

RUSLE MODELI ASOSIDA EROZIYA JARAYONLARI TUFAYLI TUPROQLARNING YILLIK YO'QOTILISHINI TAHLIL QILISH

Sodiqova Gulchehra Sattorovna

ORCID ID: 0000-0002-4636-0250,

Saidova Munisa Ergashevna

ORCID ID: 0009-0009-1073-7421,

Shadiyeva Nilufar Iskandarovna

ORCID ID: 0000-0002-7612-9017

Toshkent davlat agrar universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada yillik tuproq yo'qotilishini baholash uchun RUSLE modeli va geofazoviy usuldan foydalanish bo'yicha olingan ma'lumotlar keltirilgan. RUSLE - empirik eroziya modeli bo'lib, u tuproq xavfi va o'rtacha yillik yo'qotishlarni hisoblash uchun foydali ekanligi isbotlangan. Yillik tuproq yo'qotilishini hisoblash uchun RUSLE modeli R-factor, P-factor, K-factor, LS factor, va C-factor kabi fizik xususiyatlar va dinamik parametrlardan foydalanadi. RUSLE modelining asosida yaratilgan eroziya jarayonlarini keltirib chiqaruvchi omillar va ushbu jarayonlar tufayli yillik tuproq yo'qotilishi ma'lumotlari aks ettirilgan tematik xaritalar eroziyaga uchragan tuproqlarni holatini yaxshilash bo'yicha ekologik asoslangan tuproqni muhofaza qilish chora-tadbirlarini to'g'ri qo'llash, lalmi yerlarda ekin turlarini to'g'ri tanlash va joylashtirishda foydalanish tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: tog' tuproqlari, eroziyalanganlik darajasi, hududning tabiiy-iqlim sharoitlari, yillik yog'ingarchilik miqdori, eroziya jarayonlarini keltirib chiqaruvchi omillar.

Аннотация. В статье представлены данные, полученные с использованием модели RUSLE и геопространственных методов для оценки ежегодных потерь почвы. RUSLE — это эмпирическая модель эрозии, которая доказала свою эффективность при оценке риска для почвы и среднегодовых потерь. Модель RUSLE использует физические свойства и динамические параметры, такие как R-фактор, P-фактор, K-фактор, LS-фактор и C-фактор, для расчета годовых потерь почвы. Тематические карты на основе модели RUSLE, отражающие факторы, обуславливающие эрозионные процессы и ежегодные потери почвы вследствие этих процессов, рекомендуются для правильного применения экологически обоснованных почвозащитных мероприятий по улучшению состояния эродированных почв, а также для правильного подбора и размещения сельскохозяйственных культур на плодородных землях.

Ключевые слова: горные почвы, степень эродированности, природно-климатические условия региона, годовое количество осадков, факторы, вызывающие эрозионные процессы.

Abstract. The article presents data obtained using the RUSLE model and geospatial methods for estimating annual soil losses. RUSLE is an empirical erosion model that has proven its effectiveness in assessing soil risk and average annual losses. The RUSLE model uses physical properties and dynamic parameters such as R-factor, P-factor, K-factor, LS-factor and C-factor to calculate annual soil losses. Thematic maps based on the RUSLE model, reflecting the factors causing erosion processes and annual soil losses due to these processes, are recommended for the correct application of environmentally sound soil conservation measures to improve the condition of eroded soils, as well as for the correct selection and placement of crops on fertile lands.

Keywords: mountain soils, degree of erosion, natural and climatic conditions of the region, annual precipitation, factors causing erosion processes.

Kirish. Tuproq qoplamining suv eroziyasi jarayonini modellashtirish murakkab va oxirigacha yechilmagan muammo hisoblanadi. Eroziya tadqiqotlarning eng muhim vazifalaridan biri tuproqlarning eroziya xavfini baholash hisoblanadi.

Tabiiy sharoitlar (iqlim, relyef, tuproq hosil qiluvchi va to'shalgan jinslar, yog'ingarchilik) o'zaro bog'liq bo'lgan tuproqlar eroziyaga xavfli hisoblanadi. Ulardan qishloq xo'jaligida foydalanishda tuproq eroziyasining namoyon bo'lishiga imkoniyat yaratadi. Eroziya xavfi potensial yuvilish miqdori bilan baholanadi. Hozirgi vaqtda tuproq qoplamini eroziyasining bir qator modellari mavjud - AGNPS (Agricultural Non-Point-Source Pollution Model) (Young va boshq., 1985), WEPP (Water erosion prediction project) (Foster va Lane, 1987), USLE (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier va Smith, 1978), RUSLE (Revised Universal

Soil Loss Equation) (Renard va boshq.) va MUSLE (Modification Universal Soil Loss Equation), ularning amalga oshirilishi turli xil dasturiy tizimlarda qisman taqdim etilgan [4].

Ushbu modellar suv havzasini muntazam tarmoqning alohida kataklariga bo'lish va har bir katakchaga qiyalik qiymati, qiyalik uzunligi, yog'ingarchilik eroziyasining intensivligi, tuproqning eroziyalanish koeffitsiyenti va boshqalar kabi atributlar to'plamini belgilashga asoslangan [1].

RUSLE - bu qatlamli va jo'yakli eroziya tufayli tuproqning uzoq muddatli o'rtacha yillik yo'qotilishini hisoblaydigan empirik model. Model tuproq eroziyasini nazorat qiluvchi oltita asosiy omilni hisobga oladi: eroziya agentlarining (suvning) eroziyaga moyilligi, tuproqning eroziyaga moyilligi (shu jumladan toshloqligi), yerning qiyalik uzunligi va qiyalik tikligi, yer qoplamini va boshqaruvi (yoki

eroziyani nazorat qilish uchun mo'ljallangan inson omili).

RUSLE modeli asosida tuproq eroziyasini baholash yog'ingarchilik eroziyasi, tuproq eroziyasi, qiyalik uzunligi, joyning qiyaligi, qoplamni boshqarish va muhofaza qilish amaliyoti kabi bir-biriga bog'liq bo'lgan bir qator omillarga bog'liq. Ushbu omillarni GAT usullari yordamida vaqt va makon jihatidan yaxshi ifodalash mumkin [7]. Moslashtirilgan RUSLE modeli ma'lumotlarga kam talabchanligi va ArcGIS 10.5 bilan mosligi tufayli tanlangan.

GAT bilan birgalikda RUSLE modeli beshta asosiy omil asosida tuproq yo'qotilishini baholashning samarali vositasini namoyon qiladi, bunda har bir parametr ma'lum bir joyda tuproq eroziyasining kuchiga ta'sir qiluvchi ma'lum bir holatning arifmetik bahosi sifatida namoyon bo'ladi (Benavidez et al., 2018). RUSLE modellashtirish tuproqning ko'p yillik o'rtacha yo'qotishlarini hisoblash uchun qo'llaniladi. Model jar eroziyasi va/yoki ommaviy harakatlar natijasida tuproqning yo'qolish hodisalarini hisobga olmaydi. Tuproqning yillik yo'qotilish darajasi tenglama bo'yicha oltita parametrning rastr xartasini kataklar bo'yicha ko'paytirish asosida hisoblab chiqilgan [2, 3, 6]:

RUSLE USLE [Wischmeier va Smith, 1978] asosida qayta ko'rib chiqilgan model bo'lib, 1997 yilda USDA tomonidan qayta ko'rib chiqilgan va amalga oshirilgan [Renard va boshq., 1997]. Tenglama quyidagicha tavsiflanadi:

$$A=R_xL_xS_xC_xK_xP$$

bu yerda

A - tuproqning yillik o'rtacha yo'qotilish darajasi (t·km–2·a–1);

R–yomg'ir-oqim eroziyasi koeffitsiyenti (MJ·mm·hm–2·h–1·a–1);

LS - L-qiyalik uzunligi koeffitsiyenti va S-qiyalik tiklik koeffitsiyenti (o'lchamsiz);

C – qoplama boshqaruv omili (o'lchovsiz);

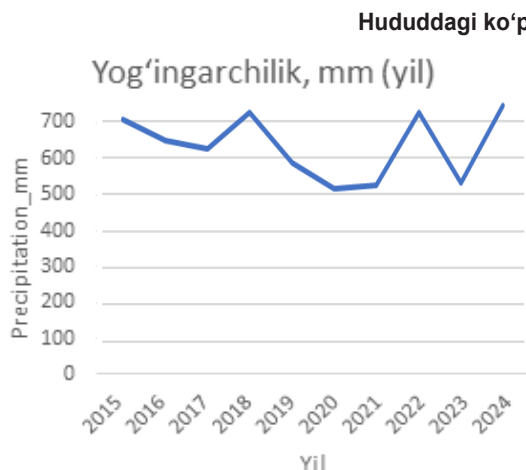
K - tuproqning eroziyalanish koeffitsiyenti (t·hm²·h·hm–2·MJ–1·mm–1); va

P – qo'llab-quvvatlash amaliyoti omili (o'lchovsiz).

Tadqiqot natijalari.

Yog'inlarning yuvilish koeffitsiyenti (R)

Tadqiqot ob'yekti Qibray tumani lalmi tipik bo'z tuproqlarda ko'p yillik yog'in miqdori 400 dan 640 mm gacha o'zgarib turadi. R-faktor Eq bo'yicha aniqlandi. Ushbu tadqiqot uchun 2015-2024 yillardagi yog'ingarchilik ma'lumotlari bo'yicha yog'ingarchilik eroziyasi koeffitsiyentining qiymatlari hisoblab chiqilgan. Teskari masofali vaznli (IDW) interpolatsiya yordamida R omil qiymatlarini interpolatsiya qilish uchun ArcGIS 10.5 dasturiy ta'minotida Spatial Analyst Tools qo'llanildi. 1-jadvalda hududdagi ko'p yillik yog'ingarchilik miqdori keltirilgan.



Tuproqning yuvilish koeffitsiyenti (K). Tuproqning yuvilish koeffitsiyenti (K) tuproqning yuvilishga qanchalik moyilligini ko'rsatuvchi sonli o'lchovdir. U tuproqning kuchli yog'ingarchilik ta'siriga bardosh berish qobiliyatini aks ettiradi, bunda tuproq zarrachalarining ko'chishi va tashilishi sodir bo'ladi. Bu qarshilik tuproq zarrachalari orasidagi bog'lanish kuchiga bog'liq. Agar yuza oqimning ta'sir kuchi bu bog'lanish kuchidan oshib ketsa, tuproq zarrachalari yuvilishga moil bo'lib qoladi. Turli tuproqlar turlicha yuvilishga qarshilik ko'rsatish qobiliyatiga ega bo'lib, bu tuproq zarrachalarining bir-biriga yopishqoqligi, uzilishga chidamliligi kabi o'ziga xos xususiyatlari bilan belgilanadi.

Bu xususiyatlar tuproq eroziyasini samarali boshqarish bo'yicha qimmatli tushunchalar beradigan eroziya faktoriga kiritilgan. Tuproqning eroziyalanishini quyidagi jadval asosida baholash mumkin. 2-jadvalda tuproq mexanik tarkibi va organik moddalari bo'yicha lalmi tipik bo'z tuproqlar uchun K qiymatlari ko'rsatilgan.

2-jadval.

Lalmi tipik bo'z tuproqlarning mexanik tarkibi va gumus miqdori bo'yicha ma'lumotlar

Kesma nomeri	Qatlam qalinligi, sm	Fizik loy, %	Mexanik tarkibi bo'yicha nomi	Gumus, %
11	0-22	46,9	Og'ir qumoq	1,31
	22-37	52,5	Og'ir qumoq	0,93
	37-69	56,4	Og'ir qumoq	0,61
	69-84	58,0	Og'ir qumoq	0,43
	84-120	54,9	Og'ir qumoq	0,33
12	0-17	49,3	Og'ir qumoq	1,33
	17-36	55,7	Og'ir qumoq	0,80
	36-68	54,7	Og'ir qumoq	0,63
13	0-21	46,1	Og'ir qumoq	1,31
	21-48	50,1	Og'ir qumoq	0,87
	48-65	56,4	Og'ir qumoq	0,61

Yonbag'irning uzunligi va tikligi (LS) omili.

LS omili rel'yefning tuproq eroziyasiga ta'sirini aks ettiradi. LS omili 30 metr o'lchamga ega bo'lgan Shuttle Radar Topography Mission (SRTM DEM) yordamida hisoblab chiqilgan.

$$LS = (FA \cdot L / 22.13) 0.5 \cdot (0.065 + 0.045 \cdot S + 0.0065 \cdot S^2) \quad (7.4)$$

Bu yerda: FA- oqimning to'planishi, L-qiyalik uzunligi, S-qiyalik darajasi

1-jadval.

Yillar	Yog'ingarchilik. mm	Hudud
2015	603,8	Toshkent viloyat Qibray tumani, New Platinum Construction MCHJ.
2016	545,8	
2017	525,3	
2018	621,2	
2019	486,4	
2020	416,8	
2021	424,4	
2022	623,2	
2023	432,2	
2024	640,3	

Qoplama boshqaruv omili (C). Standartlashtirilgan farq vegetatsiya indeksi RS ma'lumotlaridan C omilini hisoblash uchun ishlatiladi (NDVI). C omili yer qoplaminin muayyan turi tufayli tuproqning yo'qotilishini taqqoslaydi. NDVI ni qayta ishlash uchun Landsat 2 masofadan zondlash ma'lumotlaridan foydalanildi. Qoplama boshqaruv omili koeffitsiyentini olish uchun 7.5-tenglama ishlatilgan.

$$C=0.1 \cdot (-NDVI+1)/2 \quad (5.5)$$

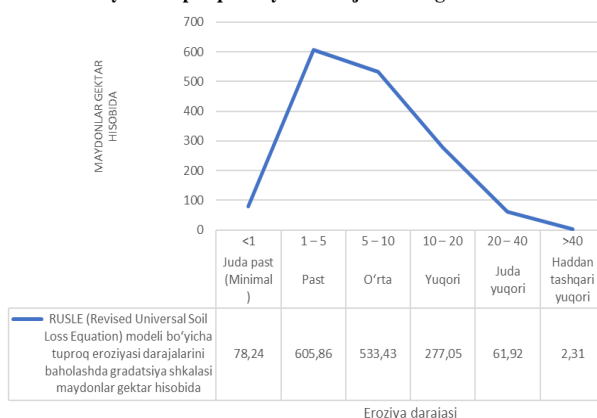
Muhofaza amaliyoti (P) omili. Muhofaza amaliyoti koeffitsiyenti - bu yuqoriga va pastga to'g'ri chiziqli dehqonchilik nisbatiga nisbatan hosildorlikka aniq ta'sir ko'rsatadigan tuproq yo'qotishlarining nisbati. Yerdan foydalanish va yer qoplami (LULC) 2020, Globe Land 30 30 m global yer qoplami mahsulotidan yuklab olingan. P qiymatlari LULC turlariga qarab tayinlandi.

3-jadval.

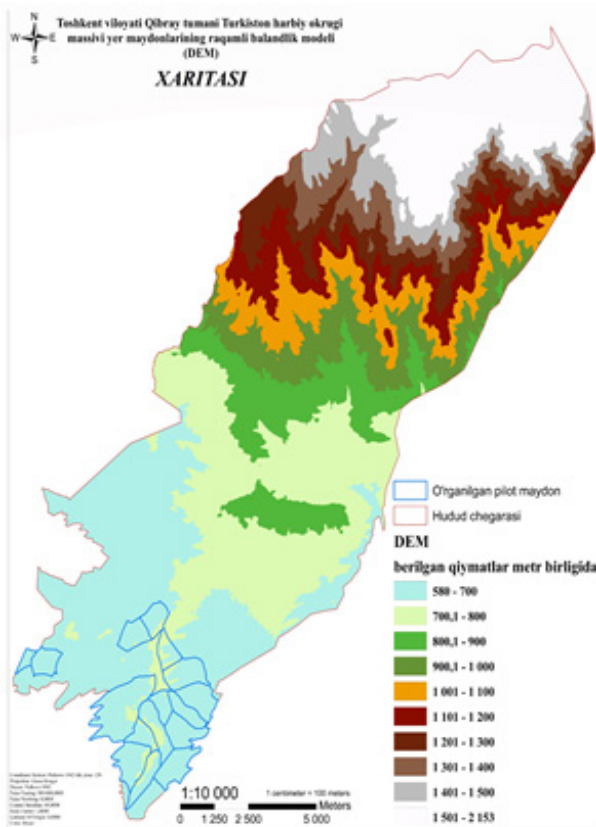
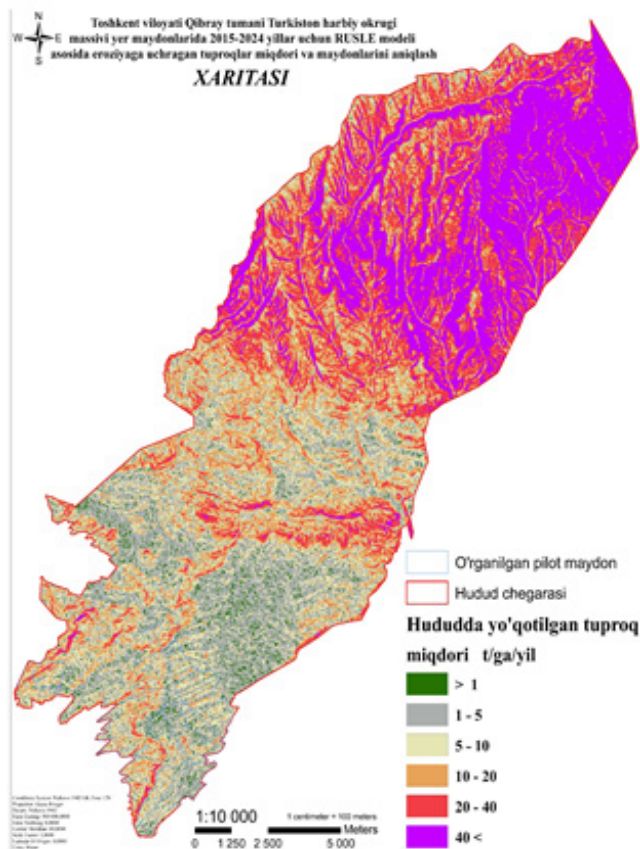
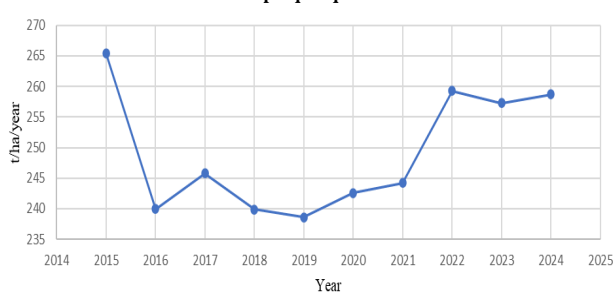
RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) modeli bo'yicha tuproq eroziyasi darajalarini baholashda gradatsiya shkalasi

Eroziya darajasi	Tuproq yuvilish miqdori (t/ha/yil)	Maydonlar gektar hisobida
Juda past (Minimal)	<1	78,24
Past	1 – 5	605,86
O'rta	5 – 10	533,43
Yuqori	10 – 20	277,05
Juda yuqori	20 – 40	61,92
Haddan tashqari yuqori	>40	2,31

RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) modeli bo'yicha tuproq eroziyasi darajalari diagrammasi



2024 yil hudud bo'yicha o'rtacha yillar kesimida yuvilgan tuproq miqdori



gektarni tashkil etdi. Eng ko'p yuvilish holati 2015 yilda (265,471 ga) kuzatilgan.

Yo'qotishlarning fazoviy taqsimotiga kelsak, ushbu tadqiqot ma'lumotlariga ko'ra, ularning o'rtacha yillik hajmining 99% gacha qabul qilinadigan toifaga (0-5 t/ga) to'g'ri keladi.

Yillar kesimida eng ko'p yuvilgan davr 2015 va 2022 yillarga to'g'ri keldi. Ushbu yillarda tadqiqotlar davomida eng ko'p yog'ingarchilik bo'lgan yillarga to'g'ri keldi.

Eroziya jarayoni uzunlik va qiyalik burchagi bilan belgilanadi. Qiyalik qancha uzun va tik bo'lsa, oqimning to'planishi shuncha katta ahamiyatga ega bo'ladi, bu esa tuproqning ko'proq yo'qotilishiga olib keladi. NDVI dan qoplamni boshqarish koeffitsiyenti hisoblandi va o'simliklar zichligi to'g'risida aniqroq ma'lumot beradi.

RUSLE modelining asosida yaratilgan eroziya jarayonlarini keltirib chiqaruvchi omillar va ushbu jarayonlar tufayli yillik tuproq yo'qotilishi ma'lumotlari aks ettirilgan tematik xaritalar eroziyaga uchragan tuproqlarni holatini yaxshilash bo'yicha ekologik asoslangan tuproqni muhofaza qilish chora-tadbirlarini

to'g'ri qo'llash, lalmi yerlarda ekin turlarini to'g'ri tanlash va joylashtirishda foydalanish tavsiya etildi.

Xulosalar. Toshkent viloyatining tog'oldi yarim ta'minlangan lalmi tipik bo'z tuproqlarida olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra, ushbu hudud yuza suv eroziyasiga moyil. Murakkab landshaft va qattiq yarimqurg'oqchil iqlim ta'siri, shuningdek, ko'pincha o'simlik qoplam bilan kuchsiz qoplanganligi ta'sir etgan. Tuproq eroziyasining o'rtacha yillik darajasi 0,00 dan 40 t ga-1 yil-1 gacha. Hududda hisoblangan o'rtacha yillik tuproq yo'qotishlari natijalarning minimal va maksimal qiymatlari bo'yicha oltita sinfga bo'lingan.

Tuproqni yo'qotish tezligini, mahalliy topografiyani va mahalliy hamjamiyatning ishtirok etish imkoniyatlarini hisobga olgan holda, eroziyaga qarshi keyingi chora-tadbirlarni qo'llab-quvvatlash uchun vaziyatni batafsil diagnostika qilishni tavsiya etiladi, masalan, o'rmonlar kesilishining oldini olish, kichik daryo to'g'onlari, terraslar qurish, tepaliklarda xandak qazish, ochiq va o'tloq maydonlarini ko'paytirish va yomg'ir suvini yig'ish kabilar.

ADABIYOTLAR:

1. Горбачёва Е.Н. Применение универсального уравнения потерь почвы от эрозии (RUSLE) при оценке интенсивности водно-эрозионных процессов на основе ГИС. Почвоведение и агрохимия. №2(47) 2011.
2. Benavidez, R., Jackson, B., Maxwell, D. & Norton, K. (2018). A review of the (Revised) Universal Soil Loss Equation ((R) USLE): With a view to increasing its global applicability and improving soil loss estimates. Hydrology and Earth System Sciences, 22 (11), 6059-6086 (<https://doi.org/10.5194/hess-22-6059-2018>)
3. Gis C.E. & David, R. (2014). Soil Erosion Assessment using GIS and Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). List of Figures
4. Моделирование эрозионных процессов на территории малого водосборного бассейна / А. С. Керженцев [и др.]; Ин-т фундамент. проблем биологии РАН. – М.: Наука, 2006. – С. 224
5. FAO (2012). The Islamic Republic of Iran. In Government of the Islamic Republic of Afghanistan (<https://doi.org/10.4324/9780203847459>)
6. Julien P.Y. (2004). EROSION AND SEDIMENTATION. 2nd Ed., Erosion and Sedimentation, 2nd Ed. Pierre Y. Julien Frontmatter More information, 1 (www.cambridge.org)
7. Sahar A.S. (2013). Shukran_Thesis.pdf [Colorado State University Fort] (<https://www.scribd.com/document/362172198/Shukran-Thesis>)
8. Juliev M., Ng, W., Mondal, I., Begimkulov, D., Gafurova, L., Hakimova, M., Ergasheva, O., & Saidova, M. (2023). Surface displacement detection using object-based image analysis, Tashkent region, Uzbekistan. E3S Web of Conferences, 386, 04010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338604010>
9. Juliev M. O'zbekistonning tog'li va tog'oldi hududlarida eroziya jarayonlarini modellashtirishning nazariy asoslari va metodikasi (Toshkent viloyati misolida). Boil. fan dokt. diss. avtoref. Toshkent, 2024. – 62 b.