

**RWEQ MODELI ASOSIDA SHAMOL EROZIYASI JARAYONLARINI  
BAHOLASH VA MONITORING QILISH.****Baxodirov Zafar Abduvaliyevich**

*Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti b.f.f.d (PhD), katta ilmiy  
xodim, bo'lim mudiri e-mail: [zafarbahodirov@gmail.com](mailto:zafarbahodirov@gmail.com)*

**Mamatkulov Asliddin Rustambek o'g'li**

*Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti tayanch doktoranti  
e-mail: [amamatqulov@tersu.uz](mailto:amamatqulov@tersu.uz)*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada tuproqlarada kechayotgan shamol eroziyasi jarayonlarining kelib chiqish sabablari, tarqalishi va hozirgi zamonaviy GAT texnologiyalarini qo'llagan holda ushbu jarayonlarni modellashtirish hamda RWEQ modelining ishlash mohiyati haqida bir qancha ma'lumotlar keltirilgan.

**Kalit so'zlari:** GAT, RWEQ, tuproq, shamol eroziyasi, model, degradatsiya.

**Аннотация.** В данной статье излагается некоторые сведения о процессах ветровой эрозии в почвах, причинах их распространения и моделирование этих процессов с использованием современных ГИС технологий, а также приведены некоторые характеристики модели ветровой эрозии RWEQ.

**Ключевые слова:** ГИС, RWEQ, почва, ветровая эрозия, модель, деградация

**Annotation.** This article provides some information about the processes of wind erosion in soils, the causes of their distribution and modeling of these processes using modern GIS technologies, as well as the RWEQ wind erosion model

**Key words:** GIS, RWEQ, soil, wind erosion, model, degradation

**KIRISH.** FAO ma'lumotlariga ko'ra, shamol eroziyasi butun dunyo bo'ylab qishloq xo'jaligiga katta zarar yetkazmoqda va shamol ta'sirida tuproqning ustki unumdor qatlamining uchirib ketilishi natijasida qishloq xo'jaligi yerlarining sifati va unumdorligi pasaymoqda. 2023-yilda e'lon qilingan hisobotlarga ko'ra, qishloq xo'jaligida samaradorlik va tuproq unumdorligini saqlash borasidagi amalga oshirilayotgan choralar yetarli darajada emasligini takidlashimiz mumkin. Ushbu muammoni hal qilish maqsadida shamol eroziyasi monitoringi va qishloq xo'jaligi ekin maydonlaridan samarali foydalanish usullarini joriy etishni talab etadi [4].

Jaxonda zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalangan holda masofadan zondlash ma'lumotlari asosida tuproqlarda kechayotgan shamol eroziyasi va degradatsiya jarayonlarini keltirib chiqaruvchi tabiiy omillar, ularni tuproq xossalariga ta'sirini monitoringdan o'tkazish usullari orqali o'rganishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda [1]. Ushbu usullar yerlarning holatini samarali baholash va muxofaza qilinadigan hududlarning yer resurslarini boshqarishni yaxshilashga imkon

beradi. Shu munosabat bilan, sug'oriladigan hududlardagi tuproqlarga tabiiy va atrof-muhit omillarining ta'sirini hisobga olgan holda ilmiy tadqiq etishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

**RWEQ modeli bo'yicha umumiy tushuncha.** Shamol eroziyasi tufayli tuproq ustki qatlamining yo'qotilishi miqdori asosan hududning meteorologik sharoitlari, o'simlik qoplami, yerdan foydalanish tipi va tarqalgan tuproqlar xususiyatlari bilan belgilanadi [100].

Tuproqlarda kechayotgan shamol eroziyasini modellashtirish orqali eroziya jarayonlarining kelib chiqish faktorlari, eroziya ko'lami va keltiradigan salbiy oqibatlarni aniqlash imkonini beradi. Modellashtirish shamol eroziyasi jadalligini aniqlashda va har-xil geografik kattalikdagi maydonlarda sodir bo'layotgan erozion jarayonlarni baholashda xizmat qiladi hamda eroziyaga qarshi kurash mexanizmini ishlab chiqishda qo'llaniladi [2].

Amerika Qo'shma Shtatlarida RWEQ modeli keng qo'llanilgan bo'lib, modelining asosiy maqsadi qishloq xo'jaligi ekin maydonlari tuproqlarida kechayotgan eroziya jarayonlarini ilmiy asoslangan holda baholash. Modeldagi hisob kitob jarayonlari oddiyligi bilan ajralib, ushbu modelga o'xshash (WEQ, RUSLE) bo'lgan boshqa modellar ham ushbu ma'lumotlar asosida eroziya jarayonlarini modellashtirish imkonini beradi.

RWEQ (Revised Wind Erosion Equation) modeli qishloq xo'jaligi maydonlari uchun tuproq yo'qotilishini baholash uchun AQSH Qishloq xo'jaligi Departamenti (USDA) tomonidan ishlab chiqilgan emperik va jarayonga asoslangan modellashtirish bo'yicha tenglama [3]. Tenglama ma'lum vaqt oralig'ida 2 m balandlikgacha eroziyalangan va shamol ta'sirida ko'chirilgan tuproq miqdorini hisoblaydi.

Ob-havo ma'lumotlari RWEQ modeli uchun asosiy kiritilgan ma'lumotlarni hisoblab yuqori aniqlikdagi ma'lumotlarni talab qiladi. Asosiy talab etiladigan kiritilgan ma'lumotlari tadqiqot o'tkaziladigan hududning dala maydonlarining formasi, tekisligi, qiyaligi, hajmi, maydonda tarqalgan tuproqlarning xususiyatlari, iqlim ma'lumotlari, sug'orish me'yori, agrotexnik tadbirlar vaqtlari va turlari hamda ekin maydonlarida yetishtirilayotgan hosilning poyalar uzunligi va zichligi kabi ma'lumotlar.

**RWEQ modelida kiritilgan ma'lumotlarining manbalari.** RWEQ modelida tuproqlarda kechayotgan shamol eroziyasini modellashtirish va eroziya xavfini baholash uchun model talab etadigan birqancha kiritilgan ma'lumotlari bo'lib, ularning aniqliligi yuqori bo'lganda modelning natijalari ham shu darajada aniq bo'ladi. Ushbu ma'lumotlarni to'plashda jahon miqyosida keng foydalaniladigan xalqaro tuproq va iqlim ma'lumotlar bazalaridan foydalaniladi.

RWEQ modelida iqlim ma'lumotlari (ECMWF) "Evropa o'rta muddatli ob-havo prognozlarini" markazining beshinchi avlodi ERA 5 ma'lumotlar bazasining global tahlil natijalaridan foydalaniladi [5]. Ushbu ma'lumotlar to'plamiga harorat, yog'ingarchilik, shamol tezligi, quyosh radiatsiyasi va qor qoplami kabi ma'lumotlar kiradi. Tuproqning namligi, shamol eroziyasi modeli ko'rsatkichlari orasida juda muhim ko'rsatkich bo'lib ushbu ma'lumotni (ESA) (V08.1) "Evropa kosmik agentligi" ning Global tuproq namligi bazasidan olinadi [6] fazoviy 0,25° va vaqtda har kunlik o'lchamlarda taqdim etiladi. Soatlik shamol yo'nalishlari haqidagi ma'lumot (NCEI) "Ekologik ma'lumotlar milliy markazi" dan har 3 soatlik o'lchamda olinadi (<https://www.ncei.noaa.gov/access/search/data-search/global-hourly>).

Modelda o'simlik qoplamini aniqlash va tahlil qilish uchun normallashtirilgan o'simliklar farqi indeksi (NDVI) asosida aniqlanadi. Ushbu ko'rsatkichlar (GEE) Google Earth Engine platformasi orqali fazoviy 1 km va vaqtda 8 kunlik o'lchamlarda taqdim etiladi. Yillik va oylik ma'lumotlar olinib maksimal kompozitsion usuldan foydalangan holda ko'rsatkich aniqlanadi.

Modelda tuproq qobig'i va eroziyalanishi faktorlarini aniqlash uchun talab etiladigan ma'lumotlar (HWSD) "Uyg'unlashtirilgan Dunyo tuproqlari ma'lumotlar bazasi" dan olinadi [7]. Ushbu ma'lumotlar to'plamida tuproq tarkibidagi qum (%), il (%), fizik loy (%), organik moddalar (%) va karbonat kaltsiy (%) miqdorlari haqida ko'rsatkichlarga ega bo'lish mumkin.

**RWEQ modelining ishlash mohiyati.** RWEQ modelida shamol eroziyasi jarayonlarini modellashtirish uchun talab etiladigan kirim ma'lumotlari va ularni hisoblash tenglamalari mavjud bo'lib, ular quydagilardan iborat.

$$SL = \frac{2z}{S^2} \cdot Q_{max} \cdot e^{-(z/s)^2}$$

Bunda:  $SL$  (kg/m<sup>2</sup>) – Shamol eroziyasi moduli;  $Q_{max}$  (kg/m) – Maksimal tuproq ko'chishi;  $S$  (m) – Ko'chirilayotgan tuproq massasining ( $Q_{max}$ ) 63,2 % ni o'tkazuvchi dalaning uzunligi, kritik dala uzunligi;  $z$  (m) – Dalaning shamol esuvchi chetigacha bo'lgan masofa.

$$S = 150.71(WF \cdot EF \cdot SCF \cdot K' \cdot COG)^{-0.3711}$$

$$Q_{max} = 109.8(WF \cdot EF \cdot SCF \cdot K' \cdot COG)$$

Bunda:  $WF$  (kg/m) – Iqlim faktori;  $SCF$  – Tuproq qobig'i koefitsiyenti;  $K'$  – Tuproq ustki notekisligi koefitsiyenti;  $COG$  – O'simlik qoplami koefitsiyenti;  $EF$  – Tuproqning eroziyalanishi faktori.

$$EF = 0.01(29.09 + 0.31Sa + 0.17Si + 0.33Sa/Cl - 2.59OM - 0.95CaCO_3)$$

$$SCF = 1/(1 + 0.0066Cl^2 + 0.0210OM^2)$$

Bunda:  $Sa$  (%) – Tuproq tarkibidagi qum miqdori;  $Si$  (%) – Tuproq tarkibidagi il miqdori;  $Cl$  (%) – Tuproq tarkibidagi fizik loy miqdori;  $CaCO_3$  (%) – Tuproq tarkibidagi karbonat kaltsiy miqdori;  $OM$  (%) – Tuproq tarkibidagi organik moddalar miqdori.

$$WF = W_f \cdot \frac{\rho}{g} \cdot SW_f \cdot SD$$

Bunda:  $SW_f$  – Tuproqning namliligi koeffitsiyenti;  $SD$  – Qor qoplami qalinligi koeffitsiyenti;  $\rho$  ( $kg/m^3$ ) – Havoning zichligi;  $g$  ( $m/s^2$ ) – Erkin tushishning tezlashishi;  $W_f$  – Shamol faktori.

$$W_f = \sum_{i=1}^{i-n} U_2 (U_2 - U_t)^2 \frac{N_d}{500}$$

Bunda:  $U_2$  ( $m/s$ ) – 2 metr balandlikdagi shamolning tezligi;  $U_t$  ( $m/s$ ) – Shamolning kritik tezligi;  $N$  – Tadqiqot davomida shamol tezligining o'lganganligi soni;  $N_d$  – Tadqiqotning olib borilgan kunlar soni.

$$SW = [ET_p - (R + I) \cdot (R_d/N_d)] / ET_p$$

Bunda:  $ET_p$  ( $mm$ ) – Radiatsion usulda o'lgangan potentsial nisbiy evapotranspiratsiya miqdori;  $R+I$  – Yog'ingarchilik va sug'orish suvlari miqdori;  $R_d$  – Yog'ingarchilik va sug'orish kunlari soni.

$$SD = 1 - P_{snow}$$

Bunda:  $P_{snow}$  – Kuzatuv davrida 25,4 mm dan ko'p bo'lgan balandlikda qor qoplaminig bo'lishi.

$$\rho = 348(1.013 - 0.1183EL + 0.0048EL^2)/T$$

$EL$  ( $km$ ) – balandlik;  $T$  ( $K$ ) – Absolyut harorat.

$$COG = e^{-0.0438FVC}$$

$$FVC = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{max} - NDVI_{soil})$$

$FVC$  (%) – NDVI yordamida hisoblangan o'simlik qoplami fraktsiyasi

$$K' = \cos\alpha$$

$\alpha$  (°) – Qiyalik gradienti

**Xulosalar.** Shamol eroziyasi ta'sirida tuproq yo'qotilishini minimallashtirish, tuproqlar degradatsiyasini kamaytirish va hosildorlikni optimallashtirish uchun shamol eroziyasini modellashtirish orqali baholash juda katta ahamiyat kasb etadi. Shamol eroziyasiga moyil bo'lgan hududlarda mintaqaviy miqyosda modellar asosida tuproq yo'qotilishini baholash yerdan samarali foydalanish rejalarini ishlab chiqishda muhim qadamdir.

Shamol eroziyasining mintaqaviy miqyosda modellashtirish orqali baholash hozirgi kunda dolzarb bo'lib, Jaxonda cheklangan miqdordagi mintaqaviy miqyosdagi shamol eroziyasini baholovchi modellar mavjud. Ushbu mintaqaviy miqyosda ishlaydigan shamol eroziyasi modellari tuproq yo'qotilishini baholash uchun birqancha dala tadqiqotlari va kuzatuvlar asosida kalibrovkalanishni talab etadi.

GAT texnologiyalari asosida ishlaydigan ushbu modeldan foydalangan holda shamol eroziyasi ko'lami va ushbu degradatsiya jarayonidan qishloq xo'jaligiga keltiradigan zaraining miqyosi haqidagi ma'lumotlarni qisqa vaqt ichida aniqlash hamda ularga qarshi kurashish mexanizmlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

#### **Adabiyotlar:**

1. Baxodirov Z., Mamatkulov A. ГАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ЁРДАМИДА ТУПРОҚ ШАМОЛ ЭРОЗИЯСИНИ БАХОЛАШ ВА МОДЕЛЛАШТИРИШ // 2022.
2. Blanco-Canqui H., Lal R. Principles of soil conservation and management / H. Blanco-Canqui, R. Lal, Springer Science & Business Media, 2008.
3. Fryrear D. W. [и др.]. Wind erosion estimates with RWEQ and WEQ 1999.С. 760–765.
4. Ndondo J. T. K. Review of the Food and Agriculture Organisation (FAO) Strategic Priorities on Food Safety 2023 IntechOpen, 2023.
5. ECMWF // ECMWF [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecmwf.int/> (дата обращения: 28.09.2024).
6. Soil Moisture // ESA Climate Office [Электронный ресурс]. URL: <https://climate.esa.int/en/projects/soil-moisture/> (дата обращения: 28.09.2024).
7. Почвенные карты и базы данных | ПОРТАЛ ПОЧВ ФАО | Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases> (дата обращения: 28.09.2024).