash, ularni boshqa joyga tashish natijasida yuzaga keladigan tabiiy geologik hodisa, shu bilan birga, ba'zi inson faoliyati, masalan, qishloq xo'jaligi amaliyoti, o'rmonlarni qishloq xo'jaligiga aylantirish va boshqalar eroziya tezligini oshiradi. [5.13b]. Tuproq eroziyasi global muammo hisoblanadi Iqlim o'zgarishi va mavjud tabiiy resurslarning aholiga nisbatining doimiy ravishda pasayishi fonida asossiz ishlov berish usullari, haddan tashqari yaylovlar va qurilish kabi amaliyotlar tuproqlarni eroziya xavfini oshiradi. Tezlashtirilgan eroziya nafaqat suv sifatini pasaytiradi, daryolarda loy qatlamlarini hosil qiladi, yashash muhitini yo'q qiladi va suv toshqinlariga olib keladi, balki ozuqa moddalarining yo'qolishi va yerlarning degradatsiyasiga ham olib keladi. Bir tomondan, suv havzasi xususiyatlari va mahalliy gidroiqlim sharoitlaridan foydalangan holda tuproq eroziyasi tezligini shunchaki bashorat qilish uchun qo'llanilishi mumkin [4.7b]. Geografik axborot tizimi (GIS) ichidagi turli axborot qatlamlarini tashkil etuvchi ma'lumotni xarita operatsiyalari to'plami (mahalliy qoplama operatsiyalari, fokal operatsiyalar va zonal operatsiyalar) orqali tahlil qilish mumkin. Bu bir tomondan kuzatilayotgan hodisani yaxshiroq tushunishga imkon beradi, ikkinchi tomondan esa qo'llanilgan modelni (empirik, kontseptual yoki jismoniy asoslangan) tekshirish va sinovdan o'tkazish imkonini beradi [6. 15b.]. GIS rastr usuliga asoslangan versant oqimini tahlil qilish: (a) oqim yo'nalishini baholash (8 ta mumkin bo'lgan variantdan); (b) rastr modelida yer yuzasini ifodalash (o'rtacha kvotalar); (c) (b) panjarasiga bog'liq oqim yo'nalishlari; (d) (c) va (d) bilan oqayotgan konsentratsiya panjarasiga ekvivalent. Suv eroziyasi natijasida yuzaga kelgan yer degradatsiyasini miqdoriy aniqlash uchun GIS texnikasidan foydalaniladi [7.16b.]. Tuproq eroziyasi tezligini baholash yer va suv resurslarini barqaror boshqarish

uchun yetarli eroziyaning oldini olish choralarini ishlab chiqish uchun juda muhimdir. Geografik axborot tizimi (GIS) texnologiyalari ma'lumotlarni saqlash, boshqarish, tahlil qilish va namoyish qilishning ilg'or xususiyatlari orqali atrof-muhit modellarini ishlab chiqishda qimmatli vositalardir. Tuproq eroziyasi modellari faqat turli eroziya omillari o'rtasidagi munosabatlar asosida tuproq eroziyasi miqdorini hisoblasa, RS va GIS integratsiyalashgan eroziyani bashorat qilish modellari nafaqat tuproq yo'qotilishini baholaydi, balki eroziyaning fazoviy taqsimotini ham taqdim etadi. Ayniqsa, GIS muhitida aniq eroziya xavfi xaritalarini yaratish eroziya xavfi yuqori bo'lgan hududlarni aniqlash va eroziyaning oldini olishning yetarli usullarini ishlab chiqish uchun juda muhimdir[8.18b.]. Kamdan-kam hollardan tashqari, GIS odatda o'z muhitida alohida qo'llanilgan, tuproq eroziyasi modeliga bog'lanmagan va modellashtiruvchidan ular o'rtasida qo'lda ma'lumot almashishni talab qilgan[9.19b Masofaviy zondlash va geografik axborot texnologiyalaridagi so'nggi yutuqlar suv havzasi relyefining turli jihatlarini o'rganish va aniqlashning juda foydali usullarini taqdim etdi, shuningdek, tuproq eroziyasi parametrlaridan foydalangan holda integratsiyalashgan modellashtirish yondashuvi tuproq eroziyasi xavfini amaliy baholashning samarali vositasidir[10.21b]. USLE modeli bo'yicha tuproq eroziyasini baholash. USLE - bu iqlim, tuproq, topografiya va yerdan foydalanishning yomg'ir tomchilari ta'siri va sirtqi oqim natijasida yuzaga keladigan tuproq eroziyasiga qanday ta'sir qilishining indeks usuli va o'zaro ta'siri USLE GIS muhitida o'rtacha yillik tuproq yo'qotilishini va uning tadqiqot hududida taqsimlanishini aniqlash uchun qo'llanildi. Shunday qilib, USLE uzoq muddatli o'rtacha qiymatlarni bashorat qilish uchun mos keladi. USLE modelida tuproq yo'qotish darajasi quyidagicha hisoblanadi:

$A = R \times K \times LS \times C \times P$ [11. 14b.]. bu yerda A - maydon birligiga o'rtacha yillik tuproq yo'qotilishi ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ yil}^{-1}$ ), R - yog'ingarchilik eroziyasi koeffitsienti ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ yil}^{-1}$ ), K - tuproq eroziyasi koeffitsienti ( $t \text{ ha h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ), L - qiyalik uzunligi koeffitsienti, S - qiyalik tikligi koeffitsienti, C - yerdan foydalanish koeffitsienti va P - qo'llab-quvvatlash va muhofaza qilish amaliyoti koeffitsienti[12.19b].

**Xulosa.** Tuproq eroziyasi yer degradatsiyasining asosiy sabablaridan biri bo'lib, oziq-ovqat xavfsizligi va qishloq xo'jaligi barqarorligiga jiddiy tahdid soladi. Tuproq eroziyasi bilan bog'liq kelajakdagi xavflarni baholash uchun bashoratli modellar ishlab chiqildi, bu tuproq unumdorligi dinamikasi va uning qishloq xo'jaligi mahsuldorligiga ta'siri haqida muhim ma'lumotlarni taqdim etadi. Ushbu topilmalar tuproqni muhofaza qilish strategiyalarini ishlab chiqish va eroziyani yumshatish uchun moslashtirilgan barqaror qishloq xo'jaligi amaliyotlarini targ'ib qilish uchun qimmatli resurs bo'lib xizmat qiladi. Bundan tashqari, ushbu tadqiqot GIS texnologiyalarining yer degradatsiyasi muammolarini monitoring qilish, vizualizatsiya qilish va hal qilish uchun ajralmas vosita sifatidagi salohiyatini ta'kidlaydi. GISning ilg'or analitik imkoniyatlaridan foydalangan holda, ushbu tadqiqot aniq aralashuv choralarini ishlab chiqish, yerlarni boshqarish strategiyalarining samaradorligini oshirish va tuproq eroziyasiga ayniqsa moyil bo'lgan tog'li hududlarda uzoq muddatli ekologik barqarorlikni mustahkamlash uchun mustahkam poydevor yaratadi. Tuproq eroziyasi va cho'kindi tashish fazoviy taqsimlangan jarayonlar bo'lib, ularni baholash Geografik axborot tizimlaridan foydalanish orqali osongina amalga oshirilishi mumkin. GIS ichida boshqariladigan va saqlanadigan raqamli va geolitologik ma'lumotlarning kengroq mavjudligi, suv havzasi bo'ylab eroziya va cho'kish tezligining fazoviy bashoratini aniqlashga qaratilgan texnika va protseduralarni ishlab chiqishni nazarda tutadi.

**Foydalanilgan adbiyotlar**

1. A. Ugur Ozcan, Gunay Erpul. Assessment of soil erosion risk using USLE/GIS technology integrated with geostatistics Environmental Geology
2. Christine Alewell, Katrin Meusburger. *Methods to describe and predict soil erosion in mountain regions* (ya'ni tog'li hududlarda tuproq eroziyasini tasvirlash va bashorat qilish usullari) *Landscape and Urban Planning*
3. Gulchekhra Sodikova, Tulkin Shamsiddinov. GIS assessment of soil erosion in Uzbekistan's rainfed mountain lands BIO Web of Conferences 173, 03024 (2025) [https://doi.org/10.1051/bioconf/202517303024\\_AFE-2024](https://doi.org/10.1051/bioconf/202517303024_AFE-2024)
4. B.P. Ganasri, H. Ramesh. "Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS – A case study of Nethravathi Basin" [Geoscience Frontiers](#)
5. Dongwei Lyu, Dingyong Wang, Yongmin Wang (*mas'ul muallif — correspondence author*), Deliang Yin, Zheng Zhao, Zhijian Mu  
Assessment of Soil Erosion Dynamics Using the GIS-Based RUSLE Model: A Case Study of Wangjiagou Watershed from the Three Gorges Reservoir Region, Southwestern China *Water* 2018, 10(12), 1817; B.P. Ganasri, H. Ramesh.
6. Giuseppe Mendicino, Sensitivity Analysis on GIS Procedures for the Estimate of Soil Erosion Risk Natural Hazards 20: 231–253, 1999.
7. Gabriela Biali, Cristian Valeriu Patriche. "Application of GIS techniques for the quantification of land degradation caused by water erosion" *Environmental Engineering and Management Journal* October 2014,
8. Alaaddin Yuksel, Recep Gundogan. Using the Remote Sensing and GIS Technology for Erosion Risk Mapping of Kartalkaya Dam Watershed in Kahramanmaraş, Turkey *Sensors* 2008
9. Sanjay K. Jain, Sudhir Kumar. Estimation of Soil Erosion for a Himalayan Watershed Using GIS Technique *Water Resources Management* 15: 41–54, 2001
10. H. Vijith & M. Suma. An assessment of soil erosion probability and erosion rate in a tropical mountainous watershed using remote sensing and... Article in *Arabian Journal of Geosciences* · July 2012
11. Biswajeet Pradhan Amruta Chaudhari, J. Adinarayana. Soil erosion assessment and its correlation with landslide events using remote sensing data and GIS: *Environmental Monitoring and Assessment*
12. Jelena Golijanin, Gojko Nikolić. ORIGINAL RESEARCH article Estimation of potential soil erosion reduction using GIS-based RUSLE under different land cover management models: A case study of Pale Municipality, B&H *Frontiers in Environmental Science*. 2022 .