

ISSN 2181-0826

TUPROQSHUNOSLIK VA AGROKIMYOVIY
TADQIQOTLAR INSTITUTI ILMIY JURNALI

TUPROQSHUNOSLIK VA AGROKIMYO

TUPROQSHUNOSLIKDAGI ENG
DOLZARB MAVZULAR

ВАЖНЕЙШИЕ ТЕМЫ
ПОЧВОВЕДЕНИЯ

THE MOST IMPORTANT THEMES
IN SOIL SCIENCE

ILMIY JURNAL №1/2026

TUPROQSHUNOSLIK VA AGROKIMYO ILMIY JURNAL



MAZKUR JURNAL SAHIFALARIDA RESPUBLIKA VA XORIJIY MAMLAKATLARDA TUPROQSHUNOSLIK, AGROKIMYO VA AGROTUPROQSHUNOSLIK SOHALARIDA OLIB BORILGAN ILMIY TADQIQOTLAR NATIJALARI, YANGILIKLAR, ILMIY YUTUQLARGA OID MAQOLALAR CHOP ETILADI.

НА СТРАНИЦАХ ЭТОГО ЖУРНАЛА ПУБЛИКУЮТСЯ СТАТЬИ О РЕЗУЛЬТАТАХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, НОВОСТЯХ, НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ В ОБЛАСТИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, АГРОХИМИИ И АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ.

ON THE PAGES OF THIS JOURNAL ARTICLES ARE PUBLISHED ON THE RESULTS OF SCIENTIFIC RESEARCH, NEWS, SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS IN THE FIELD OF SOIL SCIENCE, AGROCHEMISTRY AND AGRICULTURAL SOIL SCIENCE IN THE REPUBLIC AND FOREIGN COUNTRIES.

Eslatma: "Tuproqshunoslik va agrokimyo" ilmiy jurnali O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi huzuridagi Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti muassisligida 2022-yildan buyon nashr etilmoqda.

Endilikda ushbu ilmiy jurnal, O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va inovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan 2022 yil 29-dekabr dan 03.00.00-Biologiya fanlari bo'yicha, 2023 yil 31-yanvardan 06.00.00-Qishloq xo'jaligi fanlari bo'yicha dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy nashrlar ro'yxatiga kiritildi.

Asos: O'zbekiston Respublikasi OAK Biologik tadqiqotlar va biotexnologiyalar bo'yicha (27.12.2022 y., № 12) hamda Qishloq xo'jaligi, veterinariya va oziq-ovqat tadqiqotlar bo'yicha ekspert kengashlarining tavsiyasi (29.12.2023 y., № 1); O'zbekiston Respublikasi OAK Rayosatining qarorlari (29.12.2022 y., № 330/5 va 31.01.2023 y., № 332/5).

Ushbu "Tuproqshunoslik va agrokimyo" ilmiy jurnalida nashr etilgan maqolalarda keltirilgan ma'lumotlarning haqqoniyligiga mualliflar mas'uldir.

Jurnaldan ma'lumotlar ko'chirib olinganda "Tuproqshunoslik va agrokimyo" ilmiy jurnalidan olindi, deb ko'rsatilishi shart.

«TUPROQSHUNOSLIK VA AGROKIMYO» ILMIY JURNALI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI PREZIDENTI ADMINISTRATSIYASI
HUZURIDAGI AXBOROT VA OMMAVIY KOMMUNIKATSIYALAR
AGENTLIGIDA 2020 YIL 9 MARTDA 1056 SON BILAN
RO'YXATGA OLINGAN.

MUASSIS:

QISHLOQ XO'JALIGI VAZIRLIGI HUZURIDAGI
TUPROQSHUNOSLIK VA AGROKIMYOVIY TADQIQOTLAR INSTITUTI

BOSH MUHARRIR:

SHUHRAT BOBOMURODOV

MUHARRIRLAR:

AKBAR XUDOYQULOV
ZAFAR BAHODIROV
RAVSHAN NURMATOV

ADABIY MUHARRIR:

JALOLIDDIN JO'RAYEV, FIL.F.D

MAS'UL KOTIB:

MIRAZIZ MIRSODIQOV

TAHRIR HAY'ATI:

1. J.S. Sattarov, q.x.f.d., akademik
2. Sh.S. Namozov, t.f.d., akademik
3. Sh.E. Namozov, q.x.f.d., akademik
4. Q. D. Davranov, b.f.d., akademik
5. Georg Guggunberge, professor (*Germaniya*)
6. Riechel Greamer, professor (*Niderlandya*)
7. M.A. Mazirov, b.f.d., professor (*Rossiya*)
8. A.N. Chervan, q.x.f.n. (*Belorusiya*)
9. Raushan Ramazonova, q.x.f.n. (*Qozog'iston*)
10. Sh. I. Xo'jayev, q.x.f.n. (*Tojikiston*)
11. A.X Hamzayev, q.x.f.d., professor
12. Sh.N. Nurmatov, q.x.f.d., professor
13. A.X Abdullayev, t.f.d.
14. R.A. To'rayev, t.f.d., professor
15. M.I. Ruzimetov, q.x.f.d., professor
16. N.Yu. Abduraxmonov, b.f.d., professor
17. L.A. Gafurova, b.f.d., professor
18. H.T. Artiqova, b.f.d., professor
19. T.A. Abdraxmonov, q.x.f.n., professor
20. M.M. Toshqo'ziyev, b.f.d., professor
21. R. Kurvontoyev, q.x.f.d., professor
22. A.J. Boirov, q.x.f.n., k.i.x.
23. A.U. Ahmedov, q.x.f.n., k.i.x.
24. A.A. Karimberdiyeva, q.x.f.n, k.i.x.
25. A.J. Ismonov, b.f.n., k.i.x.

JURNAL 2022 YILDAN CHIQA BOSHLAGAN. BIR YILDA TO'RT MARTA CHOP ETILADI.

BICHIMI 60X841/8 «TIMES NEW ROMAN» GARNITURASIDA OFSET USULDA CHOP ETILDI.
BOSMA INDEKSI: 1410. SHARTLI BOSMA TABOG'I 1,16 ADADI 10 DONA. BUYURTMA №41"
AGRAR FANI XABARNOMASI" MCHJ BOSMAXONASIDA CHOP ETILDI.

**«TUPROQSHUNOSLIK VA AGROKIMYO» ILMIY JURNALINING 1-SONI
TUPROQSHUNOSLIK VA AGROKIMYOVIY TADQIQOTLAR INSTITUTI
AXBOROT XIZMATIDA TAYYORLANDI.**

BOSISHGA RUXSAT ETILDI: 30.03.2026 YIL

TAHRIRIYAT MANZILI:

TOSHKENT SHAHAR, OLMAZOR TUMANI,
QAMARNISO KO'CHASI 3-UY
E-MAIL: JURNAL@SOIL.UZ
SOILJURNAL@UMAIL.UZ



BOSMAXONA MANZILI:

QIBRAY TUMANI UNIVERSITET
KO'CHASI №2

TUPROQSHUNOSLIK

| | |
|--|-------|
| SH. BOBOMURODOV, Z. BAXODIROV, H. QARSHIBOYEV TUPROQ SIFATI INDEKSI (SOIL QUALITY INDEX) ASOSIDA TUPROQ DEGRADATSIYASINI BAHOLASH | 6-11 |
| A.A. YURTAYEV, RATTAN LAL, L.A. GAFUROVA, O.S. SHVARTSEVA SOILS AS A KEY TO CLIMATE RESILIENCE: INTERNATIONAL EXPERIENCE AND A ROADMAP FOR DEVELOPING UZBEKISTAN'S CARBON INFRASTRUCTURE | 12-25 |
| M.I. RUZMETOV, G.S. MIRXAYDAROVA FARG'ONA VILOYATI SUG'ORILADIGAN TUPROQLARINING SOG'LOMLIK HOLATINI SIFAT INDEKSLARI (SQI) ASOSIDA BAHOLASH | 26-31 |
| A.J. BOIROV, N.YU. ABDURAXMONOV, SH.A. JURAYEV, X.T. NURIDDINOVA, O.I. XOLMATOV VERTIKAL MINTAQAVIYLIK TUPROQLARINING FOSFORLI HOLATI (CHIRCHIQ DARYOSI HAVZASI MISOLIDA) | 32-39 |
| N.N. QALANDAROV, A.J. ISMONOV OROL DENGIZI SUVLARI CHEKINGAN HUDUDLARINING O'RTA MASSHTABLI TUPROQ-GRUNTLAR XARITASI VA ULARNING XUSUSIYATLARI | 39-44 |
| A.T. DO'SALIYEV OROL DENGIZI QURIGAN TUBIDA SHAKLLANGAN TUPROQ-GRUNTLARINING MORFOLOGIK TUZILISHI | 45-52 |
| N.Yu. ABDURAXMONOV, A.X. QORAYEV, G. YERDASHOVA AMUDARYO QADIMGI DELTASI SUG'ORILADIGAN TUPROQLARINING FERMENTATIV FAOLLIGI VA MAVSUMIY DINAMIKASI | 53-60 |
| M.I. RUZMETOV, G.S. MIRXAYDAROVA TOSHKENT VILOYATI TUPROQLARINING EKOLOGIK HOLATINI INTEGRAL BAHOLASH | 61-68 |
| A.T. DO'SALIYEV, A.J. ISMONOV GEOKIMYOVIY ELEMENTLARNING DENGIZ QURIGAN TUBIDA TUPROQ-GRUNTLARINING AKKUMULYATSIYALANISHI | 69-74 |

AGROTUPROQSHUNOSLIK

| | |
|--|-------|
| P.T. OROZAKUHOVA, H.A. KARABAEB AGROKOLOGICHESKOYE SOSTOYANIYE I REGIONALNYE OSOBNOSTI POCHVENNOGO POKROVA ISSYK-KULY'SKOY KOTLOVINI | 75-82 |
|--|-------|

AGROKIMYO

| | |
|--|-------|
| J.M. KO'ZIYEV TUPROQ GRANULOMETRIK TARKIBI VA POMIDOR ILDIZ TIZIMINI RIVOJLANISH BOSQICHLARIGA MOS SUG'ORISH HAMDA O'G'ITLASHNING MAQBUL REJIMINI ANIQLASH | 83-90 |
|--|-------|

TUPROQ KIMYOSI

| | |
|--|-------|
| G.T. PARPIYEV, N.A. QILICHOVA KONIMEX TABIIY GEOGRAFIK RAYONI TUPROQLARIDA KIMYOVIY ELEMENTLARNING RADIAL MIGRATSIYASI VA AKKUMULYATSIYASI | 91-94 |
|--|-------|

TUPROQ MELIORATSIYASI

| | |
|---|-------|
| Z. BAXODIROV, Q. GULIMOV, A. MAMATKULOV, H. QARSHIBOYEV, N. BURXANOVA JONDOR TUMANI Y.OXUNBOBOEV NOMLI MASSIV SUG'ORILADIGAN O'TLOQI TUPROQLARIDAGI TUZLAR MIQDORI VA SIFAT TARKIBI | 95-98 |
|---|-------|

TUPROQSHUNOSLIKDA GAT TEXNOLOGIYALARI

| | |
|--|--------|
| SH.M. BOBOMURODOV, M.X. YULDASHOV, Z.A. BAXODIROV, U.X. NIYAZMETOV, SH. T. TURSUNOV TUPROQ TARKIBIDAGI ORGANIK UGLEROD (TOU) MIQDORINI ANIQLASHNING INTEGRATSIYALASHGAN SAMARALI USULIDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI | 99-105 |
|--|--------|

UDK: 631.4:631.527.2

TUPROQ SIFATI INDEKSI (SOIL QUALITY INDEX) ASOSIDA TUPROQ DEGRADATSIYASINI BAHOLASH

Bobomurodov Shuxrat Mexribonovich,
biologiya fanlari doktori (DSc), professor
e-mail: shuhrat_bm@inbox.ru

Baxodirov Zafar Abduvaliyevich,
bo'lim boshlig'i, b.f.f.d, katta ilmiy xodim
e-mail: zafarbahodirov@gmail.com

Qarshiboyev Husan Shamsiddin o'g'li,
b.f.f.d. (PhD)
e-mail: qarshiboyevxusan92@gmail.com

Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti

Annotatsiya. Mazkur maqolada Buxoro tumanidagi “Chorbakir” massivi sug'oriladigan tuproqlarini mexanik tarkibi, gumus bilan ta'minlanganlik darajasi, oziqa elementlari, sho'rlanish indikatorlari bo'yicha raqamli xaritalari hamda tuproq sifati indeksi (Soil Quality Index - SQI) usulidan foydalanib baholash natijalari bayon qilingan. Baholash natijalariga ko'ra, massivda tarqalgan sug'oriladigan tuproqlarning indeks bahosi 38-47,9 oralig'ida bo'lib, yomon va o'rta sifat guruhlarini tashkil etadi.

Kalit so'zlar: Soil Quality Index, tuproq degradatsiya, sho'rlanish tipi, gumus, degradatsiya indikatorlari, GAT texnologiyalari.

Аннотация. В данной статье представлены результаты оценки орошаемых почв массива «Чорбакир» Бухарского района с использованием цифровых карт по механическому составу, степени обеспеченности гумусом, элементами питания, показателям засоления, а также метода индекса качества почв (Soil Quality Index – SQI). По результатам оценки индексное значение орошаемых почв, распространённых на территории массива, варьируется в пределах 38–47,9, что соответствует группам низкого и среднего качества.

Ключевые слова: Soil Quality Index, деградация почв, тип засоления, гумус, индикатор деградации, ГИС-технологии.

Annotation. This article presents the results of assessing irrigated soils in the “Chorbakir” massif of Bukhara district using digital maps of mechanical composition, humus content, nutrient elements, salinity indicators, and the Soil Quality Index (SQI) method. According to the assessment results, the index value of irrigated soils distributed within the massif ranges from 38 to 47.9, which corresponds to low and medium quality groups.

Key words: Soil Quality Index, soil degradation, salinity type, humus, degradation indicator, GIS technologies.

Kirish. Butun dunyoda tuproq degradatsiyasini baholash va xaritalash, uning oldini olish, qayta tiklash va yerni muhofaza qilish yo'nalishlarida ishlar amalga oshirilmoqda [1]. Uzoq muddatli istiqbolda bunday tashabbuslar ushbu yo'nalishlarda ishlarni amalga oshirish natijalari va ta'sirini joylarda baholashga yordam beradi [2]. Tuproq sifati indekslari (Soil Quality Index) tuproq degradatsiyasini baholashda muhim

ilmiy va amaliy afzalliklarga ega [3]. Ular zamonaviy qishloq xo'jaligi va tabiiy resurslarni boshqarishda tuproq holatini aniqlash, baholash va monitoring qilishda foydalaniladi [4]. SQI tuproqning ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy mahsuldorligini oshirish uchun asosiy ko'rsatkichlarni miqdoriy baholash imkonini beradi. Bu yer resurslaridan uzoq muddatli va barqaror foydalanish uchun muhim axborot manbai hisoblanadi.

Ushbu kamchiliklarni inobatga olgan holda oxirgi yillarda, bir qator mamlakatlarda, degradatsiyani baholash vositasi sifatida tuproq sifati indeksi (SQI) ko'rsatkichlaridan foydalanish konsepsiyasi taklif etilmoqda [5]. Shu konsepsiyaga ko'ra, yer resurslarini boshqarishda barqaror yechimlar topish uchun zarur bo'lgan ekologik asoslangan yondashuv ishlarni tuproq sifatining ilmiy asoslangan ko'rsatkichlari (SQI) ta'minlashi mumkin, chunki, barqaror ishlab chiqarishga ta'sir qiluvchi omillar tuproq sifatiga bog'liqdir. Tuproq sifati indeksi (SQI) to'g'risidagi ma'lumotlar ustuvor yo'nalishlarni va boshqarish strategiyasini aniqlash orqali tuproq resurslarini barqaror yaxshilashga xizmat qiladi [6].

Tadqiqot obyekti va uslublari.

Tadqiqot obyekti sifatida Buxoro tumani "Chorbakir" massivida joylashgan sug'oriladigan o'tloqi allyuvial, sug'oriladigan o'tloqi-botqoq, sug'oriladigan o'tloqi-cho'l tuproqlar tanlab olingan.

Tadqiqot obyektida o'rnatilgan tuproq kesmalaridan olingan tuproq namunalaridan qator laboratoriya va dala tadqiqotlari amalga oshirildi. Jumladan, tuproqlarning morfologik tuzilishi o'rganildi, mexanik (granulometrik) tarkibi Kachinskiy usulida aniqlandi, gumus miqdori Tyurin usulida, umumiy fosfor Mesheryakov usuli bo'yicha, harakatchan fosfor esa B.P. Machigin metodikasi asosida aniqlandi. Tuproq sho'rlanish darajasi elektr o'tkazuvchanlik (EC) va suvli so'rim orqali [7]. Shuningdek, degradatsiyani baholash tuproq sifati indeksi (Soil Quality Index – SQI) ko'rsatkichlaridan foydalanish orqali aniqlangan. Tuproq namunalari genetik gorizontlarni hisobga olgan holda, asosan 0–30 sm qatlamdan olindi.

Tadqiqot natijalari. Ilmiy izlanishlar olib borilgan hudud tuproqning mexanik tarkibi va agrokimyoviy xossalari olib borilgan izlanishlar davomida tuproq tahlil natijalari asosida tuproq sifati indeksi ko'rsatkichlarini tanlash, ularning

tuproqlarda kechayotgan jarayonlarini tavsiflash darajasiga, namuna olish, laboratoriya tahlilining qulayligi va tuproqning ekologik funksiyalarini bajarishiga asosiy e'tibor beriladi.

Har bir ko'rsatkich uchun sifat qiymati alohida hisoblab chiqildi. Bunda quyida ko'rsatib o'tilgan formulalardan foydalaniladi. Ushbu formulalardan birinchisi "juda yaxshi" holati uchun qo'llanilsa, ikkinchi formula "yaxshi" holat uchun foydalaniladi, hamda "Maqbul yaxshi" holati uchun formulalarning ikkalasi ham qo'llaniladi.

Belgilangan ko'rsatkichlar uchun tegishli holatlarni tanlashda 1-formulada keltirib o'tilgan ma'lumotlardan foydalaniladi.

Ushbu formulalardan foydalanilganda ko'rsatkichlarning qiymatlari 0,1 dan 1,0 - gacha bo'lgan umumiy oraliqqa aylantirildi.

$$Y = 0.1 + \left(\frac{X - b}{a - b} \right) * 0.9, \quad (1)$$

$$Z = 1 - \left(\frac{X - b}{a - b} \right) * 0.9, \quad (2)$$

Bunda,

Y va Z – ko'rsatkichlarning baholash qiymatlari

X – tanlab olingan ko'rsatkichning mavjud qiymati

a va b ko'rsatkichning maksimal va minimal qiymatlari.

Umumiy tuproq sifati indeksini hisoblash va tuproq sifatini baholash.

Har bir ko'rsatkich uchun alohida sifat indeksi hisoblab chiqilgandan so'ng umumiy tuproq sifati indeksi hisoblab chiqiladi. Bunda quyida keltirilgan formuladan foydalaniladi.

$$SQI = \left(\frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} \right) \quad (3)$$

Bunda,

S – alohida olingan ko'rsatkich uchun sifat indeksi

n – tanlab olingan ko'rsatkichlar soni.

Umumiy tuproq sifati indeksini hisoblash alohida ko'rsatkichlar bo'yicha indeksni qo'shish va tanlab olingan

ko'rsatkichlarning umumiy soniga bo'lish orqali olib boriladi.

Tuproq sifatini baholash tuproq sifat indeksini 100 ga ko'paytirish yo'li bilan bajariladi. Tuproq sifatini baholash

100 ballik yopiq shkala bo'yicha olib boriladi. Bunda tuproq sifati bahosi 5 ta guruhlariga ajratiladi (1-jadval). Aniqlangan tuproq sifat bahosi ushbu guruhlariga tegishligiga ko'ra tavsiflanadi.

1-jadval

Tuproq sifati guruhlari

| Guruh raqami | Guruh nomi | Sifat bali |
|--------------|-------------|------------|
| I | Juda yomon | 0-20 |
| II | Yomon | 21-40 |
| III | O'rtacha | 41-60 |
| IV | Yaxshi | 61-80 |
| V | Juda yaxshi | 81-100 |

Misol: alohida ko'rsatkichlarni baholash.

$$Y = 1 + \left(\frac{x - b}{a - b} \right) * 0,9$$

$$Z = 1 - \left(\frac{x - b}{a - b} \right) * 0,9$$

Tadqiqot hududi sug'oriladigan tuproqlarining mexanik tarkibini aniqlash uchun ushbu 2-formula bo'yicha ($Y= 0,1+$) va ($Z= 1-$) ikkita alohida ko'rsatkichlarida aniqlanadi (1-jadvalda).

2-jadval

Tuproq mexanik tarkibi bo'yicha baholash

| Ko'rsatkich nomi | O'lchov birligi | Laboratoriya tahlillari ko'rsatkichlari | Minimal qiymati | Maksimal qiymati |
|------------------------------------|-----------------|---|-----------------|------------------|
| Mexanik tarkib (fizik loy miqdori) | % | 15,9 | 5 | 60 |

$$Y = 0,1 + \left(\frac{15,9 - 5}{60 - 5} \right) * 0,9 = 0,1 + 0,20 * 0,9 = 0,1 + 0,18 = 0,28$$

$$Z = 1 - \left(\frac{x - b}{a - b} \right) * 0,9 \quad (4)$$

$$Z = 1 - \left(\frac{15,9 - 5}{60 - 5} \right) * 0,9 = 1 - 0,18 = 0,82$$

Tuproqni mexanik tarkibi bo'yicha baholashda ($Y=0,1+$ va $Z=1-$) ko'rsatkich natijalarning o'rtachasini chiqarish yo'li orqali baholandi.

3-jadval

Tuproq gumusi miqdori bo'yicha baholash

| Ko'rsatkich nomi | O'lchov birligi | Laboratoriya tahlillari ko'rsatkichlari | Minimal qiymati | Maksimal qiymati |
|------------------|-----------------|---|-----------------|------------------|
| Gumus | % | 1,117 | 0,1 | 2 |

$$Y = 0,1 + \left(\frac{1,117 - 0,1}{2 - 0,1} \right) * 0,9 = 0,1 + 0,54 * 0,9 = 0,1 + 0,48 = 0,58$$

4-jadval

Tuproqda harakatchan fosfor miqdori bo'yicha baholash

| Ko'rsatkich nomi | O'lchov birligi | Laboratoriya tahlillari ko'rsatkichlari | Minimal qiymati | Maksimal qiymati |
|---------------------------------|-----------------|---|-----------------|------------------|
| Harakatchan fosfor (P_2O_5) | mg/kg | 21,11 | 1 | 60 |

$$Y = 0,1 + \left(\frac{37,8 - 1}{60 - 1} \right) * 0,9 = 0,1 + 0,34 * 0,9 = 0,1 + 0,31 = 0,41$$

5-jadval

Tuproqda almashinuvchi kaliy miqdori bo'yicha baholash

| Ko'rsatkich nomi | O'lchov birligi | Laboratoriya tahlillari ko'rsatkichlari | Minimal qiymati | Maksimal qiymati |
|--|-----------------|---|-----------------|------------------|
| Almashinuvchi kaliy (K ₂ O) | mg/kg | 187 | 1 | 400 |

$$Y = 0,1 + \left(\frac{187 - 1}{400 - 1} \right) * 0,9 = 0,1 + 0,25 * 0,9 = 0,1 + 0,22 = 0,32$$

6-jadval

Tuproqda sho'rlanish darajasi bo'yicha baholash

| Ko'rsatkich nomi | O'lchov birligi | Laboratoriya tahlillari ko'rsatkichlari | Minimal qiymati | Maksimal qiymati |
|--------------------------------------|-----------------|---|-----------------|------------------|
| Sho'rlanish (quruq qoldiq, bo'yicha) | % | 1,030 | 1 | 4 |

$$Y = 0,1 + \left(\frac{1,030 - 0,1}{4 - 0,1} \right) * 0,9 = 0,1 + 0,24 * 0,9 = 0,1 + 0,21 = 0,31$$

Umumiy tuproq sifati indeksini hisoblash va tuproq sifati baholash.

$$SQI = \left(\frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} \right) \quad (5)$$

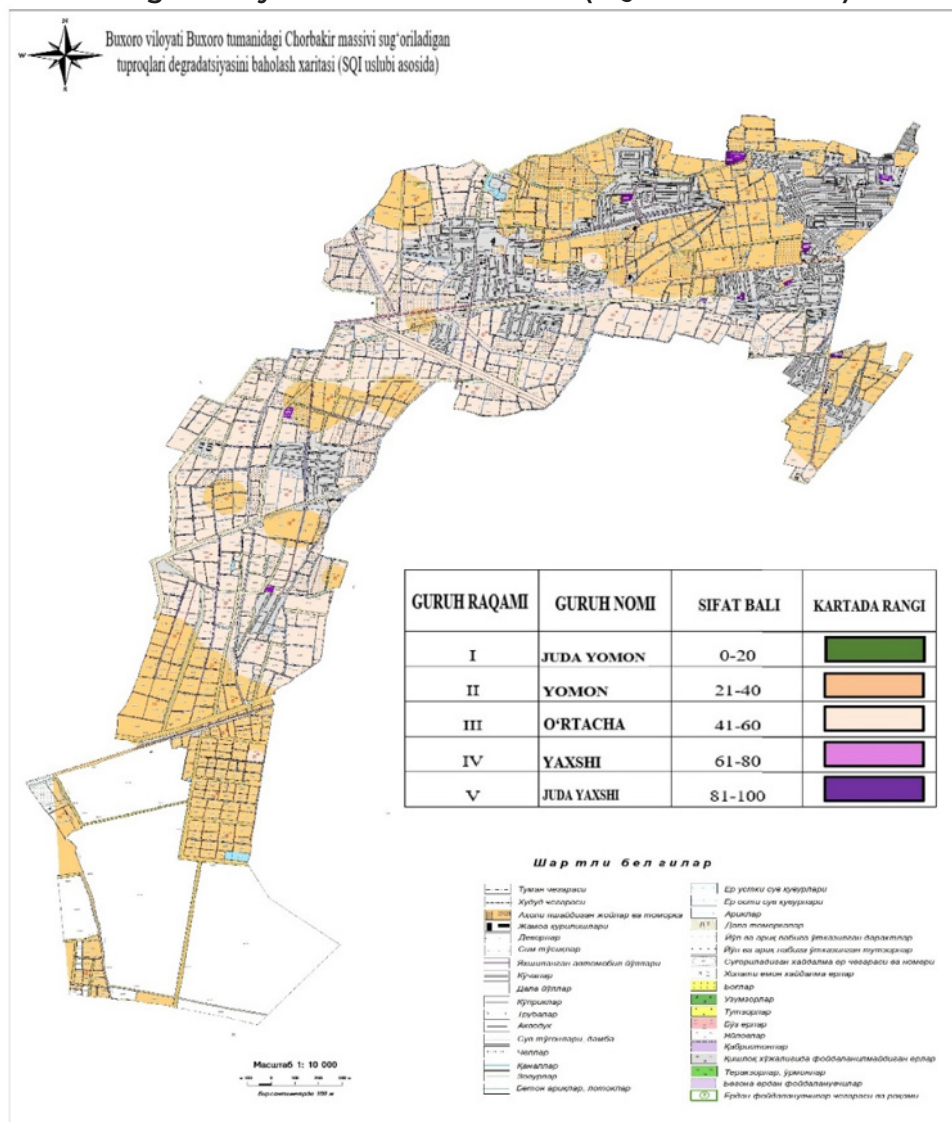
$$SQI = \frac{0,28 + 0,58 + 0,41 + 0,32 + 0,31}{5} = \frac{1,90}{5} = 0,38$$

$$0,38 * 100 = 38 \text{ ball}$$

Baholash natijasida GAT texnologiyalari asosida SQI kartalari ishlab chiqildi, karta ma'lumotlariga ko'ra, "Chorbakir" massivi sug'oriladigan maydoning

katta qismini III (o'rtacha) va IV (yomon) guruhga kiruvchi maydonni egallagan, bu esa hududda degradatsiya jarayonlari kuchli ekanligini ko'rsatdi (1-rasm).

1-rasm. Buxoro viloyati Buxoro tumanidagi “Chorbakir” massivi sug‘oriladigan tuproqlari degradatsiyasini baholash xaritasi (SQI uslubi asosida).



Tuproq sifati indekslari (SQI) ko‘rsatkichlaridan foydalanilgan holda tuproq sifati ball natijalari bo‘yicha degradatsiya gradatsiyalarga ajratib chiqildi va

tadqiqot hududi tuproq tiplari bo‘yicha baholandi, shuningdek, degradatsiya holatlariga tasniflab chiqildi (7-jadvalda).

7-jadval

| Tuproq tiplari | Baholash ballari | Degradatsiya holati |
|----------------------------------|------------------|---------------------|
| Sug‘oriladigan o‘tloqi-cho‘l | 38 | Yomon |
| Sug‘oriladigan o‘tloqi allyuvial | 47,9 | O‘rtacha |
| Sug‘oriladigan o‘tloqi-botqoq | 39,6 | Yomon |

Xulosa qilib aytganda, degradatsiya jarayonlarini ifodalovchi xaritalashda tuproq indikatorlari bo‘yicha ma‘lumotlari muhim ahamiyatga ega, Buxoro tumani

sug‘oriladigan tuproqlarida degradatsiya holatini aniqlashda SQI va GAT texnologiyalari asosida tuzilgan tematik xaritalar tuman miqyosida ilmiy-amaliy

jihatdan asoslangan baholash imkonini beradi. Xususan, sug'oriladigan o'tloqi-allyuvial, o'tloqi-botqoq, o'tloqi-cho'l tuproqlarida kuzatilayotgan sho'rlanish, gumus bilan ta'minlaganlik darajasi kamayishi va struktura buzilishi jarayon-

larini monitoring qilish, degradatsiya xavfini baholash hamda, tuproq unumdorligini saqlash va oshirishga qaratilgan agrotexnik tadbirlarni ishlab chiqishda SQI asosidagi xaritalash usuli yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Sherzod Umarov, Aziz Nurbekov, Nariman Nishanov, Muhammadjon Qosimov, Shukhrat Bobomurotov, Muxammad Umarov, Botir Khaitov, Normamat Namozov. Land degradation in Uzbekistan: key challenges and sustainable solutions. *Frontiers in Sustainable Food Systems journal*, 2025, December 02. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1676403>.

2. Chaudhry, H., Vasava, H.B., Chen, S., Saurette, D., Beri, A., Gillespie, A., Biswas, A. Evaluating the Soil Quality Index Using Three Methods to Assess Soil Fertility. *Sensors*, 24(3), 864, 2024. <https://doi.org/10.3390/s24030864>.

3. FAO. Soil degradation and restoration. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/en/>.

4. Leon, J., Osorio, N. Role of Litter Turnover in Soil Quality in Tropical Degraded Lands of Colombia. *Scientific World Journal*, 13, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/693981>.

5. Meitasari, R., Hanudin, E., Purwanto, B.H. Comparison of two soil quality assessment models under different land uses and topographical units on the southwest slope of Mount Merapi. *Soil & Water Research*, 19(2), 77–89, 2024. <https://doi.org/10.17221/76/2023-SWR>.

6. Reddy, G.O., Kumar, N., Singh, S.K. Remote sensing and GIS in mapping and monitoring of land degradation. In *Geospatial Technologies in Land Resources Mapping, Monitoring and Management*, pp. 401–424, 2018. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-78711-4_20.

7. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв.-М.: МГУ, – 1970. – С. -486.

UDC: 631.417.1: 332.36:502.65

SOILS AS A KEY TO CLIMATE RESILIENCE: INTERNATIONAL EXPERIENCE AND A ROADMAP FOR DEVELOPING UZBEKISTAN'S CARBON INFRASTRUCTURE

Yurtaev A.A.

Associate Professor, Head of the International Integrated Research Laboratory for Climate Change, Land Use and Biodiversity Studies, Institute of Environmental and Agricultural Biology, Tyumen State University, Tyumen, Russia

Rattan Lal

Professor, Ohio State University, Department of Environment and Natural Resources, Director of CFAES Rattan Lal Center for Carbon Management and Sequestration, Columbus, Ohio, USA

Gafurova L.A.

Professor of the Department of Soil Science, Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan; Foreign Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Tashkent, Republic of Uzbekistan

Shvartseva O.S.

Associate Professor, Leading Researcher at the International Integrated Research Laboratory for Climate Change, Land Use and Biodiversity Studies, Institute of Environmental and Agricultural Biology, Tyumen State University, Tyumen, Russia

Annotation: Soil is a key manageable carbon reservoir and the foundation of climate-resilient agriculture, especially in arid regions. This article synthesizes international and Russian experience with carbon monitoring sites and soil-based carbon dioxide removal (CDR) technologies (biochar, cover crops, conservation agriculture). Using Uzbekistan as a case study. The article analyzes climate risks and soil degradation, and proposes a step-by-step roadmap for developing a national carbon(C) infrastructure, including a network of monitoring sites, a measurement reporting and verification (MRV) system, and mechanisms for certifying C credits for the country's agricultural landscapes

Key words: soil carbon, carbon monitoring sites, biochar, CDR projects, soil re-carbonization, climate-resilient agriculture, Uzbekistan, nature-based solutions.

Annotatsiya: Tuproqlar arid hududlarda boshqariladigan asosiy uglerod rezervuari va iqlimga chidamli qishloq xo'jaligining tayanchi sifatida ko'riladi. Maqolada Rossiya va boshqa mamlakatlarda karbon poligonlari hamda biochar, qoplovchi ekinlar va konservatsion dehqonchilikka asoslangan tuproq CDR amaliyotlari tajribasi umumlashtiriladi. O'zbekiston misolida iqlimiy xatarlar va tuproq degradatsiyasi tahlil qilinib, karbon infratuzilmasini rivojlantirish bo'yicha bosqichma-bosqich milliy "yo'l xaritasi" taklif etiladi: poligonlar tarmog'i, MRV tizimi va uglerod birliklarini sertifikatlash.

Kalit so'zlar: tuproq uglerodi, karbon poligonlari, biochar, CDR loyihalari, tuproqni rekarbonizatsiya qilish, iqlimga chidamli qishloq xo'jaligi, O'zbekiston, tabiatga asoslangan yechimlar.

Аннотация: Почвы рассматриваются как ключевой управляемый резервуар углерода и основу климатически устойчивого земледелия в аридных регионах. В статье обобщён международный и российский опыт карбоновых полигонов и почвенных CDR-технологий (биоуголь, покровные культуры, консервационное земледелие). На примере Узбекистана

проанализированы климатические риски и деградация почв, предложена поэтапная «дорожная карта» национальной карбоновой инфраструктуры, включающая сеть полигонов, MRV-систему и механизмы сертификации углеродных единиц для агроландшафтов страны.

Ключевые слова: почвенный углерод, карбоновые полигоны, биоуголь, CDR-проекты, рекарбонизация почв, климатически устойчивое земледелие, Узбекистан, природно-ориентированные решения.

1. INTRODUCTION

Global climate change is one of the key threats to sustainable development. An increase in frequency and intensity of extreme weather events, shifts in hydrological regimes, and declining productivity of agro-ecosystems are already widely observed in many regions of the world. To achieve the goals of the Paris Agreement and limit global warming to 1.5–2°C, reducing emission of greenhouse gas (GHG) alone may not be adequate. Rather, a systemic transition towards nature-based solutions is essential. The latter must harness the carbon (C) sink capacity of ecosystems and based on the strategy of the recarbonization of the terrestrial biosphere [7, 13, 18].

According to the policy brief by the United Nations Development Program (UNDP) and the Government of Uzbekistan, Green Growth and Climate Change in Uzbekistan [36], the development of a green economy and the large-scale deployment of nature-based technologies are identified as priorities of the national climate policy. Towards global implementation, however, policy-makers must address these objectives by creating national C removal portfolios comprising of the balanced sets of natural and technological solutions adapted to the socio-economic conditions of specific countries [9]. For Uzbekistan, where arid ecosystems and irrigated agriculture predominate, a pertinent strategy is to combine soil-based carbon dioxide removal (CDR) technologies (biochar, cover crops, soil recarbonization) with institutional mechanisms for measurement, reporting and verification (MRV). This strategy is reinforced by the development of the Uzbekistan Green Taxonomy, in which the classification of

“green” projects is considered a basic tool for attracting investment in approaches of the low-C development [38].

Soils occupy a central place in such a strategy, representing the largest terrestrial C reservoir (≈ 2400 Gt C to 1-m depth), which significantly exceeds the C stock of the atmosphere and biosphere combined [25, 27]. Thus, even moderate changes in soil organic carbon (SOC) stocks can substantially influence the global C budget [19]. Therefore, the conservation and restoration of SOC is one of the most reliable and scalable mechanisms of atmospheric CDR and long-term stabilization in soil organic matter (SOM). In the international agenda, these approaches are being advanced within the framework of nature-based solutions and the “4 per 1000” initiative, according to which an annual SOC increase of about 0.4% in the top 0 to 40 cm depth could potentially offset a significant share of anthropogenic emissions [23, 25].

In many countries—from Europe and North America to Australia and the states of the Global South—networks of observational and C monitoring sites are being established to assess the C cycle. Using eddy covariance, chamber-based measurements, and C stock inventories, these sites provide baseline emission levels and assess the effectiveness of nature-based technologies in agricultural landscapes [7, 27, 32]. Such systems are becoming the core of national C infrastructure, supplying comparable data for modelling, MRV platforms, and climate projects (Fig. 1). Russia is actively developing its own network of C monitoring sites and legal mechanisms to support them, and is integrating these efforts into the international architecture of climate monitoring and regulation [1, 12, 22].

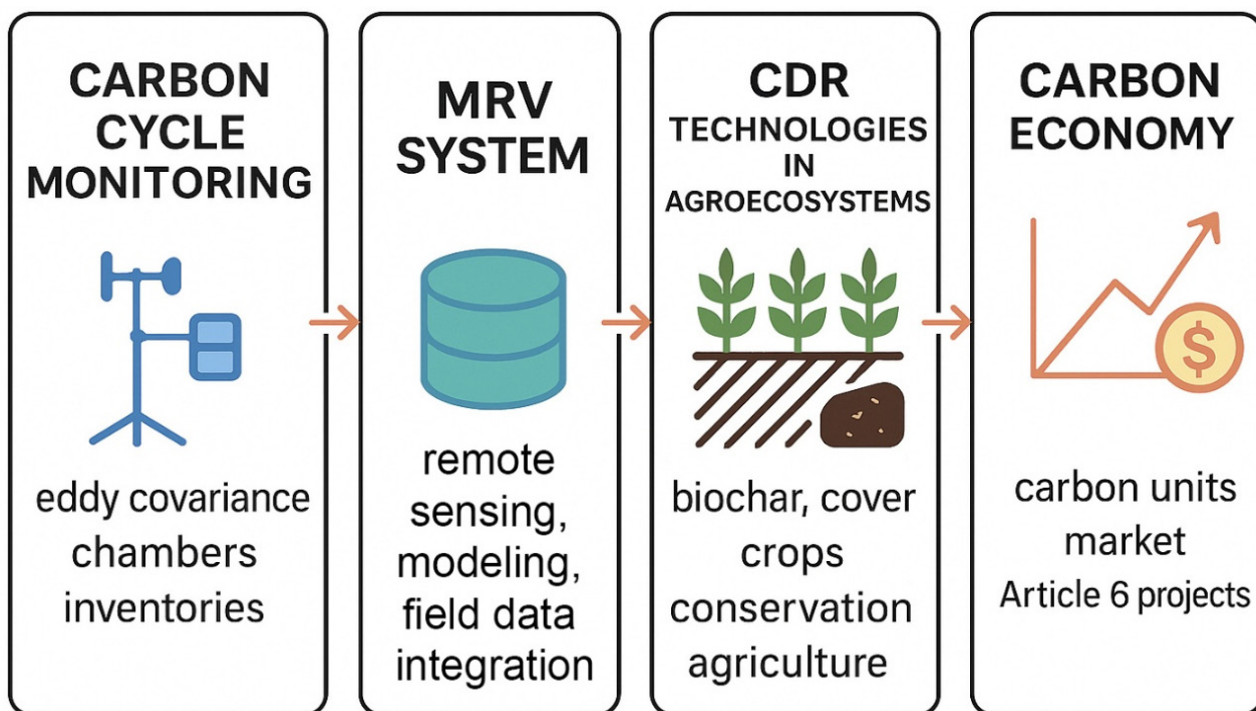


Figure 1. Carbon management system: from monitoring to the economy (monitoring → MRV → CDR technologies → carbon market).

The strategy presented in this article is particularly relevant for the countries of Central Asia, where an arid climate, soil degradation, and low SOM content aggravate the vulnerability of agricultural landscapes to anthropogenic climate change (ACC). Uzbekistan, combining a high share of irrigated agriculture with rich agrarian traditions and increasing climate risks, represents an appropriate environment for adapting soil-based CDR technologies that have already been tested in arid and semi-arid regions worldwide, and towards an endeavor for establishing sites for its own system of monitoring.

This review article encompasses an analytical approach. Its primary objectives comprise: 1) evaluate the role of soil ecosystems in ensuring climate resilience and low-C economic development, 2) synthesize international and Russian experience in monitoring C cycle, 3) discuss a strategy of implementation of soil-based CDR projects, and 4) analyze the potential and prospects for adapting these approaches under the agro-ecological conditions of Uzbekistan.

2. EVALUATING THE CARBON CYCLE AND ITS ROLE IN CARBON MONITORING SITES

Quantitative assessment of GHG fluxes between the atmosphere and the land surfaces is the foundation of modern climate science and a necessary condition for developing realistic low-C economy [7, 27]. The objective of such monitoring is not only to quantify the current emission of GHGs but also to generate stable time series that capture the spatial, seasonal, and interannual variability of C exchange across different ecosystem types, including agricultural landscapes [20, 32]. These data form baseline emission levels that serve as a reference for evaluating the climate impact of nature-based technologies and CDR projects.

In many countries of Europe, North America, and Australia, monitoring is organized in the form of networks of field stations and C monitoring sites (Fig. 2), designed for assessing the C cycle and testing soil-based measures aimed at C sequestration [12, 13]. Such sites are integrated into international observation systems and form the core of national C

infrastructure, providing comparable data for models, MRV platforms, and climate projects [4, 32].

The methodological framework of C monitoring sites typically includes three complementary groups of methods:

- **Eddy covariance:** It is a direct measurement method of vertical fluxes of CO₂, H₂O and other gases between the surface and the atmosphere, enables the acquisition of data on the diurnal and seasonal dynamics of C exchange at the ecosystem level [3].
- **Chamber-based methods:** It

measure instantaneous CO₂, CH₄ and N₂O emissions using static or dynamic chambers combined with portable infrared gas analyzers. These approaches provide high spatial resolution and make it possible to assess the effects of specific agricultural practices [3, 27].

- **Inventory-based approaches:** These are designed to assess organic and inorganic C stocks and N₂O in different soil horizons and land-use types, and provide the basis for estimating long-term SOC changes and testing different models [27].

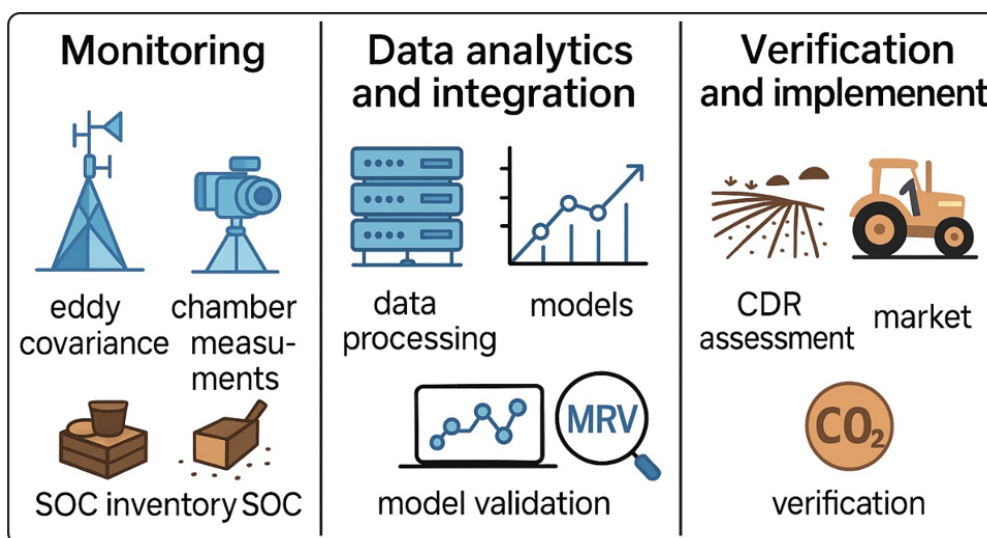


Figure 2. Structure of a carbon monitoring site and its key functions (monitoring, data analytics and integration, verification, and implementation of CDR projects).

The combination of micrometeorological, chamber-based, and inventory measurements provides an integrated understanding of the C balance and enables comparison of the effects of different CDR technologies. At the same time, data from monitoring sites are used not only for scientific analysis but also as an evidence base for the certification of climate projects, because they establish reliable baseline levels and observation datasets for MRV systems [4, 32].

The development of digital and remote-sensing technologies is taking C monitoring to a new level. New MRV platforms, such as the European Field Observatory Network (FiON), demonstrate the potential of integrating satellite data,

in situ sensors, and model-based assessments to support operational accounting of soil C and GHG fluxes over large areas [26]. Similar approaches are gradually being introduced in Russia. An example of this approach is the Kuchak C monitoring site of Tyumen State University. This site comprises of chamber measurements, micrometeorological observations, and C stock inventories which are combined across forest, wetland, and agricultural landscapes.

Taken all together, C monitoring sites perform three key functions. First, a monitoring function: to provide continuous measurements of GHG fluxes and meteorological parameters required to analyze the seasonal and

interannual dynamics of C exchange. Second, an analytical function: to serve as a basis for modelling C balances and producing maps of emission indicators, which is critical for planning climate and agricultural policy [23]. Third, a verification function: to generate datasets used to verify reporting and certify climate projects within MRV systems at national and international levels [42].

For Uzbekistan, the experience of establishing C monitoring sites in arid and semi-arid regions of the world is of particular interest. It shows how standardized measurement protocols and long-term observations allow a transition from isolated experiments to a stable soil C management system that simultaneously supports scientific research, agricultural practices, and C market instruments. In the following sections, this experience is considered as a methodological prototype for designing the first C monitoring site and configuring an MRV system in the agricultural landscapes of Uzbekistan.

3. CDR PROJECTS AS THE PRACTICAL PHASE OF THE CARBON AGENDA

Monitoring the C cycle and the establishing baseline levels create the scientific foundation for emission assessment but do not, by themselves, ensure the achievement of climate neutrality. The next step is a transition from observation to active technologies of C removal and long-term sequestration. In this context, CDR solutions—methods for extracting CO₂ from the atmosphere followed by its stabilization in biogeochemical or engineered reservoirs—are of particular importance [7, 17]. A substantial share of these approaches is directly related to the management of plant biomass and SOM stock of agricultural landscapes [13, 27].

Modern CDR technologies are classified into three groups [7]. The first includes biological methods (i.e., reforestation, agroforestry, wetland

and vegetation restoration) through which C is stored in biomass and soil for decades to centuries. The second group encompasses soil-based measures such as under cover crops, mulching, incorporation of organic residues, reduced tillage, and other elements of conservation agriculture (CA) that promote increases in SOC stocks [23, 29]. The third group consists of geochemical approaches, such as enhanced weathering of silicate rocks and mineral carbonation, which provide long-term CO₂ sequestration in the form of stable minerals [5].

In practice, CDR solutions are increasingly being integrated into agricultural landscapes through pilot projects and portfolios of technologies. For example, large-scale enhanced weathering experiments in the United States have demonstrated the potential to combine long-term C sequestration with increases in crop yields [6]. In EU countries, methodologies for certifying agricultural CDR credits are being developed, taking into account both biological and geochemical approaches [1, 10]. These examples illustrate the transition from an experimental phase toward incorporating CDR into full-scale climate and economic policy.

Particular attention among soil-based technologies is given to biochar, a product of biomass pyrolysis under limited oxygen supply. Its high degree of aromaticity, well-developed porosity, and chemical stability simultaneously improve the agrophysical properties of soils and create a long-term C reservoir [31, 41]. As a result, biochar is considered one of the most technologically advanced and scalable soil-based CDR technologies.

Meta-analyses of field and modelling studies show that biochar application on average:

- increases SOC content by 20–30% [14];
- reduces N₂O emissions by 20–50% [8,

31];

- enhances water-holding capacity, field capacity, and porosity by 10–30% depending on soil type [11]; and
- increases crop yields in field experiments by 10–20% under optimal application rates and pyrolysis conditions [39].

At the same time, the effect of biochar differs depending on soil texture, climate, antecedent SOC levels, feedstock type, and pyrolysis temperature regime [41]. In some cases, impacts on yields and GHG emissions are neutral, and economic efficiency depends on biomass availability as well as on the costs of pyrolysis and logistics. Therefore, the use of biochar requires regionally adapted approaches and careful assessment of benefits and costs.

The most promising results are achieved when biochar is combined with cover crops and other pillars of CA. In such systems, part of the C accumulates temporarily in biomass, while another part becomes stabilized as slowly decomposing soil C, and creating agro-ecosystems with a positive or near-neutral C balance [23, 25, 29].

For arid and semi-arid regions, including the countries of Central Asia, the combination of biochar, cover crops,

and resource-efficient tillage offers a dual benefit: it simultaneously increases SOC stock and enhances the resilience of agro-ecosystems to drought, salinity, and structural degradation. Thus, soil-based CDR technologies are viewed as a key component of future pilot projects and carbon monitoring sites in Uzbekistan (Fig.3).

4. SOIL CARBON IN UZBEKISTAN: RISKS, STATUS, AND POLICY CONTEXT

4.1. Climate risks and water stress

Uzbekistan is among the most climate-vulnerable countries of Eurasia. According to World Bank assessments, over the past decades the country's mean annual temperature (MAT) has increased by approximately 1.5°C, while the frequency of extreme droughts and heatwaves has also risen significantly [38]. If current trends persist, by 2050 the amount of available water resources may decline by 15–20%, which will inevitably intensify drought stress and pressure on the agricultural sector. Climate inertia and insufficient adaptation could reduce Uzbekistan's rate of economic growth by several percentage points by mid-century, placing the transition to a water- and C-efficient development model among the country's strategic priorities [36, 38].

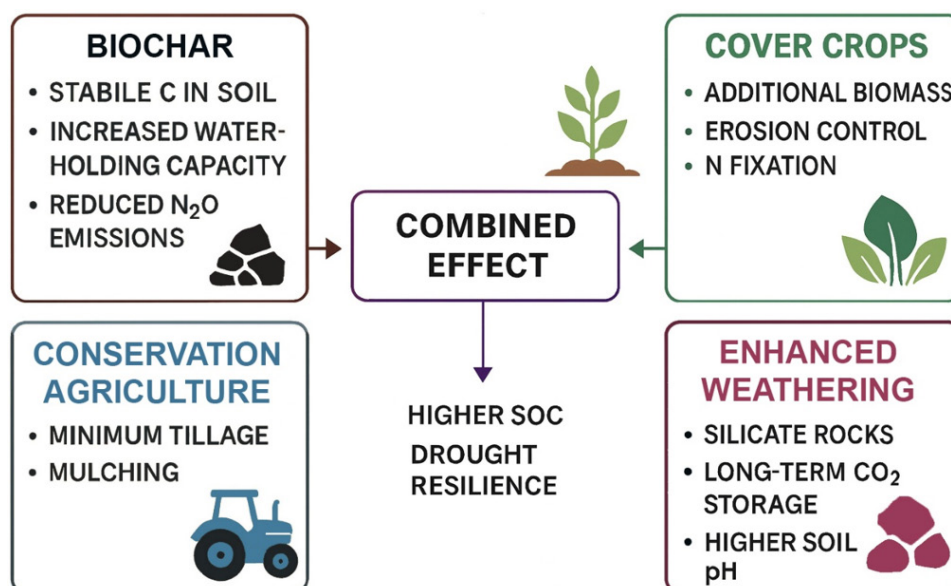


Figure 3. Portfolio of soil-based CDR technologies for arid agricultural landscapes.

4.2. Soil degradation and depletion of soil organic carbon

The soil cover of the country's agricultural lands is represented predominantly by Serozems and meadow-Serozem soils, which have long been affected by irrigation and intensive mineralization of their SOM content. According to FAO data, the average SOC content in the topsoil of croplands in the arid zones of Central Asia is around only 0.4–1.2%, which is 3–5 times lower than the typical values for cropland soils in temperate regions [25, 40]. Depletion of the SOC stock can reduce water-holding capacity, deterioration of soil structure, and an increased risk of erosion and secondary salinization [17, 27].

The most pronounced degradation processes are observed in the Bukhara,

Samarkand, and Kashkadarya regions, where compaction of the topsoil horizon, secondary salinization, and disruption of the water regime have been documented. Studies of soils in the Fergana Valley show SOC contents as low as 0.37–0.81%, high salinity and heavy metal accumulation, which further limit the productivity of agro-ecosystems [34]. In arid ecosystems, soil degradation is accompanied by a reduction in SOM stocks and a decline in biological activity, keeping soils “far from saturation” with respect to C while simultaneously constraining their potential as a stable C sink [20, 21]. Table 1 provides comparative data for diverse agro-ecological. Zones on SOC content and types of soil degradation across the agro-ecological zones of Uzbekistan are presented in Table 1.

Table 1

Average soil organic carbon (SOC) content and types of degradation in the agro-ecological zones of Uzbekistan (based on regional and international studies)

| Agro-ecological zone | Dominant soil types | Average SOC content, % (0–30 cm) | Major forms of degradation | Source |
|---|---|----------------------------------|---|----------|
| Fergana Valley (<i>Central Fergana, Andijan, Namangan, Fergana</i>) | Serozems, meadow-serozem irrigated | 0.37–0.81% | Secondary salinization, compaction, heavy metal contamination | [34] |
| Irrigated valleys of the mid-Zarafshan and Syrdarya rivers (<i>Samarkand, Tashkent, Syrdarya, southern Bukhara</i>) | Serozem soils, gray-brown soils, meadow-serozem, serozem-meadow soils | 0.4–0.8% | Secondary salinization, dehumification, erosion | [40, 43] |
| Desert-steppe regions (<i>Navoi, Karakalpakstan, Khorezm, northern Bukhara</i>) | Gray-brown solonchak, meadow-alluvial, desert-sandy | 0.2–0.4% | High salinity, wind erosion, low organic matter content | [38, 40] |
| Transitional rainfed foothills (<i>Jizzakh, Kashkadarya, southern Navoi</i>) | Gray-brown, serozem-meadow, solonchak | 0.3–0.6% | Loss of organic matter due to tillage, erosion, drought | [40, 43] |
| Mountain and foothill pastures (<i>Surkhandarya, Tien Shan, Western Pamir-Alai</i>) | Mountain brown, serozem | 0.5–1.0% | Hillslope erosion, dehumification, overgrazing | [2, 33] |

Taken all together, these factors create a “double deficit”—C and water. On the one hand, low SOC levels reduce the soil’s capacity to retain moisture, increase yield variability, and heighten sensitivity to drought. On the other hand, the lack of systematic accounting for SOC stock and GHG fluxes complicates the integration of Uzbekistan’s agricultural landscapes into national and international climate reporting systems [27, 32]. Therefore, restoring soil C is globally considered a key instrument for simultaneously reducing climate risks and enhancing the resilience of hydric-agricultural systems [23, 25].

4.3. National climate policy and the prerequisites for developing carbon infrastructure

In response to growing climate and water-related risks, Uzbekistan is developing its own C agenda. The Law No. 1073 of the Republic of Uzbekistan “Limiting Greenhouse Gas Emissions (2025)”/ established the regulatory basis for managing the national C balance and implementing climate projects, including soil-based CDR solutions. The Law provides for the phased introduction of systems for emissions accounting and limitation, development of C trading mechanisms and the payment for ecosystem services, and the preparation of national monitoring methodologies [44].

An additional step was Resolution of the Cabinet of Ministers No. 117 of 10 March 2024, which establishes a temporary procedure for implementing emissions trading projects and mandates their registration and verification at the national level [45]. Together with the Uzbekistan Green Taxonomy developed with the support of the World Bank, this forms the framework of future C infrastructure, in which “green” projects in agriculture and land-use management represent one of the priority segments

[37].

International initiatives in C monitoring and MRV for soil C (i.e., the GSOC-MRV Protocol and specialized guidelines for SOC accounting in agricultural landscapes) serve as scientific and methodological reference points [32, 35, 42]. This protocol allows Uzbekistan to rely on well-tested approaches when developing its own methodologies and establishing a network of observational sites, including C monitoring sites across diverse agroclimatic zones.

In this context, international and Russian experience in soil re-carbonization (biochar, cover crops, elements of CA) and the implementation of climate projects on agricultural lands serves not only as a ready-made “roadmap” but also provides practical models and evidence of effectiveness [14, 28, 29, 41].

5. PROSPECTS FOR DEVELOPING UZBEKISTAN’S NATIONAL CARBON INFRASTRUCTURE

The contemporary climate agenda places C management beyond the boundaries of a scientific task and is turning it into an instrument of sustainable development and economic policy. Many countries are establishing national C regulation systems that combine monitoring, assessment, and active management of ecosystem C balances [7, 16]. Within this context, soil C is one of the key manageable pools, while C monitoring sites and soil-based CDR technologies form the core infrastructure for monitoring, verification, and certification (Fig. 4).

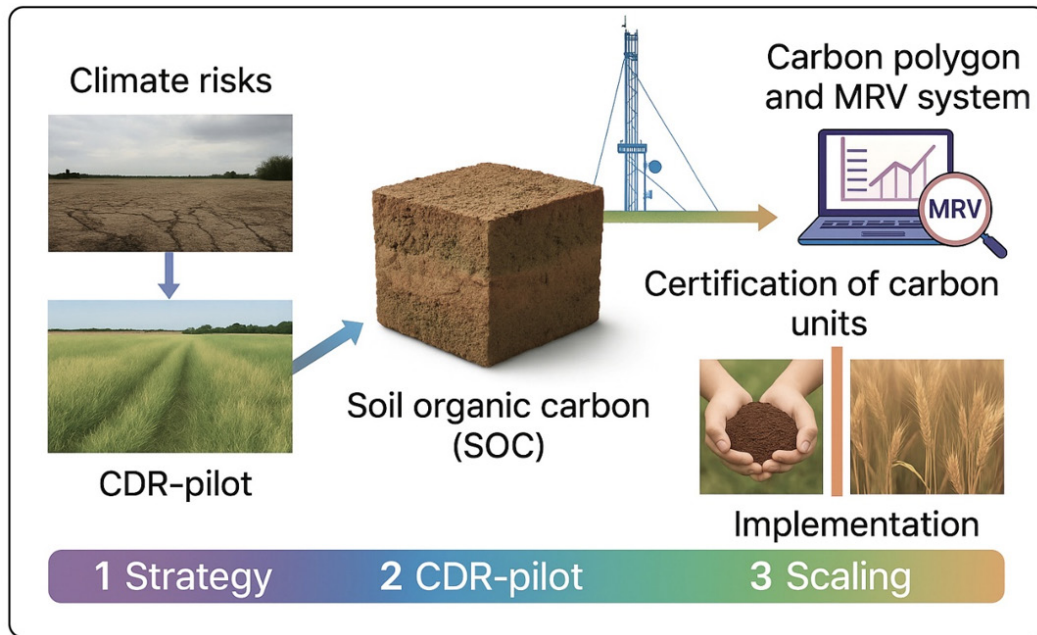


Figure 4. National carbon infrastructure of Uzbekistan: soil organic carbon (SOC) as the core linking climate risks, pilot projects, carbon monitoring sites/MRV systems, and carbon unit certification.

For Uzbekistan, which is vulnerable to both C and drought stress, the development of a comparable infrastructure creates opportunities to integrate climate, water, and agricultural policies. Sequestration of SOC can simultaneously reduce vulnerability of agriculture to drought, improve productivity, and create a foundation for participation in C markets and international climate mechanisms [19, 25].

5.1. Strategic directions for cooperation and institutional development

Given the existing scientific foundation and regulatory prerequisites, several strategic directions can be identified for developing Uzbekistan’s national C infrastructure:

1. Establishing a network of carbon monitoring sites. It focuses on a joint development of experimental sites in key agroclimatic zones (e.g., Sierozems of irrigated valleys, rainfed and pasture landscapes, saline soils) using comparable methodologies for measuring GHG fluxes and SOC stocks [3, 32]. The Russian experience with C monitoring sites can serve as a model for selecting design solutions and observation protocols

[12, 22].

2. Implementing soil-based CDR technologies. It involves transition from isolated experiments to pilot projects aimed at increasing SOC stocks in agricultural landscapes through biochar, cover crops, and elements of conservation agriculture [14, 29, 41]. It is important to prioritize adaptation of these solutions to arid ecoregions prone to water-resource constraints, including through optimization of irrigation rates and the use of local organic feedstock for biochar production.

3. Developing an MRV system for soil carbon. Establishing a national methodological and technical framework for the MRV of SOC and GHG fluxes based on international guidelines is pertinent to payments to land managers for ecosystem services [32, 35, 42]. This strategy would include standardized protocols for sampling and laboratory analysis, use of remote sensing and modeling, and specialist training.

4. Creating a competence center and educational programs. It comprises of expanding scientific and educational cooperation among universities and research institutions of Uzbekistan,

Russia, and other countries in the region; establishing joint laboratories and master's/doctoral programs on soil carbon, adopting CDR technologies and the related climate legislation [27, 38]. Such a competence center could become the technical “core” supporting project implementation and methodological development.

5. Integration into global initiatives and markets. Participation in international soil sequestration programs (e.g., the “4 per 1000” initiative), C monitoring networks, and mechanisms under Article 6 of the Paris Agreement helps strengthen confidence in national data, create demand for C units, and attract external investment [13, 24, 30].

Thus, cooperation between Russia and Uzbekistan in the areas of C monitoring sites, MRV, and soil-based CDR technologies can serve as an “accelerator” for building a mature national system of soil C management.

5.2. Roadmap for establishing a system of carbon monitoring sites and

soil-based CDR projects

The establishment of a national system of C monitoring sites and soil-based CDR projects should be implemented in stages, combining institutional, methodological, and technological measures. Table 2 presents a consolidated roadmap that reflects the logic of transitioning from problem formulation to the sustainable functioning of Uzbekistan’s C infrastructure.

Stage I. Preparatory (2025–2026). The key objective is the political and institutional formulation of the task. At this stage, an interagency understanding of the C agenda is established, responsible authorities are identified, and a coordination mechanism is created. The concept of a national MRV system for SOC and GHG is developed, and cooperation is initiated with international organizations (e.g., WB, FAO, UNDP) on pilot projects. The main risks are associated with delays in coordination and limited human resources, yet this stage defines the framework for subsequent actions [35, 42].

Table 2

Stages in developing a national system of carbon monitoring sites and CDR projects in Uzbekistan

| Stage and period | Main directions | Key outcomes |
|--|---|--|
| I. Preparatory stage (position setting and coordination), 2025–2026 | Formulating a national policy position on the carbon agenda; identifying responsible governmental bodies; preparing the concept of a national MRV system; initiating discussions on pilot sites with partners. | A coordinated interagency understanding of goals and priorities; political backing and a concept for establishing an MRV system. |
| II. Organizational and methodological stage, 2026–2028 | Establishing an Interagency Carbon Council; launching 2–3 pilot carbon monitoring sites; developing national MRV methodologies (GHG, SOC); preparing the regulatory framework for CDR projects and a national carbon unit registry. | An institutionally formalized coordination system; operational methodologies and pilot sites aligned with international MRV standards. |
| III. Technological and demonstration stage, 2028–2030 | Implementing biochar, cover crops, and conservation agriculture technologies; expanding carbon monitoring sites; launching the first CDR projects and verified reports. | Technological readiness and verified results on SOC accumulation; preparation for certification and issuance of carbon units. |
| IV. Market and integration stage, 2030–2032 | Establishing a national carbon unit certification system; launching domestic and export carbon markets; regular reporting under Article 6 of the Paris Agreement. | A functioning carbon unit market; international recognition and Uzbekistan’s participation in global carbon mechanisms. |

Stage II. Organizational and methodological (2026–2028).

In the second stage, the focus shifts to establishing the infrastructure and methodological foundation. An Interagency Carbon Council is formed, and the first 2–3 C monitoring sites are launched in contrasting agroclimatic zones. Based on international guidelines, national MRV methodologies for GHG fluxes and SOC stocks are developed, along with the legal framework for CDR projects and a national C unit registry [32, 42, 45]. Risks include fragmented data and potential delays in regulatory decisions; the expected outcome is an institutionally formalized coordination system and comparable data from pilot sites.

Stage III. Technological and demonstration (2028–2030).

The third stage focuses on testing and scaling technologies. On the basis of C monitoring sites, pilot production areas are established where biochar, cover crops, elements of CA, and, where relevant, enhanced mineral weathering are tested under field conditions [5, 14, 41]. Particular attention is given to adapting practices to arid climates, salinity, and water scarcity. In parallel, a substantial body of MRV data is accumulated, enabling quantitative assessment of the contribution of soil-based CDR technologies to SOC changes and GHG balance. Risks involving natural constraints and investment barriers are validated for technological readiness and preparation for C unit certification.

Stage IV. Market and integration (2030–2032).

The final stage assumes a transition from pilot projects to a functioning C market involving the following: 1) establishing a C-unit certification system based on recognized standards and national MRV methodologies, 2) launching a domestic market, and 3) piloting a participation format in international mechanisms under Article 6 of the Paris Agreement [24, 30]. The primary risk is market

uncertainty and initially low liquidity. With successful implementation of previous stages, however, Uzbekistan gains access to additional sources of financing and the status of a reliable partner in the global climate architecture.

Taken all together, the proposed roadmap ensures a consistent transition: from institutional goal-setting and the development of a scientific and methodological foundation to the scaling of soil-based CDR technologies and integration into national and international C markets. This creates a basis for systematic management of soil C stock, water resources, and climate risks in Uzbekistan's agricultural landscapes.

6. CONCLUSION

Soil ecosystems are one of the key components of climate resilience and at the same time a foundation of advancing water and food security. Contemporary research shows that restoring and increasing soil organic carbon stocks enhances water-holding capacity, improves soil structure, and reduces irrigation demand. These factors are critical for advancing the sustainable use of arid regions of Uzbekistan [19, 27]. Even a moderate increase of SOC, about 0.3–0.4% per year to 40-cm depth as per the Paris Accord, can simultaneously offset part of anthropogenic CO₂ emissions and reduce risks of soil degradation and drought [25].

International experience emphasizes that the fundamental condition for moving from conceptual declarations to practical climate solutions is the establishment of national MRV infrastructure for soil C and sequestration reducing GHG fluxes [15, 35, 42]. Such systems ensure data comparability, transparency of reporting, and certification of projects; in the context of Uzbekistan, they directly link SOC assessment to the management of water balance in agricultural landscapes.

The roadmap for developing national C infrastructure proposed in this article

outlines a realistic sequence of steps: from institutional goal-setting and the creation of a methodological foundation (2025–2028), through demonstrating the effectiveness of soil-based CDR technologies at C monitoring sites (2028–2030), to the formation of a full-fledged C unit market and integration into international mechanisms under Article 6 of the Paris Agreement (2030–2032) [7, 24]. This configuration aligns Uzbekistan's actions with the global climate agenda and COP cycles.

The practical implementation of the roadmap is based on the combination of biochar, cover crops, and elements of conservation agriculture, whose effectiveness in increasing SOC and reducing GHG emissions has been confirmed by international studies [14, 31, 41]. Biochar and related practices increase SOC and water-holding capacity, reduce evaporation, and improve irrigation water-use efficiency—all crucial in a country where agriculture consumes up to 90% of available freshwater resources [42]. Thus, soil-based CDR technologies provide a “double dividend”: a climate dividend (reduced emissions

and increased SOC stock) and a water-agricultural dividend (greater yield stability and land productivity).

The creation of a network of C monitoring sites supported by national MRV methodologies and a C unit certification system [30] will enable Uzbekistan to move from fragmented initiatives to systematic management of C and water balances in its agricultural landscapes. Combined with a developing regulatory framework and international scientific cooperation, this article establishes the prerequisites for forming a domestic C unit market integrated into the global climate architecture and “green” finance mechanisms.

Looking ahead, the development of a soil C agenda may become for Uzbekistan not only a tool for reducing climate risks but also the backbone of a green growth strategy. The institutionalization of C projects, participation in global MRV initiatives, and the scaling of soil-based CDR technologies lay the foundation for a transition toward climate-resilient agriculture and rational water use under accelerating climate change.

REFERENCES

1. Agafonov V. B. The Role of Natural and Climatic Projects in Legal Support of Environmental and Climate Security of the Russian Federation // *Ecological law*. 2024. – С. –2-4.
2. Akramkhanov A. [и др.]. *Soils and Soil Ecology in Khorezm* под ред. С. Martius [и др.], Dordrecht: Springer Netherlands, 2012. – С. –37-58.
3. Baldocchi D. D. Assessing the eddy covariance technique for evaluating carbon dioxide exchange rates of ecosystems: past, present and future // *Global Change Biology*. 2003. № 4 (9). – С. –479-492.
4. Batjes N. H. [и др.]. Towards a modular, multi-ecosystem monitoring, reporting and verification (MRV) framework for soil organic carbon stock change assessment // *Carbon Management*. 2024. № 1 (15). – С. –2410812.
5. Beerling D. J. [и др.]. Potential for large-scale CO₂ removal via enhanced rock weathering with croplands // *Nature*. 2020. № 7815 (583). – С. – 242-248.
6. Beerling D. J. [и др.]. Enhanced weathering in the US Corn Belt delivers carbon removal with agronomic benefits // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2024. № 9 (121). – С. e2319436121.
7. Calvin K. [и др.]. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. 2023.
8. Cayuela M. L. [и др.]. Biochar's role in mitigating soil nitrous oxide emissions: A review

and meta-analysis // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2014. (191). – С. –5-16.

9. Chiquier S. [и др.]. Integrated assessment of carbon dioxide removal portfolios: land, energy, and economic trade-offs for climate policy // *Environmental Research Letters*. 2025. № 2 (20). – С. –024002.

10. Criscuoli I. [и др.]. Lessons learned from existing carbon removal methodologies for agricultural soils to drive European Union policies // *European Journal of Soil Science*. 2024. № 5 (75). – С. e13577.

11. Edeh I. G., Mašek O., Buss W. A meta-analysis on biochar's effects on soil water properties – New insights and future research challenges // *Science of The Total Environment*. 2020. (714). – С. 136857.

12. Gakaev R., Dzhandarova L., Akhmieva R. Carbon Polygons as a New Tool for Climate Change Management // *SHS Web of Conferences*. 2023. (172). – С. 04005.

13. Griscom B. W. [и др.]. Natural climate solutions // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017. № 44 (114). – С. –11645–11650.

14. Gross A., Bromm T., Glaser B. Soil Organic Carbon Sequestration after Biochar Application: A Global Meta-Analysis // *Agronomy*. 2021. № 12 (11). – С. 2474.

15. JRC Monitoring, Reporting and Verification systems for Carbon in Soils and Vegetation in African, Caribbean and Pacific countries // *JRC Publications Repository* [Электронный ресурс]. URL: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC66514> (дата обращения: 23.11.2025).

16. Komarova I., Bondarenko N., Baibikova K. Carbon landfills as a new step towards achieving carbon neutrality of russian regions in the context of esg transformation // *Journal of Law and Sustainable Development*. 2023. № 1 (11). – С. – e0275.

17. Lal R. Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems // *Food Policy*. 2011. (36). – С. –S33-S39.

18. Lal R. Soil carbon management and climate change // *Carbon Management*. 2013. № 4 (4). – С. –439-462.

19. Lal R. Soil health and carbon management // *Food and Energy Security*. 2016. № 4 (5). – С. –212-222.

20. Lal R. Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems // *Global Change Biology*. 2018. № 8 (24). – С. 3285-3301.

21. Lal R., Negassa W., Lorenz K. Carbon sequestration in soil // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2015. (15). – С. –79-86.

22. Makarova M. V. [и др.]. From carbon polygon to carbon farm: The potential and ways of developing the sequestration carbon industry in the Leningrad Region and St Petersburg // *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*. 2023. № 1 (68).

23. Martin M. P. [и др.]. Feasibility of the 4 per 1000 aspirational target for soil carbon: A case study for France // *Global Change Biology*. 2021. № 11 (27). – С. –2458-2477.

24. Michaelowa A. [и др.]. International carbon markets for carbon dioxide removal // *PLOS Climate*. 2023. № 5 (2). – С. –e0000118.

25. Minasny B. [и др.]. Soil carbon 4 per mille // *Geoderma*. 2017. (292). –С. –59-86.

26. Nevalainen O. [и др.]. Towards agricultural soil carbon monitoring, reporting and verification through Field Observatory Network (FiON) // 2021.

27. Paustian K. [и др.]. Quantifying carbon for agricultural soil management: from the current status toward a global soil information system // *Carbon Management*. 2019. № 6 (10). – С. –567-587.

28. Pinaev V., Ukhova V., Ledashcheva T. Directions, experience and prospects for the implementation of carbon projects in Russia // *Russian journal of resources, conservation and recycling*. 2023. № 2 (10).

29. Poeplau C., Don A. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2015. (200). – С. –33-41.

30. Schenuit F. [и др.]. Secure robust carbon dioxide removal policy through credible certification // *Communications Earth & Environment*. 2023. № 1 (4). – С. –349.

31. Shrestha R. K. [и др.]. Biochar as a negative emission technology: A synthesis of field research on greenhouse gas emissions // *Journal of Environmental Quality*. 2023. № 4 (52). – С. –769-798.
32. Smith P. [и др.]. How to measure, report and verify soil carbon change to realize the potential of soil carbon sequestration for atmospheric greenhouse gas removal // *Global Change Biology*. 2020. № 1 (26). – С. –219-241.
33. Sommer R., De Pauw E. Organic carbon in soils of Central Asia—status quo and potentials for sequestration // *Plant and Soil*. 2011. № 1–2 (338). – С. –273-288.
34. Turdaliev A. [и др.]. Biogeochemical State of Salinized Irrigated Soils of Central Fergana (Uzbekistan, Central Asia) // *Applied Sciences*. 2023. № 10 (13). – С. –6188.
35. World Bank Soil Organic Carbon MRV Sourcebook for Agricultural Landscapes / World Bank, World Bank, Washington, DC, 2021.
36. World Bank Green Growth and Climate Change in Uzbekistan Policy Dialogue Series / World Bank, Washington, DC : World Bank, 2022.
37. World Bank Guidance Note on Uzbekistan Green Taxonomy / World Bank, Washington, DC: World Bank, 2024.
38. World Bank Uzbekistan Climate Adaptation and Resilience Assessment / World Bank, Washington, DC: World Bank, 2024.
39. Ye L. [и др.]. Biochar effects on crop yields with and without fertilizer: A meta-analysis of field studies using separate controls // *Soil Use and Management*. 2020. № 1 (36). – С. 2-18.
40. Soil organic carbon accumulation and greenhouse gas emission reductions from conservation agriculture: a literature review под ред. S. Corsi, FAO, Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012. – 89 с.
41. Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation под ред. J. Lehmann, S. Joseph, 0-е изд., Routledge, 2015.
42. A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes FAO, 2020.
43. Decision support for mainstreaming and scaling up of sustainable land management – Uzbekistan FAO, 2024.
44. Uzbekistan Adopted Law on Limiting Greenhouse Gas Emissions // National Committee on Ecology and Climate Change of the Republic of Uzbekistan [Электронный ресурс]. URL: <https://gov.uz/en/eco/news/view/67528> (дата обращения: 23.11.2025).
45. Resolution No. 117 on temporary regulations on international greenhouse gas trade projects in Uzbekistan [Электронный ресурс]. URL: https://hpbs.uz/en/articles/temporary-regulation-on-the-implementation-of-greenhouse-gas-emissions-trading-projects-in-uzbekistan?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 23.11.2025).

FARG'ONA VILOYATI SUG'ORILADIGAN TUPROQLARINING SOG'LOMLIK HOLATINI SIFAT INDEKSLARI (SQI) ASOSIDA BAHOLASH

Ruzmetov Maqsud Ismailovich*,
professor

Mirxaydarova Gulmira Sultanovna**,
b.f.n., dotsent

*Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti**
*Toshkent davlat agrar universiteti***

Annotatsiya. Maqolada Farg'ona viloyati sug'oriladigan tuproqlarining sog'lomlik holati ilmiy asoslangan integral ko'rsatkich — Soil Quality Index (SQI) asosida baholangan. Tadqiqotlar davomida tuproqlarning mexanik tarkibi, gumus bilan ta'minlanganlik darajasi, oziqa moddalar zaxirasi, sho'rlanish holati hamda toksik kimyoviy elementlar miqdori o'rganildi. Olingan natijalar tuproq unumdorlik ko'rsatkichlariga nisbatan barqaror ekanini, biroq ayrim og'ir metallar va margumush (As) miqdorining me'yordan oshishi ekologik xavf omillarini shakllantirayotganini ko'rsatdi. SQI natijalari asosida Farg'ona viloyati sug'oriladigan tuproqlaridan barqaror foydalanish va ularning ekologik holatini yaxshilash bo'yicha ilmiy-amaliy xulosalar berildi.

Kalit so'zlar: sug'oriladigan tuproqlar, tuproq sog'lomligi, Soil Quality Index (SQI), agrofizik xossalalar, agrokimyoviy ko'rsatkichlar, og'ir metallar, ekologik ifloslanish, sho'rlanish, Farg'ona viloyati.

Аннотация. В статье проведена оценка состояния почвенного здоровья орошаемых почв Ферганской области на основе научно обоснованного интегрального показателя — Soil Quality Index (SQI). В ходе исследований изучены механический состав почв, степень обеспеченности гумусом, запасы питательных веществ, уровень засоления, а также содержание токсичных химических элементов. Полученные результаты показали, что показатели почвенного плодородия остаются относительно стабильными, однако превышение предельно допустимых концентраций отдельных тяжёлых металлов и мышьяка (As) формирует экологические риски. На основе расчётов SQI сформулированы научно-практические выводы по рациональному использованию орошаемых почв Ферганской области и улучшению их экологического состояния.

Ключевые слова: орошаемые почвы, почвенное здоровье, Soil Quality Index (SQI), агрофизические свойства, агрохимические показатели, тяжёлые металлы, экологическое загрязнение, засоление, Ферганская область.

Annotation. This study evaluates the soil health status of irrigated soils in the Fergana region using the scientifically grounded integrated indicator — the Soil Quality Index (SQI). The research included analysis of soil texture, humus content, nutrient reserves, salinity level, and concentrations of toxic chemical elements. The results indicate that soil fertility parameters remain relatively stable; however, the exceedance of permissible concentrations of certain heavy metals and arsenic (As) contributes to the formation of environmental risks. Based on the SQI assessment, scientific and practical conclusions were formulated regarding the sustainable use of irrigated soils in the Fergana region and the improvement of their ecological condition.

Key words: irrigated soils, soil health, Soil Quality Index (SQI), agrophysical properties, agrochemical indicators, heavy metals, environmental contamination, salinity, Fergana region.

Kirish. So'nggi yillarda qishloq xo'jaligi yerlaridan barqaror foydalanish va ularning ekologik holatini saqlab qolish masalasi ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylandi [1,2]. Ayniqsa, sug'oriladigan tuproqlarning unumdorligi bilan bir qatorda ekologik xavf omillarini inobatga olgan holda kompleks baholash

zarurati ortib bormoqda.

Tuproq sifati va sog'lomligi tushunchasi ilk bor Doran va Parkin tomonidan ilmiy asoslab berilgan bo'lib, ular tuproqni biologik mahsuldorlikni ta'minlash, atrof-muhit sifatini saqlash va inson salomatligini muhofaza qilish qobiliyatiga ega dinamik tizim sifatida ta'riflaganlar [1]. Keyinchalik Karlen va hammualliflar tomonidan tuproq sog'lomligini baholash uchun ko'rsatkichlar tizimi ishlab chiqilib, ularni integral indeks shaklida ifodalash taklif etildi [2].

Soil Quality Index (SQI) metodi Andrews, Karlen va Cambardella ishlari-da yanada takomillashtirilib, tuproqning agrofizik, agrokimyoviy va ekologik ko'rsatkichlarini birlashtirgan holda baholash imkonini berishi isbotlangan [3]. Mualliflar ushbu indeks qishloq xo'jaligi yerlarida tuproq holatini monitoring qilish va boshqarish uchun samarali instrument ekanligini ta'kidlaydilar.

Bir qator tadqiqotlarda SQI metodi sug'oriladigan tuproqlar sharoitida qo'llanilgan. Mukherjee va Lal tropik hamda subtropik hududlarda olib borilgan tadqiqotlarida SQI qiymatlari 55–65 oralig'ida bo'lgan tuproqlar o'rtacha sifat darajasiga ega ekanligini ko'rsatgan [4]. Rahmanipour va hammualliflar sug'oriladigan agrolandshaftlarda SQI natijalari ko'p hollarda unumdorlik ko'rsatkichlari yuqori, biroq ekologik xavf omillari tufayli cheklangan bo'lishini ta'kidlaganlar [5]. Askari va Holden ishlari-da esa unumdorlik va ekologik barqarorlik o'rtasidagi muvozanat SQI orqali aniq ifodalanishi ko'rsatib berilgan [6].

Tuproq sog'lomligini baholashda og'ir metallar va toksik elementlar muhim cheklovchi omillar hisoblanadi. Alloway ma'lumotlariga ko'ra, qo'rg'oshin, xrom, nikel va margumush kabi elementlarning tuproqda to'planishi qishloq xo'jaligi mahsulotlari sifati va inson salomatligi uchun xavf tug'diradi [7]. Kabata-Pendias esa margumush (As) va molibdenning past konsentratsiyalarda ham biogeoximyoviy faol ekanligini hamda tuproq-o'simlik tizimiga salbiy ta'sir ko'rsatishini

ilmiy jihatdan asoslab bergan [8].

Yevropa va Osiyo mamlakatlarida olib borilgan tadqiqotlarda qishloq xo'jaligi tuproqlarida og'ir metallar bilan ifloslanish ekologik barqarorlikni pasaytiruvchi asosiy omil sifatida baholangan. Toth va hammualliflar Yevropa agrolandshaftlarida tuproq sifati indeksi bilan og'ir metallar miqdori o'rtasida teskari bog'lanish mavjudligini aniqlaganlar [9].

Markaziy Osiyo, xususan O'zbekiston sharoitida sug'oriladigan tuproqlarning agrokimyoviy va ekologik holatiga bag'ishlangan tadqiqotlar ham mavjud. Xakimov va Abdullayev respublika sug'oriladigan tuproqlarida gumus zaxiralarning kamayishi va ayrim kimyoviy elementlarning to'planishini qayd etganlar [10]. Ibragimov va Raxmatov Farg'ona vodiysi tuproqlarida sanoat korxonalarida hamda, intensiv sug'orish ta'sirida ekologik xavf omillari kuchayib borayotganini ko'rsatganlar [11]. Tojiboyevning ishlarida sug'orish ta'sirida tuproq sho'rlanishi va ifloslanish jarayonlari atroflicha yoritilgan [12].

Mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, Farg'ona viloyati sug'oriladigan tuproqlarining sog'lomlik holatini Soil Quality Index asosida kompleks baholashga qaratilgan tadqiqotlar yetarli emas. Ayniqsa, agrokimyoviy unumdorlik ko'rsatkichlari bilan og'ir metallar orqali shakllanadigan ekologik xavf omillarini birgalikda tahlil qilish dolzarb ilmiy vazifa hisoblanadi. Mazkur tadqiqot ushbu ilmiy bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

Tadqiqot ob'ekti va tabiiy-iqlim sharoiti. Tadqiqotlar Farg'ona viloyati Farg'ona shahri hududida joylashgan "Jo'ydam" massivi sug'oriladigan yerlarida olib borildi. Hudud Farg'ona vodiysining janubiy qismida, Pomir–Oloy tog' tizimining etaklarida joylashgan bo'lib, rel'efi shimolda tekislik, janubda esa qir-adirlar bilan tavsiflanadi. Iqlimi kontinental, yozi issiq va quruq, qishi nisbatan sovuq. Yillik o'rtacha yog'in miqdori 170–180 mm atrofida. Tuproq qoplami asosan o'tloqi bo'z tuproqlardan iborat.

Tadqiqot usullari. Dala va laboratoriya tadqiqotlari tuproqshunoslikda umumqabul qilingan uslublar asosida amalga oshirildi. Tuproqning mexanik tarkibi, gumus va oziqa moddalari, sho'rlanish darajasi hamda kimyoviy elementlar miqdori standart agrokimyoviy va analitik usullar yordamida aniqlandi. Tuproq sog'lomlik holati integral baholash uchun Soil Quality Index (SQI) usuli qo'llanildi.

Sug'oriladigan tuproqlarning mexanik tarkibi. "Jo'ydam" massivi tayanch kesmasi tahlillariga ko'ra, haydalma qatlam (0–36 sm) o'rta qumoq mexanik tarkibga ega bo'lib, fizik loy zarrachalari ulushi 41,2 % ni tashkil etdi. Quyi qatlamlarda mexanik tarkib og'irlashib, og'ir qumoq turiga o'tishi kuzatildi. Bu holat suvni ushlab turish qobiliyatining yuqoriligi bilan birga aeratsiya sharoitini cheklashi mumkin.

1-jadval

Farg'ona viloyati Farg'ona shahar "Jo'ydam" massivi tuproqlari mexanik tarkibi

| Qatlam chuqurligi, sm | Tuproq zarrachalari miqdori% da, o'lchami mm da | | | | | | | | Mexanik tarkibi |
|-----------------------|---|----------|----------|-----------|------------|-------------|--------|----------------------|-----------------|
| | >0,25 | 0,25-0,1 | 0,1-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | <0,001 | fizik loy (<0,01 mm) | |
| 0-36 | 11,6 | 2,9 | 14,5 | 29,8 | 16,6 | 17,4 | 7,2 | 41,2 | O'rta qumoq |
| 36-54 | 10,8 | 2,7 | 8,4 | 35,3 | 14 | 22,2 | 6,7 | 42,9 | O'rta qumoq |
| 54-73 | 6 | 1,5 | 13,3 | 31,4 | 18,2 | 21,2 | 8,4 | 47,8 | Og'ir qumoq |
| 73-114 | 10 | 2,5 | 7,5 | 34 | 21,8 | 15,7 | 8,5 | 46 | Og'ir qumoq |
| 114-150 | 14,4 | 3,6 | 12,1 | 20,7 | 15,4 | 25,7 | 8,1 | 49,2 | Og'ir qumoq |

Agrokimyoviy xossalar (gumus va oziqa moddalar). Haydalma qatlamda gumus miqdori 0,95 % bo'lib, tuproq gumus bilan kam ta'minlangan guruhga mansub. Pastki qatlamlarda gumus miqdori izchil kamayib boradi (0,27 % gacha). Yalpi azot miqdori 0,044

%, umumiy fosfor 0,51 %, yalpi kaliy 0,89 % ni tashkil qildi. Harakatchan fosfor 40 mg/kg bo'lib, yuqori ta'minlanganlik darajasi qayd etildi, almashinuvchan kaliy esa 112 mg/kg atrofida bo'lib, kam ta'minlangan guruhga kiradi.

2-jadval

Farg'ona viloyati Farg'ona shahar "Jo'ydam" massivi tuproqlari agrokimyoviy xossalari

| Chuqurligi, sm | K ₂ O mg/kg | P ₂ O ₅ mg/kg | Gumus, % | Azot, % | Fosfor, % | Kaliy, % |
|----------------|------------------------|-------------------------------------|----------|---------|-----------|----------|
| 0-36 | 112 | 40 | 0,952 | 0,044 | 0,51 | 0,888 |
| 36-54 | 110 | 29,76 | 0,908 | 0,03 | 0,38 | 0,672 |
| 54-73 | 103 | 17,6 | 0,646 | 0,028 | 0,35 | 0,648 |
| 73-114 | 110 | 14,4 | 0,371 | 0,023 | 0,34 | 0,72 |
| 114-150 | 192 | 17,92 | 0,265 | 0,03 | 0,24 | 0,648 |

Sho'rlanish holati. Tadqiq etilgan tuproqlar kam sho'rlangan bo'lib, haydalma qatlamda suvda oson eruvchi tuzlarning umumiy miqdori 0,10 % ni

tashkil etdi. Sho'rlanish ximizmi xlorid-sulfatli tipga mansub.

Kimyoviy elementlar bilan ifloslanish. Tuproq tarkibida bir qator kimyoviy

elementlar (V, Cr, Co, Ni, Mo, Pb, As) ruxsat etilgan me'yorlardan yuqori ekanligi aniqlandi. Ayniqsa, margumush (As) miqdorining yuqoriligi hudud

tuproqlarining ekologik holatiga salbiy ta'sir ko'rsatayotgan asosiy omil sifatida baholandi.

3-jadval

Farg'ona viloyati Farg'ona shahar "Jo'ydam" massivi tuproqlarida tarqalgan kimyoviy elementlar miqdori

| O'simlik turi | Be | V | Cr | Mn | Co | B | Mo | Sb | Pb | Cd | Ni | Zn | Cu | Se | As | Sn |
|---------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Piyoz | 1,10 | 51,0 | 33,0 | 410 | 9,00 | 19,0 | 6,50 | 1,90 | 21,0 | 0,100 | 35,0 | 75,0 | 43,0 | 2,90 | 12,0 | 2,40 |

Tuproq sog'lomligini SQI asosida baholash. Butun dunyoda tuproq sifatining pasayishi qishloq xo'jaligi mahsuldorligini oshirish, iqtisodiy o'sish va atrof muhitni sog'lomlashtirishda katta muammolar keltirmoqda. Tuproq sifatining degradatsiyasi ko'p hollarda yerdan foydalanish va tuproqlarni boshqarishda yo'l qo'yilgan xato va kamchiliklar natijasidir.

Agroekotizimlarni barqaror boshqarish uchun qabul qilinadigan yechimlar tuproq to'g'risidagi ma'lumotlarni integratsiyalash va umumlashtirish, boshqarish va ekologik muammolarning ustuvor yo'nalishlarini belgilash imkoniyatlarini beruvchi instrumentlar asosida yaxshilanishi lozim.

Oxirgi yillarda, bir qator mamlakatlarda, ushbu instrument sifatida tuproq sifati indeksleri (SQI) ko'rsatkichlaridan foydalanish konsepsiyasi taklif etilmoqda.

Ushbu konsepsiyaga ko'ra yer resurslarini boshqarishda barqaror yechimlar topish uchun zarur bo'lgan ekologik asoslangan yondashishlarni tuproq sifatining ilmiy asoslangan ko'rsatkichlarini (SQI) ta'minlashi mumkin, chunki, barqaror ishlab chiqarishga ta'sir qiluvchi omillar tuproq sifatiga bog'liqdir. Tuproq sifati indeksi SQI to'g'risidagi ma'lumotlar ustuvor yo'nalishlarni va boshqarish strategiyasini aniqlash orqali tuproq resurslarini barqaror yaxshilashga xizmat qiladi.

Tuproq sifati (SQ) uning tabiiy va

boshqariladigan ekotizimlar chegarasida o'z funksiyalarini bajarish va o'simliklar mahsuldorligini ta'minlash bilan bir vaqtda tuproq degradatsiyasini kamaytirish qobiliyati deb tariflanadi. Ya'ni, tuproq sifati murakkab funksional konsepsiya bo'lib, bevosita dalada yoki laboratoriyada aniqlanishi mumkin emas, balki tuproqning tavsifidan kelib chiqishi mumkin. Tuproq sifati indeksi shunday qilib baholanishi kerakki, boshqarish maqsadi degradatsiyaga olib kelishi mumkin bo'lgan uning mahsuldorligida bo'lmasdan, balki ekologik muammolarni ham qamrab olishi kerak. Shu sababli tuproq sifati indeksi uch maqsadni: atrof-muhit sifati, qishloq xo'jaligi barqarorligi va ijtimoiy-iqtisodiy hayotchanlikni o'zida mujassam etishi kerak.

Tuproq sifati indeksini hisoblashda asosiy komponentlari ko'rsatkichlarning minimal va maksimal miqdorlari va toksiklik darajalari jadvallardan foydalaniladi.

Dala tadqiqotlari va laboratoriya tahlillari yordamida tuproq sifati indeksini aniqlashning alohida ko'rsatkichlari qiymatlari aniqlangandan so'ng tuproq sifati indeksi hisoblab chiqiladi.

Tuproq sifati indeksini hisoblash jarayoni ikki asosiy bosqichda amalga oshiriladi.

Ushbu formulalardan foydalanilganda ko'rsatkichlarning qiymatlari 0,1 dan 1,0 gacha bo'lgan umumiy oraliqqa aylantirildi.

$$Y = 0.1 + \left(\frac{(X - b)}{(a - b)} \right) * 0.9, \quad (1)$$

$$Z = 1 - \left(\frac{(X - b)}{(a - b)} \right) * 0.9, \quad (2)$$

Bunda,

Y va Z – ko'rsatkichlarning baholash qiymatlari

X – tanlab olingan ko'rsatkichning mavjud qiymati

a va b ko'rsatkichning maksimal va minimal qiymatlari.

Tuproqdagi miqdori oshgani sari tuproqqa ijobiy ta'sir qiluvchi parametrlar (tuproqdagi gumus, oziqa moddalar, mikroelementlar, mikroorganizmlar miqdorlari kabilar) tuproq sifati indeksining "ko'prog'i yaxshi" komponentlari hisoblanadi.

Tuproqdagi miqdori oshgani sari tuproqqa salbiy ta'sir qiluvchi parametrlar (tuproq sho'rlanishi, tuproqdagi pestisidlar, og'ir metallar miqdorlari kabilar) tuproq sifati indeksining "kamrog'i yaxshi" komponentlari hisoblanadi.

Tuproqdagi miqdori optimal intervalda bo'lganda tuproqqa ijobiy ta'sir qiluvchi parametrlar (tuproq mexanik tarkibi, hajm og'irligi, solishtirma og'irlik, g'ovaklik kabilar) tuproq sifati indeksining "optimali yaxshi" komponentlari hisoblanadi.

Umumiy tuproq sifati indeksini hisoblash va tuproq sifati baholash.

Har bir ko'rsatkich uchun alohida sifat indekslari hisoblab chiqilgandan so'ng umumiy tuproq sifati indeksi hisoblab chiqiladi. Bunda quyida keltirilgan formuladan foydalaniladi.

$$SQI = \left(\frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} \right)$$

Bunda,

S – alohida olingan ko'rsatkich uchun sifat indeksi

n – tanlab olingan ko'rsatkichlar soni.

Umumiy tuproq sifati indeksini

hisoblash alohida ko'rsatkichlar bo'yicha indekslarni qo'shish va tanlab olingan ko'rsatkichlarning umumiy soniga bo'lish orqali olib boriladi.

SQI hisob-kitoblari natijasiga ko'ra, "Jo'ydam" massivi tuproqlarining unumdorlik ko'rsatkichi 62 ball, ekologik holati 60 ball, umumiy tuproq sifati indeksi esa 60 ballni tashkil etdi. Bu ko'rsatkichlar SQI shkalasi bo'yicha o'rtacha sifat darajasiga mos keladi. Unumdorlik ballining nisbatan yuqori chiqishi gumus va harakatchan fosfor bilan ta'minlanganlik darajasiga bog'liq bo'lsa, ekologik ballning cheklanganligi tuproq tarkibida ayrim toksik elementlar miqdorining ruxsat etilgan me'yorlardan oshishi bilan izohlanadi.

Natijalarni muhokama qilish.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, Farg'ona viloyati sug'oriladigan tuproqlarida unumdorlik ko'rsatkichlari qishloq xo'jaligi ekinlarini barqaror yetishtirish uchun etarli darajada shakllangan. Biroq tuproq tarkibida vanadiy, xrom, nikel, molibden, qo'rg'oshin va ayniqsa margumush (As) elementlarining ruxsat etilgan me'yorlardan oshishi tuproqlarning ekologik sog'lomlik holatini pasaytiradi. Bu holat Farg'ona vodiysida sanoat korxonalari (Farg'ona azot va neftni qayta ishlash zavodlari) va intensiv qishloq xo'jaligi faoliyatiga ta'siri kuchayib borayotgani bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Olingan SQI qiymatlari respublikadagi boshqa sug'oriladigan hududlar uchun keltirilgan ilmiy ma'lumotlar bilan solishtirilganda, Farg'ona viloyati tuproqlarida unumdorlik va ekologik xavf o'rtasida muayyan nomutanosiblik mavjud ekanligi aniqlandi. Bu esa yer resurslarini boshqarishda faqat agrokimyoviy ko'rsatkichlarga emas, balki ekologik xavf omillariga ham ustuvor ahamiyat berish lozimligini ko'rsatadi.

Xulosa. Farg'ona viloyati "Jo'ydam" massivi sug'oriladigan tuproqlari mexanik tarkibiga ko'ra asosan o'rta va og'ir qumoq turiga mansub bo'lib, bu holat suvni ushlab turish qobiliyatini oshiradi,

biroq aeratsiya sharoitini cheklashi mumkin; tuproqlar gumus bilan kam ta'minlangan (0,95 %) bo'lib, unumdorlikni barqaror saqlash uchun organik moddalar zaxirasini oshirish zarur; harakatchan fosfor yuqori, almashinuvchan kaliy esa kam ta'minlangan guruhga kiradi, bu esa mineral o'g'itlar tizimini optimallashtirishni talab qiladi; tadqiq etilgan tuproqlar kam sho'rlangan bo'lib, sho'rlanish ximizmi xlorid-sulfatli tipga mansub; ayrim og'ir va toksik elementlar (As, Mo, Pb, Ni, Cr) miqdorining ruxsat

etilgan me'yorlardan oshishi tuproqlarning ekologik sog'lomlik holatini cheklovchi asosiy omil hisoblanadi; Soil Quality Index (SQI) asosida umumiy baholash natijasi 60 ballni tashkil etib, tuproqlar o'rtacha sifat darajasiga mansubligini ko'rsatdi.

Farg'ona viloyati sug'oriladigan tuproqlaridan barqaror foydalanishda agrokimyoviy unumdorlik ko'rsatkichlari bilan bir qatorda ekologik xavf omillarini hisobga olgan holda tuproq monitoringi va boshqaruv tizimini takomillashtirish zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Doran J.W., Parkin T.B. Defining and assessing soil quality // *Soil Science Society of America Journal*. – 1994. – Vol. 58, № 3. – P. 1–10. – DOI: [10.2136/sssaj1994.03615995005800030001x](https://doi.org/10.2136/sssaj1994.03615995005800030001x).
2. Karlen D.L., Mausbach M.J., Doran J.W., Cline R.G., Harris R.F., Schuman G.E. Soil quality: A concept, definition, and framework for evaluation // *Soil Science Society of America Journal*. – 1997. – Vol. 61. – P. 4–10. – DOI: [10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x](https://doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100010001x).
3. Andrews S.S., Karlen D.L., Cambardella C.A. The Soil Management Assessment Framework: A quantitative soil quality evaluation method // *Soil Science Society of America Journal*. – 2004. – Vol. 68. – P. 1945–1962. – DOI: [10.2136/sssaj2004.1945](https://doi.org/10.2136/sssaj2004.1945).
4. Mukherjee A., Lal R. Comparison of soil quality index using three methods // *Soil and Tillage Research*. – 2014. – Vol. 143. – P. 97–105. – DOI: [10.1016/j.still.2014.05.005](https://doi.org/10.1016/j.still.2014.05.005).
5. Rahmanipour F., Marzaioli R., Bahrami H.A., Fereidouni Z., Bandarabadi S.R. Assessment of soil quality indices in agricultural lands of Qazvin Province, Iran // *Ecological Indicators*. – 2014. – Vol. 40. – P. 19–26. – DOI: [10.1016/j.ecolind.2013.12.003](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.12.003).
6. Askari M.S., Holden N.M. Quantitative soil quality indexing of temperate arable management systems // *Soil and Tillage Research*. – 2015. – Vol. 150. – P. 57–67. – DOI: [10.1016/j.still.2015.01.002](https://doi.org/10.1016/j.still.2015.01.002).
7. Alloway B.J. Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability. – Dordrecht: Springer, 2013. – 613 p.
8. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. – 4th ed. – Boca Raton: CRC Press, 2011. – 534 p.
9. Toth G., Hermann T., Da Silva M.R., Montanarella L. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety // *Environment International*. – 2016. – Vol. 88. – P. 299–309. – DOI: [10.1016/j.envint.2015.12.017](https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.017).
10. Xakimov F., Abdullaev A. O'zbekiston sug'oriladigan tuproqlarining agrokimyoviy holati // *O'zbekiston agrar fanlari jurnali*. – 2018. – № 4. – B. 25–30.
11. Ibragimov N., Raxmatov Sh. Farg'ona vodiysi tuproqlarining ekologik holati // *Tuproqshunoslik va agrokimyoy*. – 2020. – № 2. – B. 41–47.
12. Tojiboev S. Sug'orish ta'sirida tuproq sho'rlanishi va ifloslanishi // *Qishloq xo'jaligi fanlari*. – 2019. – № 3. – B. 33–38.

UDK: 631.41

VERTIKAL MINTAQAVIYLIK TUPROQLARINING FOSFORLI HOLATI (Chirchiq daryosi havzasi misolida)

Boirov Abdunabi Jo'rayevich,

qishloq xo'jalik fanlari nomzodi, katta i.x.,
e-mail: abdunabi.bairov@gmail.com

Abduraxmonov Nodirjon Yulchiyevich,

biologiya fanlari doktori, professor

Juraev Shuxrat Abdunabi o'g'li,

biologiya fanlari falsafa doktori (PhD)

Nuriddinova Xurshida Toshevna,

qishloq xo'jalik fanlari falsafa doktori (PhD), katta i.x.

Xolmatov Otabek Ismatovich,

kichik ilmiy xodim

Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti

Annotasiya. Maqolada Chirchiq daryosi havzasi jigarrang, to'q tusli bo'z, sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlarining fosforli holati, fosforni organik va noorganik birikmalari, labil va stabil fraksiyalarining miqdori, ularning qiyalik ekspozitsiyasiga bog'liqligi, tuproqlarni o'zlashtirish va sug'orma dehqonchilik sharoitlarida o'zgarishlari to'g'risidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: vertikal mintaqaviylik, tuproqlar, fosfor, fraksiyalar, labil fosfor, stabil fosfor.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований о фосфорном состоянии коричневых почв, темных сероземов и орошаемых типичных сероземов бассейна р. Чирчик. Показаны различия в содержании минерального и органического фосфора и его лабильных и стабильных соединений по экспозициям склонов коричневых почв, влияние освоения темных сероземов на их фосфорное состояние, освещено современное фосфорное состояние орошаемых типичных сероземов и луговых почв бассейна.

Ключевые слова: вертикальная зональность, почвы, фосфор, фракции, лабильный фосфор, стабильный фосфор.

Annotation. This article presents the results of studies on the phosphorus status of brown soils, dark gray soils, and irrigated typical gray soils in the Chirchik River basin. Differences in the content of mineral and organic phosphorus, as well as its labile and stable compounds, are demonstrated across slope aspects of brown soils, the impact of the development of dark gray soils on their phosphorus status, and the current phosphorus status of irrigated typical gray soils and meadow soils in the basin.

Key words: vertical zonation, soils, phosphorus, fractions, labile phosphorus, stable phosphorus.

Kirish. Chirchiq daryosi havzasi hududining kattaligi va joylar absolyut balandligining keng miqyosda (220-3500 m. d.s.b.) tebranishi bu hududda vertikal kamarlar tuproq-iqlimiy zonalarning hosil bo'lishiga sabab bo'lgan. Havza tuproqlari quyidagi uch balandlik tuproq mintaqalarida rivojlangan: bo'z tuproqlar rivojlangan tog' oldi va past tog'lar mintaqasi; jigarrang va qo'ng'ir tog'-o'rmon tuproqlari rivojlangan o'rta tog'lar mintaqasi; och-qo'ng'ir o'tloq-

dasht tuproqlar rivojlangan baland tog'lar mintaqasi [1].

Tuproqlarning asosiy genetik farqlanishini belgilovchi umumiy vertikal mintaqaviylik fonida, havza tuproqlarining sifati va agro ishlab chiqarish xususiyatlari bir qator tabiiy va xo'jalik omillari: joyning relyefi, ona jinsining xarakteri, namlanish sharoitlari, mexanik tarkibi, eroziya jarayonlari, inson xo'jalik faoliyati va boshqalar ta'sirida sezilarli o'zgarishlarga uchragan. Bu holat tuproqlar rivoj-

lanishi sharoitlarning turlicha bo'lishini va genetik ko'rsatgichlari bo'yicha turli tuproqlarning hosil bo'lishiga sabab bo'lgan.

Tuproqlardan noto'g'ri foydalanish ular degradatsiyasiga - biologik, kimyoviy, fizik, suv, havo va boshqa xususiyatlarining yomonlashishiga, natijada ularning asosiy xususiyati – unumdorligi pasayishiga olib keladi.

Bu boradagi muammolardan biri tuproqda fosforning kuchli fiksatsiyasi ta'sirida o'simliklar o'zlashtiradigan fosforning kamayishi natijasida yerlarning degradatsiyaga uchrashi va ekinlar hosildorligining pasayishidir.

Tuproqda fosforning fiksatsiyasi uning tuproq komponentlari bilan o'zaro ta'siri natijasida yuzaga keladi. Natijada qo'llanilgan fosforli o'g'itlar fosforining juda oz qismi (15-25%) tuproq eritmasida qoladi va o'simliklar tomonidan bevosita o'zlashtiriladi, fosforning bir qismi tuproq qattiq fazasi yuzasiga adsorbsiyalanib, desorbsiya jarayonida tuproq eritmasiga qayta o'tishi mumkin, katta qismi esa tuproq qattiq fazasiga chuqur singdirilib, amaliy jihatdan o'zlashtirilmaydigan shakllarga o'tadi.

Shu sababli tuproq fosfori muammolarini yechish va uni barqaror boshqarish muhim ahamiyatga ega. Bu muammoning yechimini topish uchun tuproq tarkibidagi fosforning organik va noorganik birikmalarining shakllari, ularning miqdori va o'ziga xos xususiyatlari to'g'risidagi ma'lumotlar zarur bo'ladi.

Turli tuproqlarning fosforli holati ko'p jihatdan ularning genetik xususiyatlariga bog'liq bo'lib, bu qonuniyatlar tuproqning xususiyatlari, termodinamik parametrlari, umumiy fosfor miqdori, uning mineral va organik birikmalari shakllari, fosfatlarni singdirish hajmi va umuman fosforli holati shakllanishini belgilaydi [2].

Tuproq fosforining shakllari turli geologik sharoitlarga va shunga bog'liq xususiyatlarga ega bo'lgan tuproqlar maydonlarida katta farq qiladi [3]. Iqlim rejimi tuproqda fosfor aylanishiga ta'sir qilib, turli shakllarda bog'langan fosfor-

ning o'zgarishiga olib keladi [4].

L.P.Antipinaning ko'rsatishicha qo'llaniladigan o'g'itlar fosfori shu tuproq uchun xarakterli bo'lgan shakllarga o'tadi [5]. Nordon tuproqlarda temir va alyuminiy oksidlari, neytral va ishqoriy tuproqlarda kalsiy birikmalari miqdori ustunlik qiladi [6].

Tuproqlar fosforini boshqarishni yaxshilash uchun fosfor birikmalari fraktsiyalarini bilish kerak. Chunki fosfor fraktsiyalari to'g'risidagi ma'lumotlar tuproqning fosforli holatini baholash va uning kimyoviy xususiyatlarini tushunish uchun zarur [7].

Respublikamiz tuproqlari fosforining fraktsiyaviy tarkibini aniqlash orqali ular fosforli holatini baholashga bag'ishlangan ishlar asosan o'tgan asrning 2-yarmida bajarilgan bo'lib, tuproqlarimizning hozirgi kundagi fosforli holati to'g'risida ma'lumotlar juda kam. Ayni paytda, respublikamizda shu kungacha foydalanilayotgan tuproq mineral fosfatlarining fraktsiyaviy tarkibini aniqlashda qo'llanilayotgan uslublardan farqli o'laroq, tuproq fosfatlarining nafaqat mineral birikmalarini, balki mineral (noorganik) va organik birikmalarini aniqlash imkoniyatini beruvchi chet ellarda keng foydalanilayotgan Hedley uslubi umuman qo'llanilmagan. Negassa Wakene va Peter Leinweberlar ta'kidlashicha, Hedley ning fosforni ketma-ket fraktsiyalash uslubi tuproq tabiiy fosfori va qo'llanilgan fosfor taqdirini o'rganishda foydali yondashish bo'lib, u fosforli o'g'itlarni qo'llash va uni boshqarish maqsadida tegishli foydalanish va boshqarish konsepsiyalarini qabul qilishni ta'minlaydi [8].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotlarda umum qabul qilingan genetik-geografik usulda jigarrang, to'q tusli bo'z va sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlarni kesmalar tushirish va ularni morfogenetik tavsiflash, tuproq namunalarini tahlil qilishda kimyoviy-analitik usullardan foydalanildi. Tuproq fosfatlarining organik va noorganik birikmalarini aniqlashda Hedley uslubi qo'llanildi. Bu usulda tuproq noorganik va organik fosfatlarining labil,

cheklangan labil va stabil birikmalari aniqlanadi.

Tahlil va natijalar. Havza jigarrang tuproqlari Beldersoy havzasiga kiruvchi Amirsoyda o'tkazildi. Beldersoy havzasi Chimgan tog'laridan boshlanib quyida Oqsoq otasoyning quyi qismi bilan chegaralangan. Ushbu havza jigarrang tuproqlari qiyalikning shimoliy va janubiy ekspozitsiyalarida o'rganildi. Chirchiq daryosi o'rta oqimi hududlari uchun xarakterlidir.

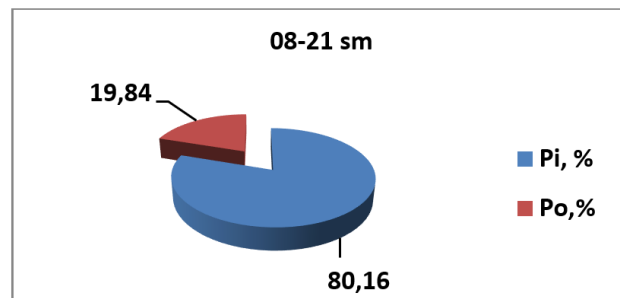
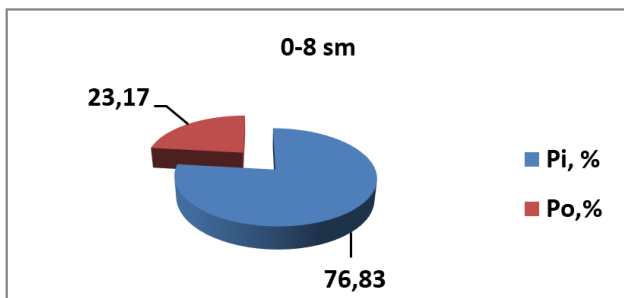
Shimoliy ekspozitsiya jigarrang tuprog'ining mexanik tarkibi og'ir qumoq, solishtirma elektr o'tkazuvchaniligi 0,12-0,17 mS/sm. Tuproq muhiti kuchsiz ishqoriy. Karbonatlar miqdori chim va chim osti gorizontlarda 2 % atrofida bo'lib, 73 sm lik chuqurlikdan boshlab 5,21 % dan quyida 10,72 % gacha oshadi. Gumus miqdori chim va chim osti gorizontlarida, tegishlicha 7,89 va 6,88%.

Janubiy qiyalik tog' jigarrang

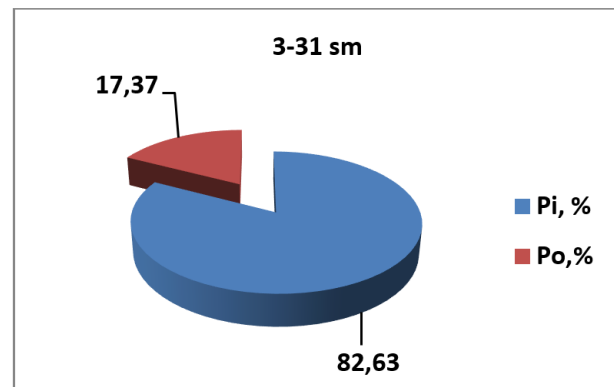
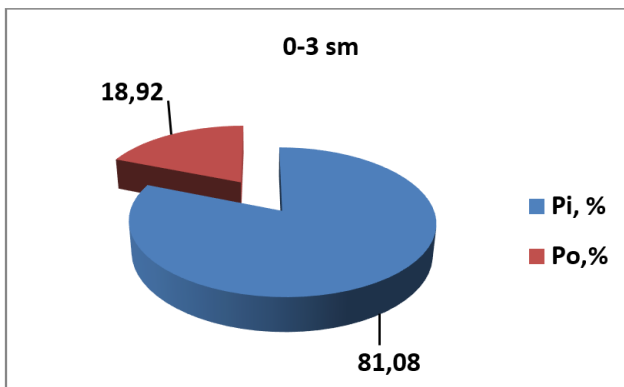
tuprog'ining mexanik tarkibi kesma bo'ylab asosan og'ir qumoqlarga yaqin o'rta qumoqlardan iborat. Solishtirma elektr o'tkazuvchaniligi 0,11-0,13 mS/sm. Tuproq muhiti kuchsiz ishqoriy. Karbonatlar miqdori chim va chim osti gorizontlarda, tegishlicha, 2,43 va 2,78 % bo'lib, 31-58 santimetrlik chuqurlikda 4,46 % dan 86-126 sm da 10,2 % gacha oshadi. Gumus miqdori chim va chim osti gorizontlarida, tegishlicha 4,28 va 2,82 %.

Jigarrang tuproqlar fosforining noorganik va organik birikmalari.

Jigarrang tuproqlari bo'z tuproqlarga nisbatan organik moddaga boyligi tufayli ular fosfatlari ham organik fosfoga boy bo'lib, uning miqdori qiyalik ekspozitsiyasiga bog'liq. Shimoliy qiyalik tuproqlarida organik fosforning umumiy fosfordagi ulushi chim va chim osti gorizontlarida, tegishlicha, 23 va 20 % ni, janubiy qiyalikda esa 19 va 17 % ni tashkil etadi (1 va 2 rasmlar).



1-rasm. Shimoliy qiyalik jigarrang tuproqlari umumiy fosforida noorganik va organik fosforning ulushi. Pi-noorganik fosfor, Po-organik fosfor.



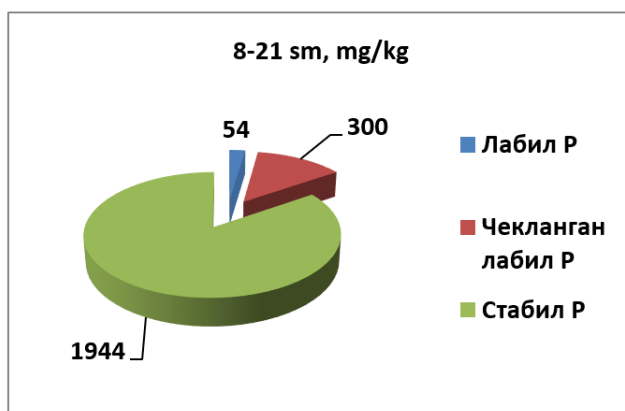
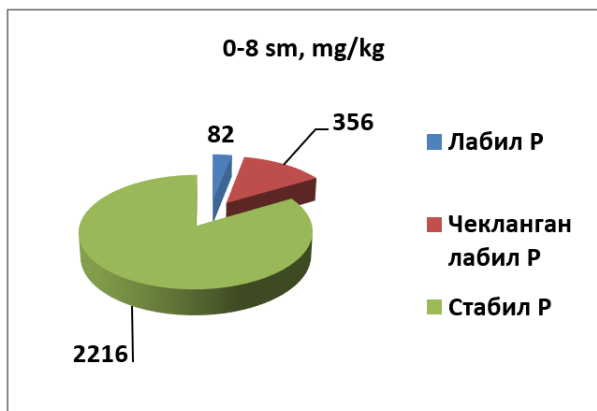
2-rasm. Janubiy qiyalik jigarrang tuproqlari umumiy fosforida noorganik va organik fosforning ulushi. Pi-noorganik fosfor, Po-organik fosfor.

Ushbu tuproqlar fosfatlari labil (juda oson va oson o'zlashtiriladigan), cheklangan labil (sekin) o'zlashtiriladigan va stabil

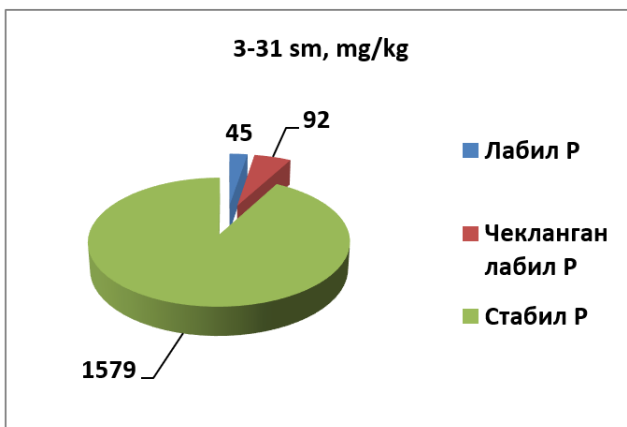
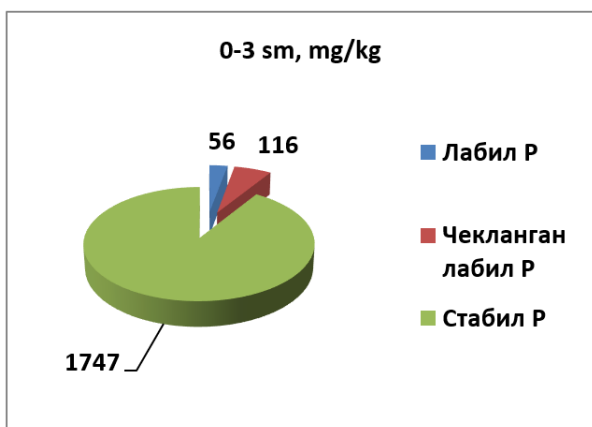
(qariyb o'zlashtirilmaydigan) havzalardan iborat bo'lib, o'simliklar hayotida muhim rol o'ynaydigan labil fosfor miqdori

shimoliy qiyalik tuproqlarining chim va chim osti gorizontlarida, tegishlicha, 82 va 54 mg/kg ni, janubiy qiyalikda esa 56 va 45 mg/kg ni tashkil etadi. Cheklangan

labil fosfor miqdori ancha katta ko'rsatgichlarga ega. Bu tuproqlar fosforining asosiy qismini stabil fosfatlar tashkil etadi (3 va 4-rasmlar).



3-rasm. Shimoliy qiyalik jigarrang tuproqlari fosfatlarining fraksiyaviy tarkibi.



4-rasm. Janubiy qiyalik jigarrang tuproqlari fosfatlarining fraksiyaviy tarkibi.

Tuproq tarkibidagi labil, cheklangan labil va stabil fosfatlar o'zgarimas birikmalar emas, balki ular bir turdan ikkinchi turga o'tib turadi. Bu jarayonlar oddiy birikmalardan murakkab birikmalarga o'tish va aksincha yo'nalishlarda kechadi. Bu qarama-qarshi jarayonlar, tuproq xususiyatlari va tashqi omillarga bog'liq ravishda, tuproqda fosfor birikmalari nisbatlarining ma'lum bir darajadagi muvozanatini saqlaydi. Tuproq eritmasidagi fosfor miqdori o'simliklar o'zlashtirishi natijasida kamaygan taqdirda adsorbsiyalangan va bo'sh bog'langan fosfatlar tuproq eritmasidagi labil fosfatlar havzasini to'ldira boradi. O'z navbatida stabil fosfatlar ham o'zlashtirilishi mumkin bo'lgan fosfatlar havzasini to'ldiradigan zahira bo'lib, bu jarayon juda

ham sekin kechadi.

Yuqorida keltirilganidek janubiy qiyalik tuproqlarida fosforning turli shakllari, ayniqsa o'zlashtiriladigan shakllari kam. Bu holatning asosiy sababi suv eroziyasi jarayonlaridir. Shu sababli bu qiyaliklarda suv eroziyasiga qarshi choratadbirlar qo'llanilishi lozim.

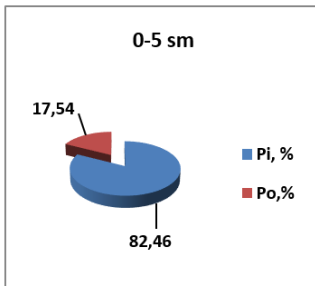
To'q tusli bo'z tuproqlar. To'q tusli bo'z tuproqlarning mexanik tarkibi o'rta va og'ir qumoglar chegarasida bo'lib, fizik loy miqdori kesma bo'ylab 43,7 – 50,1 % oralig'ida tebranadi. Karbonatlar (CO₂) miqdori chim va chim osti gorizontlarida, tegishlicha, 6,6 va 6,86 % ni tashkil qilib, quyi gorizontlarda 9,49- 11,96 %. Qo'riq tuproqlarning chimli va chim osti gorizontlarida organik modda miqdori, tegishlicha, 4,54 va 2,76 % ni tashkil

etadi. Chim osti gorizontida organik modda miqdori 1,35 % ni tashkil etib, quyi gorizontlarda 0,43 % gacha kamayadi.

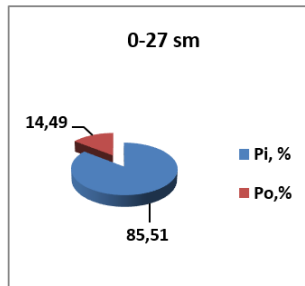
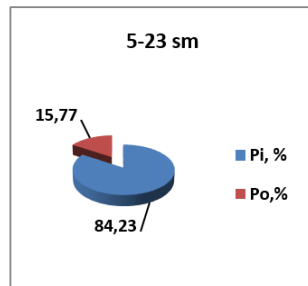
To'q tusli bo'z tuproqlar fosforining noorganik va organik birikmalari.

To'q tusli bo'z tuproqlarda organik modda miqdori jigarrang tuproqlarga nisbatan ancha kam. Shu sababli organik

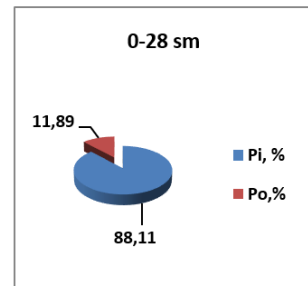
fosforning umumiy fosfordagi ulushi ham nisbatan kam. Bu tuproqlarning chim va chim osti gorizontlarida organik fosfor ulushi, tegishlicha, 17,5 va 15,8 % ni tashkil etadi. O'zlashtirilgan tuproqlar haydov qatlamida esa organik fosfor ulushi 11,9-14,5 % ni tashkil etib, qo'riq tuproqlardagidan sezilarli darajada kamaygan (5 va 6 rasmlar).



5-rasm. Qo'riq to'q tusli bo'z tuproqlari umumiy fosforida noorganik va organik fosforning ulushi.



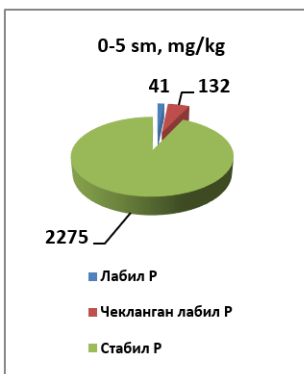
6-rasm. O'zlashtirilgan to'q tusli bo'z tuproqlari umumiy fosforida noorganik va organik fosforning ulushi, aniq fosforning ulushi.



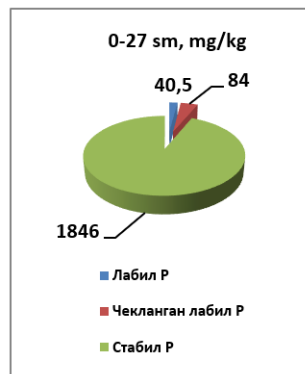
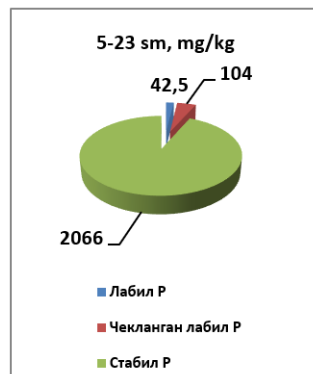
Qo'riq to'q tusli bo'z tuproqlarda labil fosfatlar miqdori chim va chim osti gorizontlarida, tegishlicha, 41 va 42,5 mg/kg dan iborat. Cheklangan labil fosfatlar miqdori, tegishlicha, 132 va 104 mg/kg ni, stabil fosfatlar miqdori esa 2275 va 2066 mg/kg bo'lib, ushbu tuproqlar fosfor fondining asosiy qismini stabil fosfatlar tashkil etadi.

Bu tuproqlardan uzumchilikda foydalanish ular umumiy fosfori miqdorining

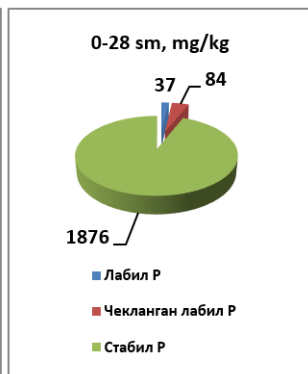
va unga bog'liq ravishda labil, cheklangan labil va stabil fosfor fraksiyalarining sezilarli darajada kamayishiga olib kelgan. Xususan, Zarkentsoy tokzori tuprog'ining haydalma gorizontida labil, cheklangan labil va stabil fosfatlar miqdori, tegishlicha, 40,5; 84 va 1846 mg/kg ni tashkil etib, qo'riq tuproqlardagiga nisbatan ancha kam. Shampan qishlog'i tokzorida ham shunday holat kuzatildi (7 va 8 rasmlar).



6-rasm. Qo'riq to'q tusli bo'z tuproqlardagi fosfatlarining fraksiyaviy tarkibi



8-rasm. O'zlashtirilgan to'q tusli bo'z tuproqlardagi fosfatlarining fraksiyaviy tarkibi.



Bu holat ushbu tuproqlarda fosforli o'g'itlar qo'llash yetarli darajada emasligini ko'rsatadi. Shu sababli tokzorlar tuproqlari fosfor zahiralari saqlash uchun

mineral o'g'itlar bilan birga organik o'g'itlar – go'ng va undan tayyorlangan kompostlar qo'llash maqsadga muvofiqdir.

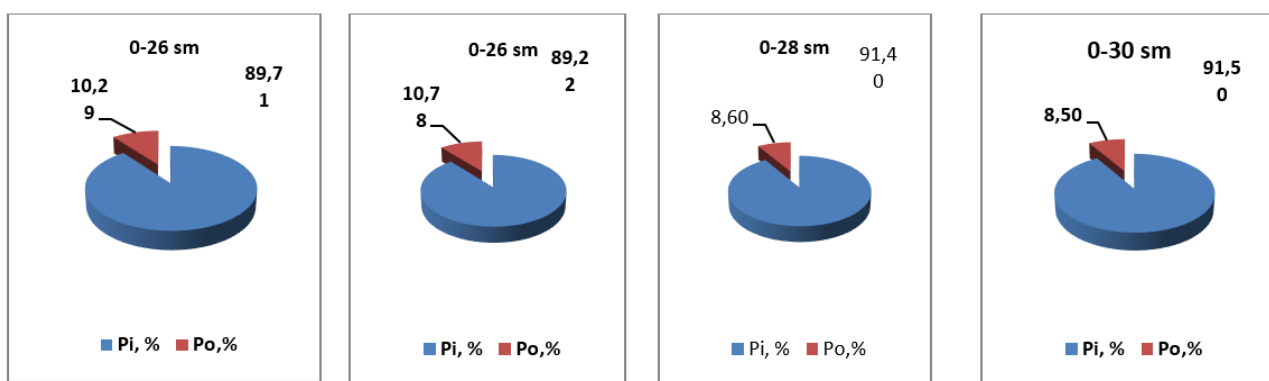
Sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlar.

Sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlarning mexanik tarkibi o'rta qumochlardan iborat. Karbonatlarning eng kam miqdori haydov va haydov osti qatlamlarida, tegishli 7,04 va 7,45 % ni tashkil etadi. Quyi gorizontlarda esa 8,75-9,40 % oralig'ida. Gumus miqdori haydalma gorizontida 0,81-1,08% ni tashkil etadi.

Sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlar fosforining noorganik va organik birikmalari.

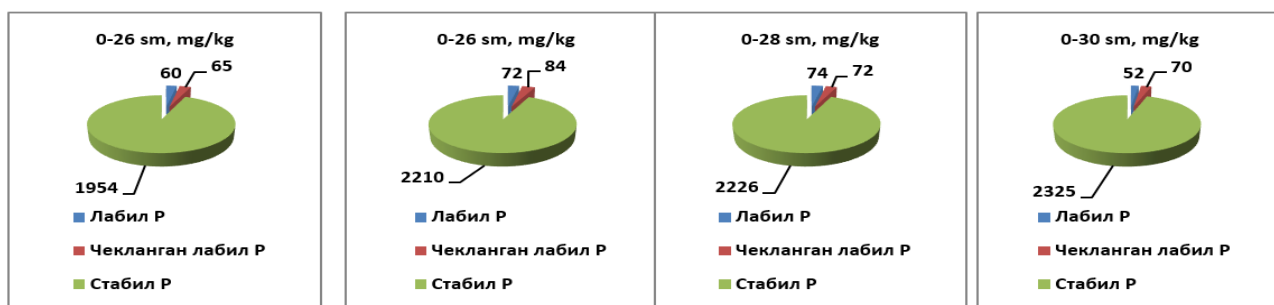
Sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlar organik moddaga kambag'alligi sababli ular fosfori tarkibida organik fosfor ulushi

ham kam. Lekin, umumiy fosfor miqdori to'q tusli bo'z tuproqlarga nisbatan ko'p. Bu holatning asosiy sababi sug'orma dehqonchilikda ko'p yillar davomida muntazam ravishda fosforli mineral o'g'itlar qo'llashga katta ahamiyat berilganidir. Bu tuproqlarning haydalma gorizontida umumiy fosfor miqdori 2079-2447 mg/kg oralig'ida bo'lib, to'q tusli tokzorlar tuproqlarining haydalma gorizontidagi miqdoridan ancha ko'p. Umumiy fosfor tarkibida organik fosfor ulushi 8,5-10,8 % bo'lib, fosforning asosiy qismini noorganik fosfor tashkil qiladi (9-rasm).



9-rasm. Sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlar umumiy fosforida noorganik va organik fosforning ulushi.

Ushbu tuproqlar haydalma gorizontida labil fosfatlar miqdori 52-72 mg/kg, cheklangan labil fosfatlar 65-84 mg/kg, stabil fosfatlar 1954-2325 mg/kg ni tashkil etadi (10-rasm).



10-rasm. Sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlar fosfatlarining fraksiyaviy tarkibi. Havza tuproqlarining fosfatli holatini yaxshilash to'g'risida

Tuproq tarkibidagi labil, cheklangan (qisman) labil va stabil (itoatsiz fosfor va qoliq fosfor) fosfatlar o'zgarmas birikmalar emas, balki ular bir turdan ikkinchi turga o'tib turadi. Bu jarayonlar oddiy birikmalardan murakkab birikmalarga o'tish va aksincha yo'nalishlarda kechadi. Bu qarama-qarshi jarayonlar, tuproq xususiyatlari va tashqi omillarga bog'liq

ravishda, tuproqda fosfor birikmalari nisbatlarining ma'lum bir darajadagi muvozanatini saqlaydi. Tuproq eritmasidagi fosfor miqdori o'simliklar o'zlashtirishi natijasida kamaygan taqdirda adsorbsiyalangan va bo'sh bog'langan fosfatlar tuproq eritmasidagi labil fosfatlar havzasini to'ldira boradi. O'z navbatida stabil fosfatlar ham o'zlashtirilishi mumkin

bo'lgan fosfatlar havzasini to'ldiradigan zahira bo'lib, bu jarayon juda ham sekin kechadi.

Tadqiqotlarimiz natijalariga ko'ra jigarrang tuproqlarda boshqa qo'riq tuproqlarga nisbatan umumiy fosfor tarkibida organik fosfor ulushi ko'p. Bu holatning asosiy sababi ona jins bilan birga jigarrang tuproqlarning rivojlanish sharoitlari va gidrotermik rejimiga bog'liqdir. Ma'lumki, tuproq kesmasidagi fosfor asosan ona jins tarkibidagi fosfor hisobiga to'planadi. Bunda fosforning biologik to'planishi katta ahamiyatga ega. Ya'ni, jigarrang tuproqlarning mo'tadil namlik sharoitlarida qalin o'simlik qoplami rivojlanadi, ular ildizlari orqali chuqur qatlamlardagi fosforni yuqori qatlamlarga olib chiqib, bu qatlamlarni organik fosfoga boyitadi. Bu jarayon shimoliy ekspozitsiya qiyaliklarida janubiy ekspozitsiya qiyaliklariga nisbatan kuchli kechadi.

To'q tusli bo'z tuproqlardan dehqonchilikda foydalanish ular umumiy fosfori miqdorining va unga bog'liq ravishda labil, o'rtacha labil va stabil fosfor fraksiyalarining sezilarli darajada kamayishiga olib keladi. Shu sababli bu tuproqlari fosfor zahiralarni saqlash uchun mineral o'g'itlar bilan birga organik o'g'itlar-go'ng va undan tayyorlangan kompostlar qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlar organik moddaga kambag'alligi sababli ular fosfori tarkibida organik fosfor ulushi ham kam. Lekin, umumiy fosfor miqdori o'zlashtirilgan to'q tusli bo'z tuproqlarga nisbatan ko'p. Bu holatning asosiy sababi sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlarda ko'p yillar davomida muntazam ravishda fosforli o'g'itlar

qo'llanilganidir.

Labil ($\text{NaHCO}_3\text{-Po}$), cheklangan labil (NaOH-Po) va stabil (HCl-Po) fosfor turli murakkablikdagi organik moddalar tarkibiga kiradi, shu sababli ularning o'simliklar o'zlashtiradigan shakllarga o'tish darajasi ham turlicha. Ya'ni, labil ($\text{NaHCO}_3\text{-Po}$) fosfor mikroorganizmlar va fermentlar (fosfataza) ta'sirida nisbatan tez mineralizatsiyalanadi, cheklangan labil (NaOH-Po) sekin, stabil (HCl-Po) fosfor mineralizatsiyasi esa qiyin kechadi. Ayni paytda mineral fosforning o'simliklar tomonidan o'zlashtirilishi ham labil birikmalardan stabil birikmalar tomon qiyinlashib boradi.

Har bir reagent ta'sirida aniqlanadigan noorganik va organik fosforning o'zlashtirilish tezligi labil fosfor ($\text{NaHCO}_3\text{-P}$) ning tarkibidagi noorganik fosfor uchun organik fosfoga nisbatan tezroq, NaOH-P tarkibidagi fosfor birikmalari esa sekin, HCl-P tarkibidagi fosfor birikmalari juda kam o'zlashtirilishini ta'kidlash joiz. Ya'ni, ularning o'simliklarni fosfor bilan ta'minlashda ishtiroki turlichadir.

Xulosa va takliflar. Chirchiq daryosi havzasi tuproqlaridan qishloq xo'jaligida samarali foydalanish chora-tadbirlarini ishlab chiqishda tuproqlar tarkibidagi noorganik va organik fosforning labil, cheklangan labil va stabil birikmalarining miqdorini, ularning eritmaga o'tish darajasi va yangilanish aylanmasi (transformatsiyasi tezligi) ni e'tiborga olish maqsadga muvofiqdir.

Respublikamizning boshqa hududlarida tarqalgan vertikal mintaqaviylik tuproqlarining fosfatli holatini yaxshilash chora-tadbirlarini belgilashda ushbu maqolada keltirilgan ma'lumotlardan umumiy qonuniyat sifatida foydalanish mumkin.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Генусов А.З Почвы Ташкентской области. В кн.: Почвы Узбекской ССР, Том, 3. Изд-во "Узбекистан". – Ташкент, 1964. – С.220-275.
2. Аверкина С.С Структура фосфатного фонда почв Сибири по качественному составу // Инновации и продовольственная безопасность. – 2018. - № 2 (20). – С. 80-86.
3. Ragothama K.G (2000) Phosphorus acquisition // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.

- 1999. - 50. - pp. 665-693.

4. Nina Siebers, Matthias Sumann, Klaus Kaiser, Wulf Amelung Climatic Effects on Phosphorus Fractions of Native and Cultivated North American Grassland Soils Soil Science Society of America Journal Soil Fertility & Plant Nutrition 2017 Pages 299-309. <https://doi.org/10.2136/sssaj2016.06.0181>.

5. Антипина Л.П Фракционный состав минеральных фосфатов в черноземах Сибири// Агрохимия. - Москва, 1978. - № 1. – С. 32–40.

6. Von Wandruszka, R. Phosphorus retention in calcareous soils and the effect of organic matter on its mobility. Geochim Trans 7, 6 (2006). <https://doi.org/10.1186/1467-4866-7-6>.

7. Ebert K., Schneider, E.P. (1971) Bindungsformen und P-Verfügbarkeit im Statischen Nährstoffmodellversuch Thiröl bei Berlin / K. Ebert, E.P. Schneider. – Arch Acker und Pflanzenbau und Bodenkunde. – Bd. 15. – 719-728.

8. Negassa Wakene and Peter Leinweber How does the Hedley sequential phosphorus fractionation reflect impacts of land use and management on soil phosphorus: A review J. Plant Nutr. Soil Sci. 2009, 172, 305–325 DOI:10.1002/jpln.200800223.

UDK 631.4

OROL DENGIZI SUVLARI CHEKINGAN HUDUDLARINING O'RTA MASSHTABLI TUPROQ-GRUNTLAR XARITASI VA ULARNING XUSUSIYATLARI

Qalandarov Nazimxon Nazirovich,
b.f.f.d. (PhD), katta ilmiy xodim,
e-mail: nazimxon-1984@mail.ru

Ismonov Abduvaxob Jo'rayevich,
b.f.n., katta ilmiy xodim

Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada Orol dengizining 1960-yildan keyin qurigan tubida shakllangan tuproq-gruntlarning morfogenetik xususiyatlari hamda hududiy tarqalish qonuniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqotlar dala kuzatuvlari, laboratoriya tahlillari va kameral ishlov natijalari asosida amalga oshirilgan. 1:200 000 masshtabli Orol dengizi suvlari chekingan hududlari tuproq-gruntlari xaritasi tuzilib, eksplikatsiya ma'lumotlari asosida tuproqlar morfologik belgilari, granulometrik tarkibi, sizot suvlari joylashish chuqurligi va sho'rlanish darajasiga ko'ra guruhlarga ajratilgan. Natijada hududda kuchli va juda kuchli sho'rlangan massivlar hamda qumli cho'l tuproqlari ustunligini ko'rsatdi. Tuproq hosil bo'lish jarayonlari sho'rlanish, deflyatsiya va avtomorflashuv ta'sirida dinamik rivojlanayotgani aniqlangan.

Kalit so'zlar: Orol dengizi, qurigan tubi, tuproq-gruntlar, morfogenetik xususiyatlar, sho'rlanish, avtomorf rivojlanish, deflyatsiya, tuproq xaritasi, ekologik-meliorativ holat.

Аннотация. В данной статье проанализированы морфогенетические особенности и закономерности территориального распространения почвогрунтов, сформировавшихся на обсохшем дне Аральского моря после 1960 года. Исследования выполнены на основе полевых наблюдений, лабораторных анализов и камеральной обработки материалов. Составлена почвенно-грунтовая карта территорий, освободившихся от вод Аральского моря, масштаба 1:200 000. На основе экспликационных данных почвы сгруппированы по морфологическим признакам, гранулометрическому составу, глубине залегания

грунтовых вод и степени засоления. Результаты показали, преобладание сильно и очень сильно засоленных массивов, а также песчаных пустынных почв. Установлено, что процессы почвообразования протекают динамично под воздействием засоления, дефляции и автоморфизации.

Ключевые слова: Аральское море, высохшее дно, почвогрунты, морфогенетические особенности, засоление, автоморфное развитие, дефляция, почвенная карта, эколого-мелиоративное состояние.

Annotation. This article analyzes the morphogenetic characteristics and spatial distribution patterns of soil-grounds formed on the dried seabed of the Aral Sea after 1960. The research was conducted based on field observations, laboratory analyses, and office data processing. A 1:200,000 scale soil-ground map of the territories exposed by the retreat of the Aral Sea waters was compiled. According to the explanatory data, soils were classified based on morphological features, mechanical composition, groundwater depth, and degree of salinization. The results revealed the predominance of strongly and very strongly saline massifs, as well as sandy desert soils. It was determined that soil formation processes are dynamically developing under the influence of salinization, deflation, and automorphic transformation.

Key words: Aral Sea, dried seabed, soil-grounds, morphogenetic characteristics, salinization, automorphic development, deflation, soil map, ecological and meliorative condition.

Kirish. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Orolbo'yi mintaqasini ekologik innovatsiyalar va texnologiyalar hududi deb e'lon qilish haqidagi Birlashgan Millatlar Tashkiloti Bosh Assambleyasining 75-sessiyasining maxsus rezolyusiyasini amalga oshirish choralari to'g'risida"gi 2021-yil 29-iyuldagi PQ-5202-son qaror ijrosini ta'minlash maqsadida, Investitsiyalar va tashqi savdo vazirligi, Innovatsion rivojlanish vazirligi tomonidan hamda vazirlik va idoralar takliflari asosida O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Orolbo'yi mintaqasi – ekologik innovatsiyalar va texnologiyalar hududi konsepsiyasi hamda mintaqani barqaror rivojlanishi bo'yicha 2021-2025 yillarga dasturiy choralar ko'p tomonlama "Yo'l xaritasi" to'g'risidagi qarori loyihasi ishlab chiqilgan [1, 2, 3, 4].

So'nggi yillarda global iqlim o'zgarishi jarayonlarining jadallashuvi va inson xo'jalik faoliyatining atrof-muhitga salbiy ta'sirining kuchayishi sharoitida tabiiy muhitda keng ko'lamli o'zgarishlar kuzatilmoqda. Birlashgan Millatlar Tashkiloti ma'lumotlariga ko'ra, so'nggi 150 yil davomida Yer yuzasi o'rtacha harorati taxminan 1,1 °C ga oshgan bo'lib, bu ekstremal iqlim hodisalari chastotasining ortishiga olib keldi. Jahon miqyosida har yili 12 mln. gektardan ortiq yerlar

degradatsiyaga uchramoqda, shu jumladan cho'llanish va sho'rlanish jarayonlari kuchaymoqda. Natijada tabiiy ekotizimlarning barqarorligi izdan chiqmoqda, shuningdek, atmosfera va litosfera tarkibiy qismlarining ifloslanishi ortib bormoqda[8, 9, 10, 11, 12].

Ushbu maqolada keltirilgan ma'lumotlar Innovatsion rivojlanish agentligi tomonidan moliyalashtirilgan "Geoaxborot texnologiyalari asosida Orol dengizi qurigan tubida degradatsiyaga uchragan tuproqlarning ekologik-meliorativ holatiga oid o'rta masshtabli tuproq kartasini yaratish" mavzusidagi amaliy loyiha doirasida olib borilgan.

Tadqiqot ob'ekti va uslublari.

Tadqiqotlarimiz Orol dengizining 1960-yildan boshlab qurigan tubida shakllangan tuproq-gruntlarida olib borilgan bo'lib, dala tadqiqotlari, kimyoviy tahlil va kameral ishlar Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar institutida umum qabul qilingan uslubiyotlar asosida bajarilgan [5, 6, 7].

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi.

Olib borilgan tadqiqotlarimiz yakunida Qoraqalpog'iston Respublikasi hududida joylashgan Orol dengizi qurigan tubi uchun 1:200 000 masshtabli "Orol dengizi suvlari chekingan hududlari tuproq-gruntlari xaritasi" tuzildi

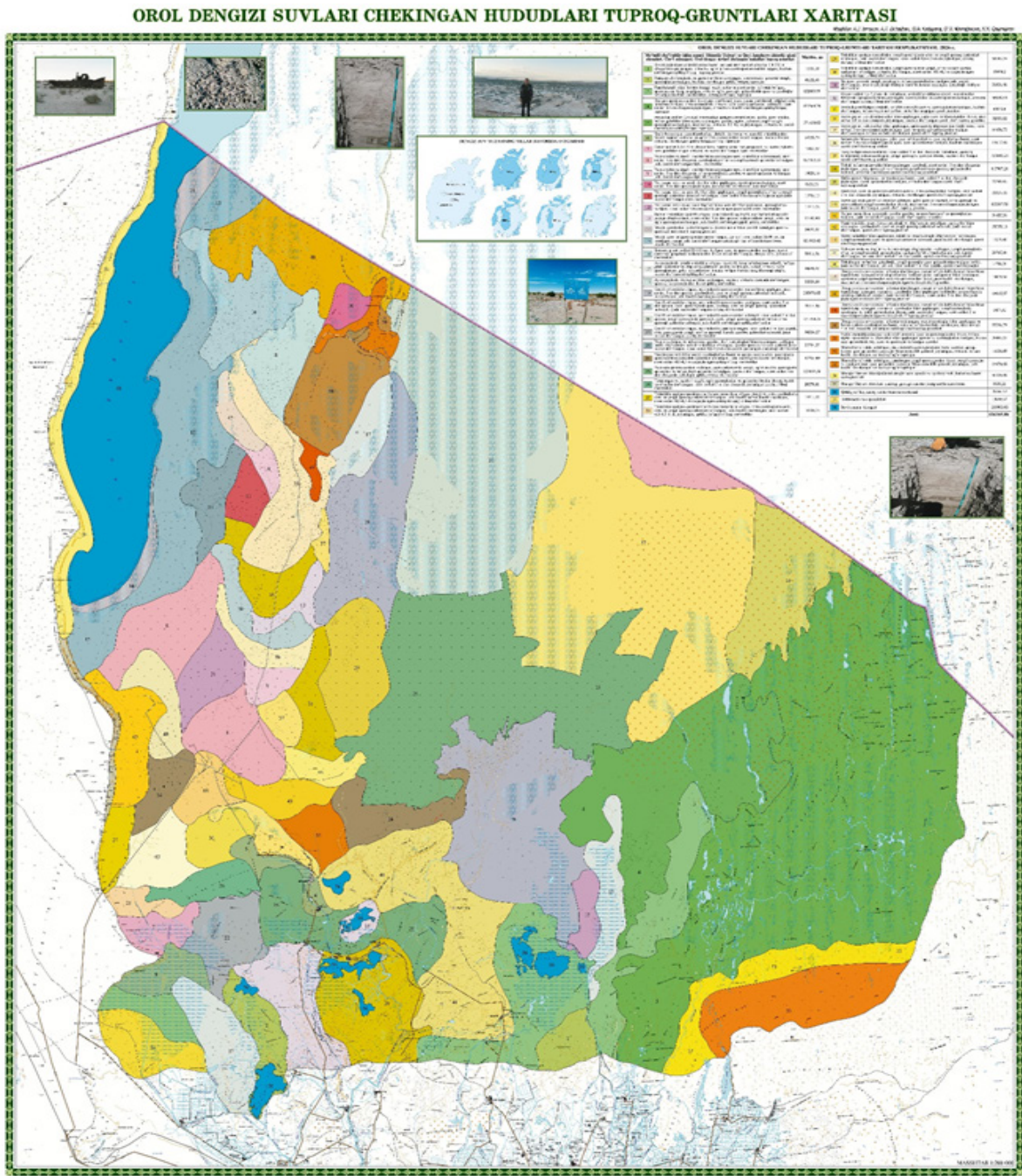
(1-rasm).

Quyida, Orol dengizi qurigan tubi uchun (4,200 ming ga) 1:200 000 mashtabli "Orol dengizi suvlari chekingan hududlari tuproq-gruntlari xaritasi" va xarita eksplikatsiyasi ma'lumotlariga to'xtalamiz.

Orol dengizi suvlari chekingan hududlar tuproq-gruntlari o'rta masshtabli karta va eksplikatsiya ma'lumotlari asosida morfogenetik belgilari, granulometrik tarkibi, sizot suvlari

joylashish chuqurligi hamda sho'rlanish darajasiga ko'ra yirik guruhlarga birlashtirildi (1-rasm).

Qoldiq o'tloqi tuproq-gruntlar 17 307,38 gektar maydonni egallab, asosan siyrak o'simlik qoplamiga ega uchastkalarda tarqalgan. Ularda sizot suvlari 1,8–2,9 m chuqurlikda joylashgan bo'lib, granulometrik tarkibi o'rta va og'ir qumovlardan tashkil topgan, sho'rlanish darajasi kuchsiz sho'rlangan-dan iborat.



1-rasm. Orol dengizi qurigan tubi tuproq-gruntlari xaritasi

Qoldiq botqoq va botqoq-o'tloqi tuproqlar (2,4,5,6-tuproq ayirmalari) 663 960,17 gektar maydonni tashkil etib, asosan pastqam cho'kmalar, qurigan qamishzorlar va "arxipelag orollari" majmualarida shakllangan. Ushbu tuproqlar granulometrik tarkibiga ko'ra qum, qumloq va yengil, o'rta va og'ir qumoqlardan iborat, sizot suvlari 3,5–5,0 metr chuqurlikda joylashgan, o'rtacha va kuchli darajada sho'rlangan.

Botqoq tuproqlar (3-ayirma) maydonni 132 869,99 gektarni tashkil etib, sizot suvlari ta'sirida shakllangan past-balandli relyef elementlarida tarqalgan. Ular o'rta va og'ir qumoqli granulometrik tarkibga ega bo'lib, kuchsiz darajada sho'rlangan.

Tipik va nam sho'rxoklar (7,8,9,10,11,12-ayirmalar) 200 901,57 gektar maydonni tashkil etadi. Bu guruh tuproqlari yuzasida oq sho'r dog'lari va qatqaloqli tuz birikmalari keng tarqalgan, granulometrik tarkibi qumloq va qumoqli qatlamlardan iborat, sizot suvlari asosan 5 m dan chuqurda joylashgan, kuchli va juda kuchli darajada sho'rlanishga uchragan.

Gipsli va qoldiq sho'rxoklar (13,17–22-ayirmalar) 726 327,09 gektarni tashkil etib, keng to'lqinsimon relyef elementlarida tarqalgan. Ularda gips bo'laklari, chig'anoq qoldiqlari, qum uyumlari uchraydi. Granulometrik tarkibi yengil va o'rta qumoqlardan iborat bo'lib, sho'rlanish darajasi asosan kuchli va juda kuchli.

Marsh va dengiz bo'yi gidromorf sho'rxoklari (14,15,16-ayirmalar) 226 526,37 gektar maydonni qamrab olgan. Bu tuproqlarda sizot suvlari 0,3–1,3 m chuqurlikda joylashgan, namlik darajasi yuqori, yuza qismida tuz qatqaloqlari rivojlangan.

Qatqaloqli va qoldiq o'tloqi sho'rxoklar (23,24–32-ayirmalar) 596 914,25 gektar maydonni egallab, asosan yassilangan tekisliklarda tarqalgan. Granulometrik tarkibi yengil va o'rta qumloqlardan iborat, sizot suvlari 4,0–5,0 m chuqurlikda

joylashgan, o'rtacha va juda kuchli darajada sho'rlangan.

Qumli cho'l tuproq-gruntlari (33–46-ayirmalar) 976 855,38 gektar maydonni tashkil etib, hududning eng katta qismini egallaydi. Ularda qalin eol qum to'shamalari, qum tepalari va qumloq qatlamlar keng tarqalgan. Sizot suvlari 5 m dan chuqurda joylashgan, sho'rlanish darajasi kuchsiz, o'rtacha va juda kuchligacha o'zgaradi.

Toshloqli cho'l tuproq-gruntlari (47–50-ayirmalar) 141 262,02 gektarni egallab, dengiz osti suv oqimlari ta'sirida shakllangan tosh-shag'alli va qumloqli qatlamlardan tashkil topgan. Sho'rlanish darajasi asosan juda kuchli.

Ko'chib yuruvchi va yarim mustahkamlangan qumlar (51-ayirma) 70 483,01 gektar maydonni egallab, asosan shamol ta'sirida shakllangan qum tepalari va barxanli relyef elementlaridan iborat. Ushbu hududning ayrim uchastkalarida quyi qatlamlarda loy va qumloq qatlamlar uchraydi. O'simlik qoplami siyrak saksovul va efemer turlari bilan cheklangan. Bu maydonlar deflyatsiya jarayonlariga moyilligi, granulometrik tarkibining yengilligi va namni ushlab qolish qobiliyatining pastligi bilan tavsiflanadi.

Sur tusli qo'ng'ir tuproqlar (52–53-ayirmalar) 33 796,92 gektarni tashkil etib, shamol keltirmalari ta'sirida yassilangan yengil qumoq va qumloqli qatlamlardan iborat. Sho'rlanish darajasi o'rtachadan juda kuchligacha o'zgaradi. Morfologik jihatdan bu tuproqlarda karbonat va gips birikmalari kuzatilishi mumkin. O'simlik qoplami nisbatan kam, asosan sho'rsevar turlardan iborat.

Sharqiy Ustyurt chinklari va qadimgi geologik jinslar (54–55-ayirmalar) 53 071,21 gektar maydonni egallab, dengiz bo'yi qumliklari va turli davrlarga mansub litogen qatlamlar bilan ifodalanadi. Bu hududlarda toshli, shag'alli va qumloqli gruntlar ustunlik qiladi. Relyef keskin

parchalangan, ayrim joylarda chink (jar) shakllari yaqqol namoyon bo'ladi. Tuproq qoplami juda yupqa yoki ayrim joylarda umuman shakllanmagan, sho'rlanish darajasi asosan kuchli.

Qoldiq ko'llar (56-ayirma) 29 144,52 gektar maydonni tashkil etib, davriy suvlar bilan ta'minlanadigan pastqam hududlarda joylashgan. Ularda namlanish tartibi o'zgaruvchan bo'lib, mavsumiy suv to'planishi natijasida gidromorf sharoit shakllanadi.

Uchlamchi davr qumliklari (57-ayirma) 15 649,67 gektarni qamrab olib, geologik jihatdan qadimgi eol va dengiz cho'kmalaridan tashkil topgan. Granulometrik tarkibi qum va qumloqlardan iborat, tuproq hosil bo'lish jarayoni sust rivojlangan. O'simlik qoplami juda siyrak, asosan qurg'oqchilikka chidamli turlardan iborat. Bu maydonlar shamol eroziyasiga nisbatan sezgir hisoblanadi.

Suvli yuzalar (dengiz, 58-ayirma) 215 000,68 gektarni tashkil etib, hozirgi kunda saqlanib qolgan dengiz suvi maydonlarini ifodalaydi. Ularda minerallashuv darajasi yuqori bo'lib, atrof hududlardagi tuproq-gruntlarning gidrogeokimyoviy tartibiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Suv sathining mavsumiy va ko'p yillik tebranishlari dengizning qurigan tubida tuz migratsiyasi hamda namlik tartibini belgilab beradi.

Umuman olganda, Orolning qurigan tubi hududida kuchli va juda kuchli sho'rlangan tuproq-gruntlari ustunlik qiladi, granulometrik tarkib jihatidan qum va qumloqli qatlamlar keng tarqalgan. Sizot suvlari joylashish chuqurligining hududiy farqlanishi hamda tuz migratsiyasi jarayonlari tuproqlarning ekologik-meliorativ holatini belgilab beruvchi asosiy omillar hisoblanadi.

XULOSA. Orol dengizining 1960-yildan keyin qurigan tubida shakllangan tuproq-gruntlarning morfogenetik tahlili ularning alloxtan kelib chiqishga ega ekanligini va dengiz-allyuvial hamda

eol yotqiziqlar negizida rivojlanganini ko'rsatdi. Kesma tuzilishida qum, qumloq va loy qatlamlarining navbatlanib joylashishi, chig'anoq qoldiqlari, gips va tuz kristallarining mavjudligi dengiz genezisining asosiy morfologik dalili sifatida namoyon bo'ladi.

Hududda ilgari ustun bo'lgan gidromorf sharoit sizot suvlari sathining pasayishi ta'sirida bosqichma-bosqich avtomorf rivojlanishga o'tmoqda. Shu bilan birga, yuza qatlamda gumus elementlari va biogen izlarning qayd etilishi tuproq hosil bo'lish jarayonlari faol kechayotganini anglatadi. Biroq sho'rlanish va gipslanish jarayonlari tuproq kesmasining morfologik tuzilishi va qatlamlar bo'yicha farqlanishini belgilovchi asosiy genetik omil sifatida namoyon bo'lmoqda.

1:200 000 masshtabda tuzilgan tuproq-gruntlar xaritasi va uning eksplikatsiya ma'lumotlari tahlili qurigan tub hududida tuproq qoplaminin keskin hududiy tabaqalashganini ko'rsatadi. Maydon tarkibida kuchli va juda kuchli sho'rlangan sho'rxoklar hamda qumli massivlar ulushining ustunligi aniqlandi. Bu holat arid iqlim sharoitida bug'lanish ustunligi, kapillyar ko'tarilish va deflyatsiya jarayonlarining bir vaqtda ta'sir etishi bilan izohlanadi. Shuningdek, qayd etilgan ma'lumotlar Orolning qurigan tubida tuproq hosil bo'lish jarayonlari dinamik va ko'p omilli xususiyatga ega ekanligini ko'rsatadi. Mazkur hudud barqaror shakllanib ulgurmagani, jadal o'zgarish bosqichidagi geoeologik tizim sifatida baholanishi mumkin.

Olingan ilmiy natijalar hudud tuproqlarining ekologik-meliorativ holatini baholash, degradatsiya jarayonlarini tashxis qilish va yer resurslaridan barqaror foydalanish bo'yicha ilmiy asos hisoblanadi. Tuproqlarning morfogenetik xususiyatlari va xossalriga oid to'plangan ma'lumotlar, degradatsiya jarayonlarini bartaraf etishda hamda tuproqlarda kechayotgan jadal

o'zgarishlar, ularni meliorativ holati, sho'r-lanishlari, genezisi to'g'risidagi eng yangi olingan ilmiy natijalar, Oliy ta'lim mutaxassislarida "Tuproqshunoslik", "Meliorativ tuproqshunoslik", "O'rmonchilik" hamda "Yaylov chorvachiligi" yo'nalishlarini rivojlantirishda va ishlab chiqarishda ilmiy manba sifatida foydalanish tavsifiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Rafikov V., Mamadjanova G. The forecast of changes of hierological and hydrochemical conditions of Aral sea // Editorial office for Journal of Geodesy and Geodynamics. – China, 2014 - vol. №2 pp. 16 - 23.
2. Жоллыбеков Б. Почвенный покров обсохшего дна южной части Аральского моря. Почвоведение, 1987, №12
3. Рафигов В.А. Состояние Аральского моря и Приаралья до 2020 года – Ташкент. 2014. –112 с.
4. Эгамбердиев Ж.А., Абдурахмонов Н.Ю. Гранулометрический состав почв высохшей части Аральского моря // Научное обозрение. Биологические науки. — Российская Федерация, Российская академия естественных наук. — Москва, 2023. №1. – С. –91-97.
5. Abduvaxob Ismonov, Alijon Dusaliyev, Nazimkhon Kalandarov, Uktamkhon Mamajanova and Gulnoza Kattayeva. Profile of desert sandy soils formed in the Aral Sea dried-up seabed // E3S Web of Conferences 486, 04010 (2024)
6. Дўсалиев А., Исмонов А. Характеристика остаточных луговых солончаковых почв, сформированных на высохшем дне Аральского моря // Научный журнал «Почвоведение и агрохимия». 2023. № 3. – С. –22-26.
7. Исмонов А.Ж., Дусалиев А.Т., Каттаева Г., Каландаров Н.Н., Мамажанова У.Х. Целинно-пастбищные почвы Аральской акватории // Вестник Национального университета Узбекистана. –Ташкент. 2022. № 3/1/1. –С. –71-73.
8. Ф.Хюфлер, Э. Новицкий. 2003. Зелёный щит осушенного дна Арала. – Ташкент. – С. –76
9. Томина Т.К. Почвы обсохшего дна Аральского моря // журнал Гидрометеорология и экология. – Алматы, 2009. - №1. – С. – 60-75.
10. Liangliang Jiang, Guli-Jiapaer , Anming Bao, Ye Yuan , Guoxiong Zheng , Hao Guo , Tao Yu , The effects of water stress on croplands in the Aral Sea basin, Journal of Cleaner Production, 1 May 2020. – Т.: –254 с.
11. Middleton N. J. Desert dust hazards: A global review //Aeolian research. 2017. – Т.: 24. – С. –53-63.
12. Opp C. et al. Aeolian dust deposition in the southern Aral Sea region (Uzbekistan): Ground-based monitoring results from the LUCA project //Quaternary International. 2017. – Т.: 429. – С. –86-99.

UDK:631.481

OROL DENGIZI QURIGAN TUBIDA SHAKLLANGAN TUPROQ-GRUNTLARINING MORFOLOGIK TUZILISHI

*Do'saliyev Alijon Toshpo'lat o'g'li,
biologiya fanlari falsafa doktori (PhD),
e-mail: dusaliev@mail.ru*

Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti

Annotatsiya. Maqolada Orol dengizining qurigan tubida shakllanib borayotgan qumli cho'l, sur tusli qo'ng'ir, qoldiq botqoq, qoldiq o'tloqi tuproqlar hamda tipik sho'rxok, qatqaloqli sho'rxok va qoldiq o'tloqi sho'rxok tuproq-zaminlarni morfogenetik belgilari atroflicha yoritilgan.

Kalit so'zlar: Orol dengizining qurigan tubi, sur tusli, tipik sho'rxok tuproq-gruntlar, sizot suvlari, g'ovak qumlar.

Аннотация. В статье подробно описаны морфогенетические характеристики песчаных пустынных, серовато-коричневых, остаточных болотных и остаточных луговых почв, а также типичных засоленных и остаточных луговых засоленных почв, образующихся на высохшем дне Аральского моря.

Ключевые слова: высохшее дно Аральского моря, сероватый, типичные засоленные почвы, просачивающиеся воды, пористые пески.

Annotation. The article comprehensively describes the morphogenetic characteristics of sandy desert, grayish brown, residual swamp, residual meadow soils, as well as typical saline and residual meadow saline soils forming on the dried-up bottom of the Aral Sea.

Key words: dried-up bottom of the Aral Sea, grayish, typical saline soils, seepage waters, porous sands.

Kirish. Dunyoda yuz berayotgan anomal hodisalar, iqlim o'zgarishi, antropogen bosimning kuchayishi va boshqa salbiy jarayonlarni ta'sirida tuproqlarning sho'rlanishi, eroziyaga uchrashi, gumus va oziqa moddalari kamayishi, zaharli (toksik) va og'ir elementlar bilan ifloslanishini oldini olish bo'yicha bir qator ustuvor yo'nalishlarda ilmiy-tadqiqot olib borilmoqda. Bu borada, tuproqlarni genetik-meliorativ xususiyatlarini yaxshilash, degradatsiya jarayonlarini oldini olish, landshaft geokimyoviy xususiyatlarini aniqlash va ulardan samarali foydalanishga doir ilmiy-tadqiqotlarga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Tadqiqotning maqsadi. Orol dengizining suvlari chekingan tubi tuproq-grunt qoplamlarida shakllangan tuproq qoplamlarining morfologik belgilarini tahlil etishdan iborat.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot

uslublari respublikamizda nashr etilgan "Davlat yer kadastrini yuritish uchun tuproq tadqiqotlarini bajarish va tuproq kartalarini tuzish bo'yicha yo'riqnoma" [1], "Yerdan foydalanishda yirik masshtabli xaritalar tuzish va tuproq tadqiqotlari bo'yicha umumittifoq ko'rsatma" [2], "Tuproqlarni xaritalashtirish" [3], shuningdek, qiyosiy-geokimyoviy, geografik-stvorlar o'tkazish, laboratoriya-analitik hamda ma'lumotlarni matematik-statistik tahlili uslublarini tashkil etadi.

Kimyoviy tahlil ishlari O'zPITI ning "Paxta maydonlarida tuproqlarning agrofizikaviy, agrokimyoviy va mikrobiologik xossalarini o'rganish uslublari" [4] institut (TATI) da ishlab chiqilgan, umumqabul qilingan uslublar asosida bajarildi.

Tahlil va natijalar. Qurigan dengiz tubi hududlarida daryo yotqiziqalari ta'sirida turli xil tuproq-grunt guruhlari ham shakllana boshlagan. Shakllangan

tuproq-gruntlar, hududning tuproq-iqlim sharoitlari, litologik va gidrogeologik hamda agrolandshaft tuzilishiga bog'liq holda rivojlangan. Orol dengizining markaziy qismida yangi bosqichda rivojlanayotgan tuproq-gruntlarning morfogenetik belgilari o'rganilganda u yerda bir qancha tuproq-grunt turlari shakllanganligi qayd etildi. Suvlari chekingan va quruqlikka aylangan hududlarda turli daryo keltirilma jinslarida tuproq guruhlari ham shakllana boshlagan. Shakllangan tuproqlar, hududning tuproq-iqlim sharoitlari, litologik va gidrogeologik hamda agrolandshaft tuzilishiga bog'liq holda rivojlangan. Albatta, dengiz o'z yo'lida turli keltirilma qattiq jinslarni qatlamli tarzda to'shagan va yirik qatlamlar vujudga kelganligi kuzatildi.

Amudaryo va Sirdaryo suvlarining keskin kamayishi natijasida, Orol dengizi qurib borishi hududdagi gidromorf tuproqlarning katta qismi avtomorf tuproqlar paydo bo'lish jarayoniga o'tmoqda. Misol uchun avvallari keng tarqalgan botqoq-o'tloqi, il-botqoqli, torfli-botqoq, qoldiq-to'qay va boshqa tuproq guruhlari hozirda avtomorf tuproq rivojlanish jarayonlarini boshdan kechirmoqda. Orol dengizining g'arbiy qismida yangi bosqichda rivojlanayotgan tuproqlarning morfogenetik belgilari o'rganilganda, bir nechta tuproq turlari shakllanganligi qayd etildi [5;6].



Qumli cho'l tuproqlar. Ushbu tuproq yaralmalari avvaldan ochilgan (suvdan bo'shagan) dengiz tubida shakllangan

bo'lib, hozirda sochilgan qum barxanlari shakllanayotgan, tamariks, qorabaraq, saksovul o'sadi lekin, o'simliklar siyrak bo'lib, qurib bormoqda. Chunki yer osti suvlari sathi pasayib ketgan.

47-kesma. A.Do'saliyev., A.Ismonov (20.05.2022). Surgul-Mo'ynoq yo'lida Mo'ynoq tuman markazidan 37 km. shimolda, trassani chap tomoni, tekislik. Dengiz sathidan 46 m. balandlikda. Cho'l landshafti bo'lib, saksovullar va jing'illar o'sgan. Atrof mayda sochilgan qumlardan va chig'anoqlardan iborat. Kesma allyuvial(ko'l) yotqiziqlar yuzasida joylashgan. Qumli cho'l tuproq.

0-9 sm. Bo'z rang, tuproq yuzasi quruq, kuchsiz qatqaloqli, chig'anoq aralashgan, o'rta zichlashgan, yengil qumloqli, sochiluvchan- changsimon g'ovak, bo'sh, o'simliklar bilan siyrak qoplangan. Keyingi qatlamga o'tishi rangi va namligiga ko'ra aniq.

9-50 sm. Sariq qum, kuchsiz nam, mayda qum g'ovak, o'rtacha zichlashgan, ildizlar kam, chirigan o'simlik ildizlari uchraydi, zang dog'lari ko'p. Keyingi qatlamga o'tishi zichligiga ko'ra aniq.

50-100 sm. Sariq qum, kuchsiz nam, g'ovak qum, kuchsiz zichlashgan, ba'zan zang dog'lari uchraydi, ildizlar kam va mayda, keyingi qatlamga o'tishi tuzilishiga ko'ra asta-sekin.

100-200 sm (100-158sm). Sariq yiriklashgan qum, kuchsiz nam, ildizlar deyarli kam uchraydi, g'ovak, sochiluvchan, chig'anoqlar uchraydi, kuchsiz zichlashgan, zang dog'lari uchraydi.

Orol dengizi qurigan tubining suvdan bo'shagan yerlaridagi qumli cho'l tuproqlari kesmasida namlik juda kam bo'lib, o'ta quruq iqlim sharoitlarida ular avtomorf tuproqlarga aylanish jarayonini boshdan kechirmoqda. Lekin gidromorf (yoki galofit) o'simliklar hozircha davriy namlik sababli yashab kelayotganligi va ularda areallarini kamayib borayotganligi kuzatildi. Bu tuproqlarda yangi yaratmalar kuzatilmaydi, ular tuproqqa sochilgan holda tarqalgan.

119-kesma. A.Do'saliyev., A.Ismonov

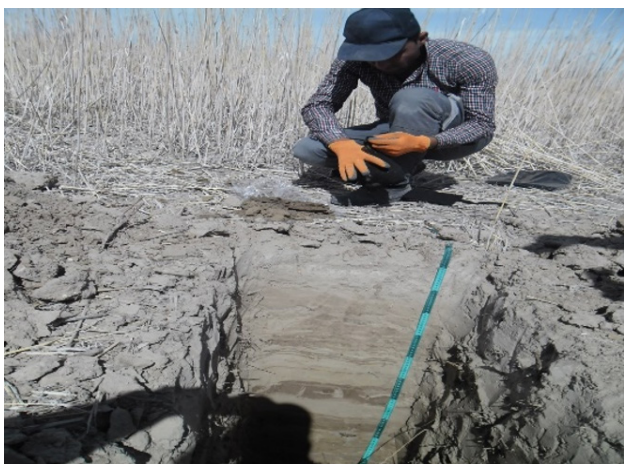
(17.09.2023). Mo'ynoq tumani markazidan 60 km uzoqlikda. Shimolda joylashgan, tekis yaylov. Dengiz sathidan 37 m balandlikda (Boltiq dengizi sathidan o'lchanganda). Bu yerda saksovul, qorabaraq, tamariks o'simligi o'sgan. Kesmaning atrofi oppoq chig'anoq va sochilgan qumlardan tashkil topgan.

0-15 sm. Och bo'z rang, tuproq yuzasi quruq, qatqaloqsimon yer yuzasi sho'r bilan qoplangan, gronulometrik tarkibi qumloq, changsimon g'ovak, zichlashmagan, o'simliklarni mayda ildizlari uchraydi, ba'zan loy bo'laklari ham bor, o'simliklar bilan kam qoplangan. Keyingi qatlamga o'tishi zichligiga ko'ra aniq.

15-55 sm. Och bo'z rang yer yuzasida aralashgan zang dog'lari bor, quruq, gronulometrik tarkibiga ko'ra qumloqli ba'zan loy va qum qatlamlari aralashgan holda uchraydi, kuchsiz zichlashgan, o'simlik ildizlari kam, chirigan o'simlik ildizlar uchraydi, keyingi qatlamga o'tish namligi, mexanik tarkibiga ko'ra aniq.

55-90 sm. Och bo'z rang, kuchsiz nam, mexanik tarkibiga ko'ra yengil qumoqli, g'ovak, kuchsiz zichlashgan, zang dog'lari uchraydi, o'simlikni chirigan ildizlari kam, keyingi qatlamga o'tishi rangiga, mexanik tarkibi, zichligiga ko'ra aniq.

90-150 sm. Kulrang, mexanik tarkibi qum, kuchsiz nam, zichlashmagan, g'ovak, zang dog'lari kam, o'simlik ildizlari yo'q, tuzlarning mayda kristallari uchraydi.



Hududda shakllangan qumli cho'l tuproqlarining qatlamlarida namlik

yetarlicha bo'lmasligi oqibatida, bu tuproqlar gidromorf tuproqlardan avtomorf tuproqlarga o'tib bormoqda, bu tuproqlarda o'simliklarni o'sib rivojlanishi kuz va qish oylardagi yog'inlar hisobiga galafit o'simliklarning areallari yashab kelmoqda. Lekin hozirgi kunda iqlimning keskin isib ketishi natijasida, ko'pchilik gidromorf o'simliklarni qurib borayotganligi va ular areallarini biroz kamayib ketayotganligi tadqiqotlarimizda qayd etildi. Qurigan dengiz tubida shakllangan qumli cho'l tuproqlarining ustki qismida chig'anoq qoldiqlari borligi va ularda bor bo'lgan chig'anoq qoldiqlari ham sochilgan holda tarqalganligi kuzatildi.

Qoldiq o'tloqi sho'rxok tuproqlar. Hozirgi kunga kelib, Orol dengizi qurigan tubida kichik-kichik qum tepaliklari va barxanlari paydo bo'lgan. Bundan tashqari, tuproq paydo bo'lishi jarayonlari qurigan, dengiz tubida hozirda bir xil kechmayotganligi ham aniqlandi. Qurigan dengiz tubida namoyon bo'lgan suv yo'llarida o'tloqi sho'rxoklar shakllangan bo'lsa, pastqam joylarda tipik sho'rxoklarni vujudga kelishi, ya'ni tuproq hosil bo'lish jarayonlarini boshlang'ich bosqichini boshdan kechirayotganligi o'tkazilgan dala ishlarimizda qayd etildi.

O'rganilgan hudud qoldiq o'tloqi sho'rxoklarda suvda oson eruvchan tuzlar miqdorini ko'pligi va keyingi yillarda havo haroratining keskin isib ketishi va yer osti suvlarini ko'tarilishi natijasida, o'tloqilanish jarayoni boshlanganligi olib borilgan tadqiqotlarimizda qayd etildi. Natijada, tuproqlar yuzasida qisman galofit o'simliklar o'sgan.

Quyida qoldiq o'tloqi sho'rxoklarni morfogenetik tuzilishini qazilgan kesma asosida yoritib beriladi.

Qoldiq o'tloqi sho'rxok tuproqlar – bu tuproqlar dengiz suvini chekingan qismida, ya'ni Mo'ynoq tumani markazidan 35 km uzoqlikda shimolda joylashgan bo'lib, bu yerlar asosan yaylov va tekis daladan tashkil topgan. Bu hududda tamariks va jing'il o'simliklari o'sgan bo'lib, bu o'simliklar ham kam. Sizot

suvlari sathi 4-5 metr.

69-Kesma. A.J.Ismonov., A.Do'saliyev (08.08.2023). Dengiz sathidan 42 m balandda joylashgan.

0-6 sm. Och bo'z rang, tuproq yuzasi quruq, yengil qumoqli, qumga chig'anoqlar aralashgan, qatqaloqli changsimon tuzilishda, o'simlik ildizlari uchraydi, zichlashmagan, keyingi qatlama o'tishi zichligiga ko'ra.

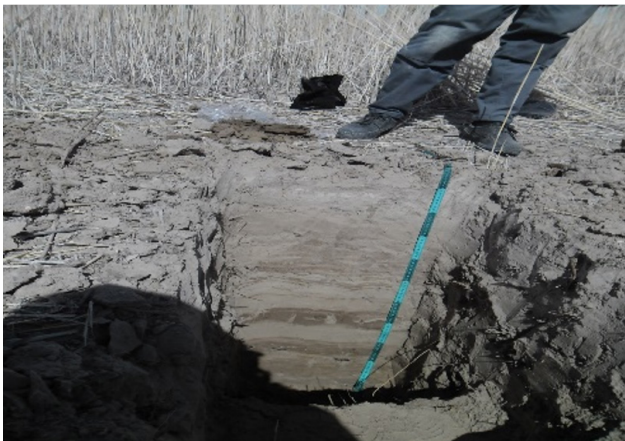
6-21 sm. Och bo'z rang, kuchsiz nam, yengil qumoqli, kuchsiz zichlashgan, qum ostida chig'anoqlar to'plangan, sochiluvchan, o'simlik ildizlari ko'p uchraydi, keyingi qatlama o'tish rangi va granulometrik tarkibiga ko'ra.

21-42 sm. Och bo'z rang (ko'kimtir), kuchsiz nam, og'ir qumoq, chig'anoqlar ko'p, kam zichlashgan, zang dog'lari mayda kesakchalarga aralashgan holda uchraydi, o'simlik ildizlar kam, keyingi qatlama o'tish asta-sekin rangi va granulometrik tarkibiga ko'ra.

42-80 sm. To'q bo'z rang, kuchsiz nam, granulometrik tarkibi qumloq, mayda va o'rtacha kesakchalarga bo'linib ajraladi, o'simlik ildizlar bilan siyrak qoplangan, zang dog'lari bor, keyingi qatlama o'tishi rangiga ko'ra asta-sekin.

80-125 sm. Kulrang, kuchsiz nam, qumloq, qatlamli ajralgan tuzilishda, kuchli zichlashgan, zang dog'lar bor, o'simlik ildizlari uchraydi, keyingi qatlama o'tish rangiga ko'ra aniq.

125-170 sm. To'q rang, kuchsiz nam, og'ir qumoq, zang dog'lari uchraydi, o'rtacha zichlashgan, o'simlik ildizlari uchramaydi.



Qoldiq botqoq tuproqlar. Bu tuproqlar Mo'ynoq tumani Uchsoy ovulidan 3 km uzoqlikda, katta ko'l o'rnida ya'ni janubda joylashgan, tekis dala tuproq yuzasi nam, eski qamish qoldiqlari, ayrim joylarda qamishlar o'sgan holda turibdi.

79-kesma. A.Do'saliyev., A.Ismonov (10.08.2023). Dengiz sathidan 55 m. balandda joylashgan.

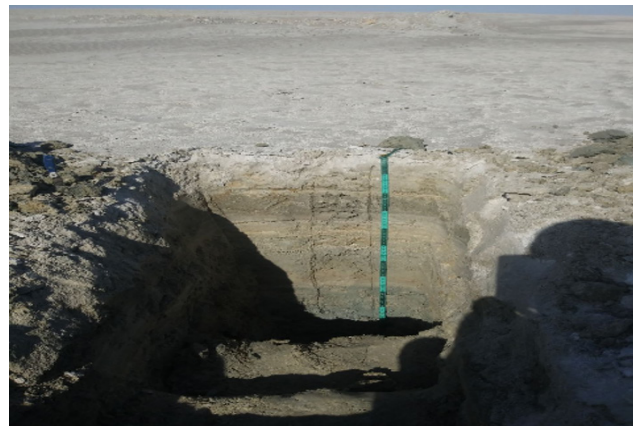
0-15 sm. Kulrang, yer yuzasi sernam, granulometrik tarkibi qumloq, mayda donador kesakchali, o'rtacha zichlashgan, o'simlik ildizlari uchraydi chirigan qamish ildizlar bor, hasharot inlari uchraydi, keyingi qatlama o'tish zichligi, granulometrik tarkibi va rangiga ko'ra.

15-45 sm. Kulrang, kuchsiz nam, o'rta qumoqli, kuchsiz zichlashgan, palaxsasimon, ildizlar va kulrang dog'lari ko'p, tuzlar kristallari uchraydi. Chirigan o'simlik ildizlari bor, keyingi qatlama o'tish zichligiga ko'ra.

45-80 sm. Kulrang, o'rtacha nam, o'rta qumoq, mayda va yirik ildizlar chirigan holda uchraydi, tuz tomirlari bor, o'rtacha zichlashgan, zang dog'lari bor, keyingi qatlama o'tish tuzilishiga ko'ra.

80-115 sm. Kulrang, kuchsiz nam, og'ir qumoq, kesakli qatlamli loylar, o'rtacha zichlashgan, chirigan mayda ildizlar, keyingi qatlama o'tish granulometrik tarkibiga ko'ra aniq.

115-150 sm. To'q kulrang, o'rtacha nam, o'rta qumoq, mayda kesakli, zichlashgan, chirigan ildizdar kam, zang dog'lari ko'p uchraydi.



Tipik sho'rxoklar. Mo'ynoq tumani markazidan 90 km shimolda "Nol"

belgidan 400 m sharqda. Dengiz tubi-ning markaziy qismi, allyuvial yotqiziqlar ustida shakllangan, tekis yaylov, tuproq yuzasi oppoq sho'r bilan qoplangan, o'simliklar o'smagan. Grunt suvlar yaqin bo'lganligi uchun bu sho'rxoklarda qatqaloq qatlam hosil bo'lmagan.

85-kesma. A.Do'saliyev., A.Ismonov (13.08.2023). Mo'ynoq tumani markazidan – 90 km uzoqlikda trassani chap tomonida dengiz sathidan 80 metr balandlikda joylashgan.

0-3 sm. Qoramtir rang, kuchsiz nam, o'rta qumoq, mayda donador, zichlashmagan, qatqaloqli oq sho'r, o'simlik ildizlari yo'q, keyingi qatlamga o'tishi zichligi va mexanik tarkibiga ko'ra aniq.

3-19 sm. Sariq va qo'ng'ir rang aralashgan, kuchsiz nam, chig'anoqlar sochilgan holda uchraydi, mexanik tarkibiga ko'ra qumloqli, kuchsiz zichlashgan, o'simlik ildizlari uchramaydi, mayda tomirsimon tuz kristallari uchraydi, keyingi qatlamga o'tish asta-sekin.

19-50 sm. Sariq qum va loylar ko'kimtir rangda, qumli qatlamda chig'anoqlar to'plangan, zichlashmagan, sariq qum va loylar aralashib ketgan holda, tuzilishiga ko'ra prizmasimon, keyingi qatlamga o'tish mexanik tarkibi va rangiga ko'ra.



50-87 sm. Loy, ko'kimtir rang, sernam, tuz kristallari aralashgan, mayda kesakchali, o'rtacha zichlashgan, o'simlik ildizlari yo'q, quyida qum qatlamida

chig'anoq aralashgan, tuzlar bor, keyingi qatlamga o'tishi asta-sekin.

87-200 sm (87-140 sm, 140-200 sm), ko'kimtir rang, sernam, loy va qumlar aralashgan, mayda kesakchali, tuz kristallari juda ko'p, zang dog'lari bor, o'rtacha zichlashgan, ildizlar umuman yo'q.

Qoldiq sho'rxoklar. Mo'ynoq tumani markazidan 80 km "Nol" belgidan Mo'ynoq tomon 10 km uzoqlikda shimolda. Orol dengizi qurigan tubining shimoliy-g'arbiy qismi. Yer yuzasi tekis yaylov, tuproq yuzasi oppoq sho'r bilan qoplangan.

130-kesma. A.Ismonov., A.Do'saliyev., M.Po'latov (19.08.2023). Dengiz sathidan 38 m balandda. Tekis dala, tuz kristallari bilan qoplangan.

0-4 sm. Kulrang, kuchsiz nam, og'ir qumoq, mayda donador, kuchsiz zichlashgan, o'simlik ildizlari yo'q, tuproq yuzasi qatqaloqli, tuz kristallari aralashgan, keyingi qatlamga o'tishi rangiga ko'ra asta-sekin.

4-30 sm. Qo'ng'ir rangli, sernam, og'ir qumoqli, tuz kristallari uchraydi, qatlam tubida tuzli qum qatlam joylashgan, o'rtacha zichlashgan, ildizlar yo'q, keyingi qatlamga o'tishi asta-sekin.

30-49 sm. Qo'ng'ir rang, nam, og'ir qumoq, mayda donador kesaklar uchraydi, mayda qatlamli loylar, o'rtacha zichlashgan, tuz kristallari uchraydi, ildizlar uchramaydi, keyingi qatlamga o'tish granulometrik tarkibiga ko'ra aniq.

49-69 sm. Kulrang, avval qumli tuz qatlami o'tgan, asosiy qatlam loyli, sernam, o'rta qumoqli, o'rtacha zichlashgan, palaxsali qatlamlar bor, tuz kristallari to'plangan, ildizlar yo'q, keyingi qatlamga o'tish aniq granulometriik tarkibiga ko'ra.

69-90 sm. Qo'ng'ir qum, nam, g'ovak, kuchsiz zichlashgan, tuz kristallari uchraydi, qatlamning yuqori qismi ya'ni 8-10 sm sariq qumdan iborat, tuz kristallari bor o'simlik ildizlari uchramaydi, hasharot inlari yo'q, keyingi qatlamga o'tish rangiga ko'ra aniq.

90-200 (90-150 sm, 150-200 sm) sm. Kulrang, g'ovak, qum ba'zan loy aralash-

gan, tuz kristallari sochilgan holda uchraydi, ildizlar yo'q, zang dog'lari aralashgan tarzda keladi, mayda changsimon tuzilishda, kam zichlashgan.



Sur tusli qo'ng'ir tuproqlar. Mo'ynoq tumani Vozrojenje oroli markazidagi past-baland adirliklar, mayda o'simliklar, juzg'un, shuvoq va saksovullar kam o'sgan, qadimgi uchlamchi davr jinlarda shakllangan dengiz yotqiziqlari.

90-kesma. A.Ismonov., M.Po'latov., A.Do'saliyev (12.09.2023 y). Dengiz sathidan 60 m balandda joylashgan.

0-9 sm. Bo'z rang, yuzadan quruq, qumloq, sochiluvchan, g'ovak tuzilishda, goho mayda toshchalar uchraydi, o'rtacha zichlashgan, ildizlar ko'p, keyingi qatlamga o'tishi zichligiga ko'ra aniq.

9-28 sm. Bo'z rang, quruq, qumloq, qatlamlarga ajraladi, sochiluvchan, ildizlar kam, chig'anoqlar qoldig'i aralashgan, gips kristallari hamda mayda toshchalar uchraydi, keyingi qatlamga o'tish zichligiga ko'ra aniq.

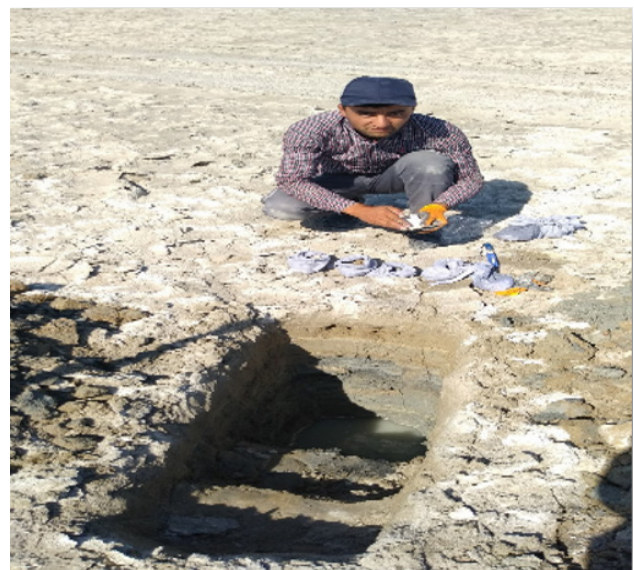
28-64 sm. Qo'ng'ir-bo'z rang, quruq, qumloqlar, gipslar uchraydi, o'rtacha zichlashgan, loy va qumlar aralashgan holda to'shalgan, ildizlar yo'q, tuz kristallari quyiga tomon sochilgan holda uchraydi, mayda dumaloq toshlar ichi bo'sh shaklda uchraydi, keyingi qatlamga o'tishi asta-sekin.

64-93 sm. Qo'ng'ir-bo'z rangda, quruq, qumloqli, sochiluvchan, kuchsiz zichlashgan, ildizlar uchramaydi, ba'zan zang dog'lari uchraydi, karbonatlar sochil-

gan holda tarqalgan, keyingi qatlamga o'tish asta-sekin.

93-250 sm (93-130 sm, 130-152 sm, 152-186 sm, 186-250 sm). Bo'z-qo'ng'ir rangda, quruq, sochiluvchan, zang dog'lari ko'zga tashlanadi, 250 sm gacha qumloq, gipslar uchraydi, o'rtacha zichlashgan, ildizlar uchramaydi, karbonat dog'lari uchraydi.

Qatqaloqli (nam) sho'rxoklar. Mo'ynoq tumani, "Nol" belgidan Orol dengizi suvlariga ketish yo'lini sharqiy qismi. Allyuvial yotqiziqlar to'shalgan. Grunt suvlari 1,0-2,0 m chuqurlikda joylashgan.



110-Kesma. A.Ismonov, A.Do'saliyev. Qatqaloqli sho'rxoklar. Dengiz sathidan 22 m balandda. Tuproq yuzasi oppoq tuz kristallari bilan qoplangan, shishgan qatqaloqlardan iborat.

0-8 sm. Oq sho'r qatqaloqlar shishgan holatda, quyiga tomon nam, og'ir qumoq, loy qatlami aralashganligi kuzatiladi, o'rtacha zichlashgan, ildizlar uchramaydi, keyingi qatlamga o'tishi granulometrik tarkibiga ko'ra aniq.

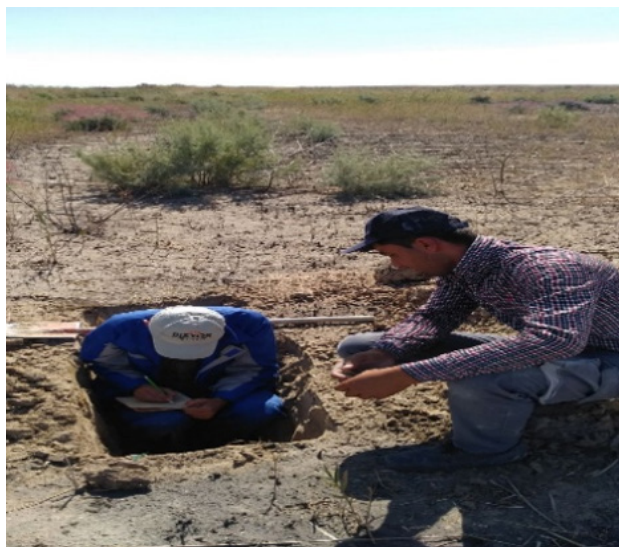
8-21 sm. Bo'z rang, nam, o'rta qumloqli mayin qum, sochiluvchan birikmagan, tuz kristallari uchraydi, kuchsiz zichlashgan, keyingi qatlamga o'tish rangiga ko'ra aniq.

21-55 sm. Tuproq rangi kulrang qoramtir tus beradi, kuchli nam, o'rta qumoqli qatlamlarda loy qatlamlari to'shalgan, tuz kristallari uchraydi,

o'rtacha zichlashgan, keyingi qatlamga o'tish granulometrik tarkibi va namligiga ko'ra aniq.

55-102 sm (55-80sm). Kulrang, loylar, o'rtacha zichlashgan, tuz kristallari aralashgan, ildizlar yo'q, sizot suvlari sizib chiqmoqda. 102 sm sizot suvi ochildi.

Qoldiq (to'qay) o'tloqi tuproqlar. Bu tuproqlar dengiz suvlar chekingan va sizot suvlari ta'siri doirasida (1,20-2,0 m) bo'lgan va kuchli suv bug'lanishlari ostida paydo bo'lgan va jarayon to'xtamaganligi kuzatiladi. Qoldiq o'tloqi tuproqlar avvalgi Amudaryo o'zaniga tutashgan hududlarda, dengizni qo'ltiqlarida saqlanib qolgan hududlarni o'z ichiga oladi. Mo'ynoq shahridan shimolga tomon o'zan bo'ylab yurilganda 15-20 km masofada kesma joylashgan. Hududda kuchli sho'rlanganligidan o'simliklar juda kam o'sgan.



135-Kesma. A.Ismonov., A.Do'saliyev., M.Po'latov (20.09.2023). Mo'ynoq ko'rfazidan 15 km shimoliy-g'arbda. Orol dengizi qurigan tubi. Tuproq yuzasi qatqaloqlar shaklida tuz kristallari bilan qoplangan, lekin ular mustahkam emas. Sho'rsevar o'simliklar ham o'smagan. Dengiz sathidan 21 m balandda.

0-5 sm. Chimli qatlam, kulrang, kuchsiz nam, o'rta qumoq, kuchsiz zichlashgan, eski ildizlar zich joylashgan, tuzlar ko'p yig'ilgan, keyingi qatlamga o'tish zichligi va namligiga ko'ra aniq.

5-26 sm. Kulrang, o'rtacha nam,

yengil qumoqli, o'rtacha zichlashgan, o'simlik ildizlari ko'p, changsimon tuzilishda birikmagan, tuz kristallari to'plangan, keyingi qatlamga o'tish asta-sekin granulometrik tarkibiga ko'ra.

26-60 sm. Kulrang, sochiluvchan birikmagan, qumloq, sernam, o'rtacha zichlashgan, ildizlar uchraydi, ba'zan qatlamda chig'anoq qoldiqlari uchraydi, keyingi qatlamga o'tish asta-sekin granulometrik tarkibiga ko'ra.

60-90 sm. Ko'kimtir rangli yengil qumoqlar qatlami, sernam, tuz va gipslar to'plangan, o'rtacha zichlashgan, ildizlar uchramaydi.

90-128 sm. Kulrang, yengil qumoq, nam, o'rtacha zichlashgan, ildizlar yo'q, tuzlarni akkumulyatsiyasi kuzatildi, zang dog'lari ba'zan ko'zga tashlanadi, keyinggi qatlamga o'tish asta-sekin granulometrik tarkibiga ko'ra.

128-190 sm. Kulrang, o'rta qumoqlar, mayda donador lekin sochiluvchan, kam zichlashgan, ildizlar yo'q, tuz kristallari uchraydi.

Orol dengizi qurigan tubida shakllanib borayotgan tuproq-gruntlar hozirda juda katta o'zgarishlarga, degradatsiya jarayonlariga ucharagan bo'lib, ularni barchasi tuproq-iqlim sharoitlari bilan bevosita bog'langan [7]. Bundan tashqari, iqlimni yoz faslida qizib ketishi natijasida, sizot suvlarini kuchli bug'lanishi namayon bo'ladi va tuproq-grunt yuzalari sho'r tuzlar bilan qoplanadi. Avvaldan (1960-yildan) suvni chekinishi boshlangan katta yer maydonlarida avtomorf tuproqlarni vujudga kelayotganligi qayd etildi. Bularni asosi sizot suvlari sathini quyiga tushib ketganli va tuproq-gruntlari shakllanishiga juda kam ta'sir etayotganligi bilan bog'lanadi. Shuningdek, tuproqning paydo bo'lishi, quruq iqlimda joyning litologik-geomorfologik sharoitlari bilan bog'liq [8;9;10;11;12].

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, Orol dengizi qurigan tubidagi tuproq-gruntlarining morfologik belgilari, rangi, qatlamlarni joylashishi, ularni qalinligi, zichligi, namligi va kesmasining shakl-

lanishi bilan bir-biridan farqlanishlar kuzatildi. So'ngi yillarda Orol bo'yi hududlarida tabiiy va antropogen omillarning kuchayishi, Orol dengizining qurib borishi bilan bog'liq, ekologik holatning yomonlashishi natijasida, qurigan dengiz tubi ba'zi bir hududlarda minerallashtirilgan yer osti suvlari yuzaga

yaqin ko'tarilgan bo'lsa, qolgan maydonlarda qurg'oqlanish va sahro- lanish jarayonlari faollashishi oqibatida, hududda shakllangan gidromorf tartibdagi tuproq va tuproq-gruntlari avtomorf tartibdagi tuproq va tuproq-gruntlarga aylanish jarayonini boshdan kechirayotganligi qayd etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Qo'ziyev R. va boshqalar. Davlat yer kadastrini yuritish uchun tuproq tadqiqotlarini bajarish va tuproq kartalarini tuzish bo'yicha yo'riqnoma // Me'yoriy hujjat, – Toshkent, 2013. – 52 B.
2. Yerdan foydalanishda yirik masshtabli xaritalar tuzish va tuproq tadqiqotlari bo'yicha umumittifoq ko'rsatma – Moskva, 1973. – 130 bet .
3. Tuproqlarni xaritalashtirish – Moskva, 1959, – 450 bet.
4. O'zPITIning Paxta maydonlarida tuproqlarning agrofizikaviy, agrokimyoviy va mikrobiologik xossalarni o'rganish uslublari – Toshkent. O'zPITI. 1993, – 37 bet.
5. Хюфлер Ф., Новицкий З. Зеленый щит осушенного дна Арала Ташкент, 2003. 5- С.
6. Жоллибеков Б. Изменение почвенного покрова и ландшафтов южного Приаралья в связи с антропогенным воздействием. – Нукус. – 1995. – 244 с.
7. Сектименко В.Е., Исмонов А.Ж. Особенности опустынивания почв Приаралья // “Теоретические и прикладные проблемы географии на рубеже столетий”. Материалы Международной научно-практической конференции. - Алматы: Казахский Национальный Университет, 2004. – С. – 164-166.
8. Ismonov A.J., Dusaliyev A., Mamajanova O'. Orol dengizi markaziy qismi qurigan tubi tuproq-gruntlarining meliorativ holati / O'zbekiston Milliy Universiteti xabarlari, №3/2/1 2022. B. – 52-55 b.
9. Исмонов А.Ж., Каландаров Н., Мамажанова У., Каттаева Г., Дўсалиев А. Почвенно-экологические проблемы Аралского моря // «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса». Сборник материалов научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П.Зволинского и 30 летию ФГБНУ “ПАФНС РАН”. с. Соленое Займище. – Астрахань. 2021. – С. – 608-611.
10. Хакимов Ф.И. Почвенно-мелиоративные условия опустынивающихся дельт // Пушино, 1989, – 218 стр.
11. Рафиков В.А. Состояние Аральского моря и Приаралья до 2020 года // – Ташкент, – 112 стр.

UO'K: 631.452

AMUDARYO QADIMGI DELTASI SUG'ORILADIGAN TUPROQLARINING FERMENTATIV FAOLLIGI VA MAVSUMIY DINAMIKASI

Abduraxmonov Nodirjon Yulchiyevich,
direktor o'rinbosari, biologiya fanlari
doktori (DSc), professor

Qorayev Aliyor Xasanovich,
b.f.f.d. (PhD), katta ilmiy xodim, bo'lim boshlig'i

Yerdashova Gulzar Baxrom qizi,
tayanch doktorant

Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot Amudaryo qadimgi deltasi hududidagi sug'oriladigan taqir-o'tloqi, o'tloqi-allyuvial va o'tloqi-cho'l tuproqlarning fermentativ faolligini baholashga qaratildi. Katalaza, peroksidaza, polifenoloksidaza va ureaza fermentlarining 0–30 sm va 30–60 sm qatlamlarda bahor, yoz va kuz fasllaridagi dinamikasi o'rganildi. Natijalar mexanik tarkib, namlik rejimi va organik modda miqdori fermentativ jarayonlarning asosiy regulyatori ekanligini ko'rsatdi. Eng yuqori ferment faolligi o'rta qumoqli sug'oriladigan taqir-o'tloqi tuproqlarda qayd etildi.

Kalit so'zlar: tuproq fermentlari, katalaza, ureaza, peroksidaza, mavsumiy dinamika, sug'oriladigan tuproq.

Аннотация. Данное исследование направлено на оценку ферментативной активности орошаемых такырно-луговых, лугово-аллювиальных и лугово-пустынных почв древней дельты Амударьи. Изучена динамика ферментов каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы и уреазы в 0-30 см и 30-60 см слоях в весенний, летний и осенний периоды. Результаты показали, что основными регуляторами ферментативных процессов являются механический состав, водный режим и содержание органического вещества. Наибольшая ферментативная активность отмечена в среднесуглинистых орошаемых такырно-луговых почвах.

Ключевые слова: почвенные ферменты, каталаза, уреазы, пероксидаза, сезонная динамика, орошаемые почвы.

Annotation. This study is aimed at assessing the enzymatic activity of irrigated barren-meadow, meadow-alluvial, and meadow-desert soils in the ancient delta of the Amu Darya. The dynamics of catalase, peroxidase, polyphenol oxidase, and urease enzymes were investigated in the 0–30 cm and 30–60 cm soil layers during spring, summer, and autumn seasons. The results showed that soil texture, moisture regime, and organic matter content are the main regulators of enzymatic processes. The highest enzymatic activity was recorded in medium loamy irrigated barren-meadow soils.

Key words: soil enzymes, catalase, urease, peroxidase, seasonal dynamics, irrigated soil.

Kirish. Respublikamizda hozirgi (deflyatsiya) eroziya jarayonlarining kunda qishloq xo'jaligida foydalaniladigan sug'oriladigan ekin yerlarning katta jadallashuviga, oqibatda esa tuproq qismi 1999,8 ming gektardan oshiqroq degradatsiyasi ta'sirida tuproq unumdorligi kamayib ketishiga sabab yerlar shamol (deflyatsiya) eroziyasiga bo'lmoqda. Ya'ni tuproqning fizik, biologik uchragan. Mexanik tarkibi qum, qumloq va yengil qumoqli tuproqlarda shamol va kimyoviy holatining yomonlashuviga olib kelmoqda. Sug'orilib dehqonchilik

qilinadigan hududlarda tuproq degradatsiyasini oldini olish, unumdorligini tiklash orqali qishloq xo'jaligida samarali foydalanish, ularning salohiyatini to'raligicha ishlab chiqarishga jalb etish, global iqlim o'zgarishi jadallashgan, aholi soni tez suratlarda ko'payib borayotgan davrda, oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash va shu kabi bir qator muammolarni hal etishga ilmiy va amaliy jihatdan yechimini topishga imkon beradi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 10-iyundagi 277-son "Yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarorining - yerlar degradatsiyasiga qarshi kurashish, uning salbiy ta'sirini kamaytirish va oqibatlarini yumshatish hamda tuproqlarni muhofaza qilishga qaratilgan ilmiy loyihalarni shakllantirilishi, shuningdek, moliyalashtirilishi belgilangan 8-bandiga muvofiq bo'lib, qarorning 4-ilovasi bilan tasdiqlangan Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti tomonidan bajariladigan 2022-2025 yillar davomida yerlar degradatsiyasi va unga qarshi kurashish bo'yicha o'tkaziladigan ilmiy-tadqiqot ishlarining asosiy yo'nalishlarida keltirilgan "Shamol va suv eroziyasi ta'siriga uchragan yerlarni qayta tiklash va qishloq xo'jaligida foydalanishga kiritish agrotexnologiyasini ishlab chiqish" mavzuli loyiha asosida tadqiqot olib borilgan.

Tuproq unumdorligini belgilovchi asosiy omillardan biri uning biologik faolligi hisoblanadi. Tuproqdagi fermentlar (peroksidaza, katalaza, ureaza, polifenoloksidaza) mikroorganizmlar faoliyatining muhim ko'rsatkichidir. Ushbu fermentlar organik moddalarning parchalanishi, azot aylanishi va gumus hosil bo'lish jarayonlarida bevosita ishtirok etadi.

Tuproq fermentlari tuproqning biologik faolligini baholovchi eng sezgir indikatorlardan biridir. Fermentativ jarayonlar organik moddalarning mineralizat-

siyasi, gumus hosil bo'lishi va azot aylanishini belgilaydi.

Orolbo'yi hududida, xususan Amudaryo qadimgi deltasi sharoitida sug'oriladigan tuproqlarning biologik holatini baholash alohida ilmiy ahamiyatga ega. Amudaryoning qadimgi deltasi sharoitida, tuproq fermentlari faolligi iqlim sug'orish va mexanik tarkibga bog'liq holda sezilarli darajada o'zgaradi.

Olib borilayotgan tadqiqotlarimiz shamol eroziyasiga moyil turli mexanik tarkibli sug'oriladigan tuproqlarda fermentativ faollikning mavsumiy dinamikasini aniqlashga va ekologik baholashga qaratilgan.

Tuproq fermentlari ekologik monitoringda keng qo'llaniladi. R. P. Dick fermentativ faollikni tuproq sifatining integrativ ko'rsatkichi sifatida tavsiya etadi. Muallifning fikricha, katalaza va ureaza tuproq mikrobiologik faolligini tezkor baholash imkonini beradi [1].

R.G. Burns tuproq fermentlarining iqlim o'zgarishi va agrotexnik tadbirlarga sezgirligini asoslab bergan. Uning tadqiqotlarida namlik va organik modda miqdori ferment faolligining asosiy determinanti sifatida ko'rsatiladi [2].

M.A. Tabatabai ureaza fermentining azot aylanishidagi rolini chuqur tahlil qilib, u azotli o'g'itlar samaradorligini belgilovchi asosiy omil ekanligini ta'kidlaydi [3].

E. Kandeler va boshqalar ferment faolligi mavsumiy harorat o'zgarishlariga bevosita bog'liqligini aniqlagan. Bahor faslida maksimal faollik kuzatilishi ko'plab agroekologik tadqiqotlarda qayd etilgan [4].

R.L. Sinsabaugh polifenoloksidaza fermentini gumus hosil bo'lish jarayonining muhim katalizatori sifatida baholaydi. Organik substrat ko'p bo'lgan tuproqlarda uning faolligi ortadi [5].

L. Gianfreda va J.M. Bollag tuproq fermentlarining adsorbsiyasi va mexanik tarkib bilan bog'liqligini ko'rsatgan bo'lib, o'rta qumoqli tuproqlarda fermentlar barqaror saqlanadi [6].

C. Trasar-Cepeda va boshqalar fermentativ faollikni tuproq degradatsiyasining bioindikator sifatida qo'llashni taklif etgan [7].

P. Nannipieri va boshqalar tuproq fermentlari ekotizim barqarorligini aks ettiruvchi biologik mexanizm ekanligini asoslab bergan [8].

Katalaza fermenti faolligi bir qancha omillarga o'z ta'sirini ko'rsatadi. Shulardan organik moddalar miqdoriga, tuproq xossalariga, pH miqdoriga, mikroorganizmlar sonining o'zgarishiga olib kelib, tuproq profili bo'ylab gumus miqdorining o'zgarishiga katalaza fermenti faolligining ortishi yoki pasayishi ta'sir ko'rsatgan [9].

Tuproq profilining ustki gumusli qatlamlarida katalaza fermenti yuqori ko'rsatkichlariga ega bo'lib, pastki qatlamlarda esa uning faolligi pasayganligi kuzatilgan. Katalaza faolligining o'zgarishiga tuproq ayirmalari, tuproq qatlamlarining turlicha o'zgarishi, hudud tuproq hosil qiluvchi sharoitlari, sho'rlanish darajalari, sug'orish davrlari ham o'z ta'sirini ko'rsatganligi aniqlangan. Fenoloksidazalar guruhiga kiradigan fermentlar ishtirokida murakkab biokimyoviy jarayonlardan biri ya'ni tuproqdagi organik moddalarning gumusga aylanishi boradi. Fenoloksidazalar turli organik moddalarning parchalashida ya'ni gumifikatsiya jarayonida asosiy ro'l o'ynaydi va shu birga tuproqda himoya vazifasini ham bajaradi [10].

Bahor faslida tuproqning nafas olishi uning namlanish darajasiga bog'liq ekanligi o'rganilgan muddat va sharoitlarda undagi fermentlar faolligi va namlikning tasiri o'rganildi. Jumladan, katalaza fermentlarning faolligi tuproqning 30% va 60% namlikda kuchayishi kuzatildi. Katalaza faolligi bilan qatorda tuproqdagi proteaza faolligi o'rganildi. Olingan ma'lumotlar mart oyining 10 kunligidan oxirgi kunlariga qadar proteaza faolligi oshib borgan bo'lsa, aprel oyida bu ko'rsatkichlar bir tekis ortishi

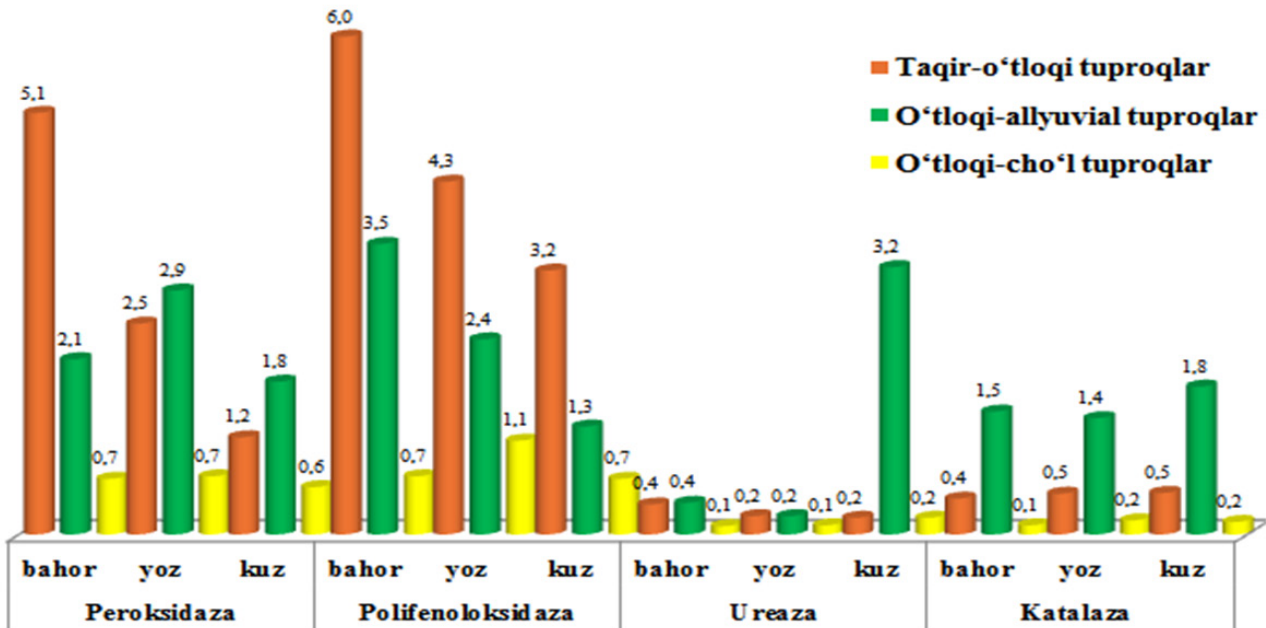
kuzatilgan. Ammo, 90% namlikda proteaza faolligi keskin kamayib ketganligi kuzatildi. Demak, tuproqning o'z me'yorida nafas olishi va fermentlar faolligining kuchayishi tuproq namlik darajasining 30% va 60% ligida yaxshi natijalar berar ekan. Namlik darajasi yuqori bo'lgan (90%) tuproqda biologik faolliklarning keskin kamayishi kuzatildi [11].

Yuqoridagi ilmiy manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, fermentativ faollik mexanik tarkib, namlik va organik modda bilan chambarchas bog'liq bo'lib, tuproq degradatsiyasi jarayonlarini baholashda ishonchli mezon hisoblanadi.

Tadqiqotlar ob'ekti. Tadqiqotlar Orolbo'yi hududi Qoraqalpog'iston Respublikasida tarqalgan shamol eroziasiga uchragan sug'oriladigan o'tloqi-allyuvial, taqir-o'tloqi va o'tloqi-cho'l tuproqlarda olib borildi.

Tadqiqot uslublari. Qoraqalpog'iston Respublikasi Taxtako'pir tumani shamol eroziasiga uchragan sug'oriladigan tuproqlarga olib borilgan [12]. Dala tuproq tadqiqotlarini o'tkazish yo'riqnoma [13] bo'yicha, olingan ma'lumotlarning matematik-statistik tahlili esa "Методика полевого опыта" [14] bo'yicha amalga oshirilgan.

Tadqiqot natijalari. Orolbo'yi hududida Amudaryoning hozirgi zamon deltasining nisbatan qadimiy qismi hisoblanadigan Qoraqalpog'iston Respublikasi Taxtako'pir tumanida shamol eroziasiga ta'siriga uchragan sug'oriladigan gidromorf (o'tloqli-allyuvial), yarim gidromorf (taqir-o'tloqi) va yarim avtomorf (o'tloqli-cho'l) tuproqlar fermentlar faolligining mavsumiy o'zgarishi (tuproq namunalari mart, iyun, oktabr oylarida olingan) quyidagi rasm va jadvalda keltirilgan.



Sug'oriladigan tuproqlarining mavsumiy fermentlar faolligi.

(Katalaza ($\text{sm}^3 \text{O}_2/100 \text{ g}$), Peroksidaza (mg purpurgallin/ 100 g), Polifenoloksidaza, Ureaza ($\text{mg NH}_3/5 \text{ g}$) berilgan)

Rasmda keltirilgan ma'lumotlariga ko'ra, taqir-o'tloqi tuproqlarning 0–30 sm qatlamida peroksidaza va polifenoloksidaza fermentlari faolligi ureaza va katalaza fermentlariga nisbatan ancha yuqori ekanligi aniqlangan. Peroksidaza va polifenoloksidaza fermentlari oksidoreduktaza guruhiga mansub bo'lib, ular asosan organik moddalarni oksidlab parchalanish jarayonlarida ishtirok etadi. Taqir-o'tloqi tuproqlarda ushbu fermentlar faolligining yuqori bo'lishi quyidagi sabablaridan:

Namlikning pastligi sababli gidrolitik fermentlar (masalan, ureaza) faoliyati cheklanadi;

Aeratsiyaning nisbatan yuqoriligi bo'lishi natijasida oksidlanish jarayonlari kuchayadi;

Organik qoldiqlarning qisman oksidlanishidan fenol birikmalar ko'proq hosil bo'ladi;

Haroratning yuqoriligi oksidlovchi fermentlar faolligini oshiradi.

Yuqoridagi omillar natijasida, ushbu tuproq tipchasida organik moddalarning oksidlanish (mineralizatsiya) jarayonlari ustun bo'lib, bu peroksidaza va

polifenoloksidaza fermentlari faolligining yuqori darajada bo'lishiga olib keldi.

Ureaza va katalaza fermentlari taqir-o'tloqi tuproqlarda nisbatan past ko'rsatkichlarga ega bo'ldi. Buning asosiy sabablari:

Namlik yetishmasligidan ureaza faoliyati susayadi chunki ureaza fermenti uchun suv muhit zarur;

Mikroorganizmlar sonining kamligi natijasida ferment sintezi pasayadi;

Sho'rlanish va ishqoriy muhit-fermentlar faoliyatini susaytiradi;

Zich tuproq strukturasi natijasida aeratsiya notekisligidan mikrobiologik jarayonlar cheklanishi kuzatilgan.

Ureaza azot aylanishida muhim bo'lsa-da, ushbu sharoitda uning faolligi past bo'lib, bu tuproqda azot mineralizatsiyasi sust kechayotganini ko'rsatadi.

Katalaza esa kislorodli muhit bilan bog'liq ferment bo'lib, uning pastligi biologik oksidlanish jarayonlarining cheklanganligini bildiradi.

O'tloqi-allyuvial tuproqlarda fermentlar faolligi rasmda keltirilgan o'tloqi-allyuvial tuproqlarda barcha fermentlar faolligi boshqa tuproq turlariga nisbatan

yuqoriroq va muvozanatli ekanligi kuzatiladi. Bu ushbu tuproq tipchasi quyidagi qulay agroekologik sharoitlari bilan bog'liq:

gumus miqdorining o'rtacha va yuqori darajada bo'lishidan mikroorganizmlar faol rivojlanadi, fermentlar intensiv sintez qilinadi; namlikning yetarli va barqaror bo'lishi natijasida gidrolitik va oksidlovchi fermentlar faol ishlaydi; havo almashinuvi yaxshiligi mikroorganizmlar uchun qulay muhit yaratadi; strukturaning g'ovakligi va bo'shligi sababli fermentativ jarayonlar tezlashadi.

Peroksidaza va polifenoloksidaza fermentlari yuqori darajada, bu organik moddalarning faol parchalanishi va gumus hosil bo'lishini bildiradi.

Ureaza fermenti nisbatan yuqori, ayniqsa ayrim fasllarda keskin oshishi kuzatiladi. Bu azot aylanishining faol

kechayotganidan dalolat beradi.

Katalaza fermenti o'rtacha va yuqori darajada ta'minlangan bo'lib, bu tuproqda oksidlanish-qaytarilish jarayonlari faol ekanligini ko'rsatadi.

O'tloqi-cho'l tuproqlarda fermentlar faolligi rasmda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, o'tloqi-cho'l tuproqlarda barcha fermentlar — peroksidaza, polifenoloksidaza, ureaza va katalaza — eng past darajada qayd etilgan. Bu holat mazkur tuproq tipining shamol eroziyasiga duchor bo'lganligi va noqulay ekologik va fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan izohlanadi.

Namlikning keskin yetishmasligi sababli mikroorganizmlar faolligi sustlashadi, ferment sintezi kamayadi. Organik modda (gumus) miqdorining juda kamligi natijasida mikroflora uchun oziqa bazasi yetarli emasligi uchun fermentlar ishlab chiqarilishi cheklanadi.

jadval

Shamol eroziyasiga moyil tuproqlarda mavsumiy fermentlar faolligi

| Kesma № | Qatlam chuqurligi, sm | Mexanik tarkibi | 100 gr tuproqda purpurgallin mg hisobida | | | | | | 5 gr tuproqda 24 soat N-NH ₃ mg | | | Katalaza 3 daqiqa davomida 100 gr tuproqda sm ³ O ₂ | | | |
|---|-----------------------|-----------------|--|------|------|--------------------|------|------|--|------|------|---|------|------|--|
| | | | Peroksidaza | | | Polifeno-loksidaza | | | Ureaza | | | bahor | yoz | kuz | |
| | | | bahor | yoz | kuz | bahor | yoz | kuz | bahor | yoz | kuz | | | | |
| Sug'oriladigan taqir-o'tloqi tuproqlar | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0-30 | o'rtta qumloqli | 5,07 | 2,54 | 1,17 | 6,00 | 4,25 | 3,18 | 0,36 | 0,22 | 0,20 | 0,43 | 0,49 | 0,50 | |
| | 30-60 | o'rtta qumloqli | 5,74 | 1,96 | 0,39 | 7,56 | 3,40 | 2,71 | 0,41 | 0,15 | 0,19 | 0,56 | 0,60 | 0,44 | |
| Sug'oriladigan o'tloqi-allyuvial tuproqlar | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 0-30 | yengil qumloqli | 2,11 | 2,94 | 1,84 | 3,50 | 2,35 | 1,30 | 0,38 | 0,22 | 3,20 | 1,48 | 1,40 | 1,76 | |
| | 30-60 | o'rtta qumloqli | 1,11 | 1,89 | 1,62 | 3,60 | 1,80 | 1,42 | 0,41 | 0,30 | 0,64 | 0,76 | 0,73 | 0,61 | |
| Sug'oriladigan o'tloqi-cho'l tuproqlar | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 0-30 | qumli | 0,67 | 0,70 | 0,57 | 0,70 | 1,13 | 0,67 | 0,10 | 0,11 | 0,20 | 0,11 | 0,14 | 0,15 | |
| | 30-60 | qumloqli | 0,32 | 0,28 | 0,09 | 0,43 | 0,91 | 0,42 | 0,15 | 0,16 | 0,31 | 0,27 | 0,38 | 0,40 | |

Yuqori harorat va qurg'ochlilik sababli enzimlar denaturatsiyasi tezlashadi, biokimyoviy jarayonlar sekinlashadi.

Sho'rlanish va ishqoriy muhit fermentlarning tabiiy faolligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Bu tuproq tipchasida peroksidaza va polifenoloksidaza fermentlari juda past darajada, bu oksidlanish jarayonlarining sustligini bildiradi.

Ureaza fermenti minimal darajada ekanligi azot aylanishi deyarli faol emasligini ko'rsatadi.

Katalaza fermenti past darajada ta'minlanganligi tuproqda nafas olish va oksidlanish-qaytarilish jarayonlari sustligini ko'rsatdi.

O'tloqi-cho'l tuproqlar biologik jihatdan eng sust faol tuproqlar bo'lib, fermentlar faolligining pastligi bu yerda mikrobiologik jarayonlar cheklanganini va tuproq unumdorligi nisbatan past ekanligini ko'rsatdi.

Peroksidaza fermenti maksimal natija sug'oriladigan taqir-o'tloqi tuproqlarda 5,74 mg (bahor, 30–60 sm) bo'lib, bu bahor faslida namlik va optimal harorat bilan ta'minlanganligi bilan izohlansa, bu tuproqlar sho'rlanishga moyil bo'lganligi sababli yoz va kuz oylarida tuzlar tuproq profilining yuqori qatlamiga ko'tarilishi natijasida uning miqdori ham kamayishiga sabab bo'lgan.

Polifenoloksidaza fermenti organik modda yuqori bo'lgan qatlamlarda yuqori ko'rsatkich 7,56 mg ni tashkil etgan bo'lsa eng past ko'rsatkich sug'oriladigan o'tloqi-cho'l tuproqlarda kuzda 0,42 mg gacha tushganligini ko'rishimiz mumkin, sababi bu tuproqlar shamol eroziyasiga moyil bo'lganligi uchun tezda il zarrachalar miqdori kamayib tuproq namligi pasayib ketishi kuzatildi.

Ureaza fermenti eng yuqori ko'rsatkich sug'oriladigan o'tloqi-allyuvial tuproqlarda (3,20 mg) uchrab, azot

aylanishi faol kechayotganini ko'rsatadi, sababi bu tuproqlarda eng optimal suv-havo xossalari yengil mexanik tarkibdan iboratligidan dalolat beradi.

Katalaza fermentining eng yuqori ko'rsatkichi ham sug'oriladigan o'tloqi-allyuvial tuproqlarda ($1,76 \text{ sm}^3 \text{ O}_2$) aniqlandi, eng pasti esa sug'oriladigan o'tloqi-cho'l tuproqlarda minimal (0,11–0,40) gacha o'zgarib turadi, yani bu tuproqlar mexanik tarkibi qum va qumloqli ekanligi uchun suv bug'lanishi yuqoriligi oqibatida bu fermentlar miqdori kamayishiga olib keladi (jadval).

Tadqiqot natijasida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Fermentativ faollik tuproq tipiga va granulometrik tarkibga bog'liq bo'lib, qumli mexanik tarkibdan o'rta mexanik tarkib tomon ortib borganligi ya'ni maksimal biologik faollik kuzatildi.

2. Shamol eroziyasiga uchragan sug'oriladigan o'tloqi-cho'l tuproqlarda fermentativ jarayonlar boshqa tuproqlarga qaraganda sust kechganligi kuzatildi.

3. Sug'oriladigan tuproqlarda bahor fasli Peroksidaza, Polifenoloksidaza va Ureaza fermentativ jarayonlarning eng faol davri hisoblangan bo'lsa, kuzga borib Katalaza fermenti ortganligi aniqlandi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra shamol eroziyasiga uchragan sug'oriladigan tuproqlarda biologik monitoring olib borishda fermentativ ko'rsatkichlardan foydalanish maqsadga muvofiq ekanligini ko'rsatdi. Shamol eroziyasiga uchragan sug'oriladigan o'tloqi-cho'l tuproqlarda fermentativ jarayonlar boshqa tuproqlarga qaraganda sust kechganligi kuzatildi, bu esa o'z navbatida tuproq degradatsiyasida biologik xossalari jiddiy o'zgarishiga olib kelganligidan dalolat beradi. Shuning uchun bu tuproqlarda biologik faollikni tiklashni yani tuproq unumdorligini tiklashni taqozo etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Dick, R. P. Soil enzyme activities as indicators of soil quality // Defining Soil Quality for a Sustainable Environment / ed. by J. W. Doran, D. C. Coleman, D. F. Bezdicek, B. A. Stewart. – Madison: Soil Science Society of America, 1994. – P. 107–124.
2. Burns, R. G. Soil enzymes in a changing environment. – Cambridge: Cambridge University Press, 2013. – 382 p.
3. Tabatabai M. A. Soil enzymes // Methods of Soil Analysis. Part 2. Microbiological and Biochemical Properties. – Madison: SSSA, 1994. – P. 775–833.
4. Kandeler E., Gerber H. Short-term assay of soil urease activity using colorimetric determination of ammonium // Biology and Fertility of Soils. – 1996. – Vol. 6. – P. 68–72.
5. Sinsabaugh R. L. Phenol oxidase, peroxidase and organic matter dynamics of soil // Soil Biology and Biochemistry. – 2010. – Vol. 42. – P. 391–404.
6. Gianfreda L., Bollag J. M. Influence of natural and anthropogenic factors on enzyme activity in soil // Soil Biochemistry. – New York: Marcel Dekker, 1996. – Vol. 9. – P. 123–193.
7. Trasar-Cepeda C., Leirós M. C., Gil-Sotres F. Biochemical properties of soils as indicators of soil quality // Soil Biology and Biochemistry. – 2000. – Vol. 32. – P. 1867–1875.
8. Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M. T., Landi L., Pietramellara G., Renella G. Microbial diversity and soil functions // European Journal of Soil Science. – 2012. – Vol. 63. – P. 12–26.
9. Shamuratova G.M. Orolbo'yi o'tloqi-allyuvial tuproqlarning fermentlar faolligining yil mavsumlari bo'yicha o'zgarish dinamikasi // IQRO JURNALI – volume 9, issue 2, 2024. 554-558.
10. Sharipov O.V. Buxoro vohasi sug'oriladigan tuproqlarining biologik faolligi va ularning maqbullashtirish yo'llari (Buxoro tumani misolida). Biol. fan. fal. dokt.....diss.avtoref. – Toshkent. 2019. – 46 b
11. Jo'rayeva O.T. Tuproq unumdorligini oshirishda fermentlarning roli. "Science and Education" Scientific Journal / May 2023 / Volume 4 Issue 5, -149-155 b.
12. Abduraxmonov N., Qorayev A., Yerdasheva.G. "Taxtakop'pir tumani tuproqlarining hozirgi holati va ularni tiklash yo'llari." Tuproqshunoslik va agrokimyo ilmiy jurnal. №2/2025. 26-31 bet.
13. Qo'ziyev R., Abduraxmonov N. va boshqalar Davlat yer kadastrini yuritish uchun tuproq tadqiqotlarini bajarish va tuproq kartalarini tuzish bo'yicha yo'riqnoma / Yerdan foydalanish, yer tuzish va yer kadastrini bo'yicha me'yoriy hujjatlar. – Toshkent, 2009. – 51 b.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. с основами статистической обработки результатов исследований. -М.: Агропромиздат, 1985. -255 с.

TOSHKENT VILOYATI TUPROQLARINING EKOLOGIK HOLATINI INTEGRAL BAHOLASH

Ruzmetov Maqsud Ismailovich*,
q/x.f.d., professor,
Mirxaydarova Gulmira Sultanovna**,
b.f.n., dotsent,

*Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti**
*Toshkent davlat agrar universiteti***

Annotatsiya. Mazkur maqolada Toshkent viloyatining Yangiyo'l va Piskent tumanlari tuproqlarida og'ir metallar bilan ifloslanish darajasi baholandi. Tadqiqotlar sanoat manbasi hisoblangan Olmaliq tog'-kon metallurgiya majmuasiga yaqin hududlarda olib borildi. Tuproq namunalari Pb, Cd, As, Cr, Ni, Cu, Zn va boshqa kimyoviy elementlar miqdori aniqlandi. Natijalarga ko'ra, Piskent tumani Xaydarov massivida Cd, As, Pb va Zn elementlari me'yordan sezilarli oshganligi qayd etildi. Yangiyo'l tumani tuproqlarida esa ifloslanish darajasi nisbatan o'rtacha ekanligi aniqlandi. Tuproqlarning ekologik holati Soil Quality Index (SQI) usuli asosida baholanib, Piskent tumanida texnogen ta'sir darajasi yuqori ekani tasdiqlandi. Olingan natijalar texnogen omillarning tuproq kimyoviy tarkibi va agroekotizim barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa Cd, Pb va As elementlari ekologik xavf nuqtayi nazaridan ustuvor ahamiyatga ega ekani aniqlandi.

Kalit so'zlar: og'ir metallar, tuproq ifloslanishi, texnogen ta'sir, Soil Quality Index (SQI), ekologik baholash, Toshkent viloyati, kadmiy, qo'rg'oshin, margumush, agroekotizim.

Аннотация. В данной статье оценивается степень загрязнения тяжелыми металлами почв Янгиюльского и Пскентского районов Ташкентской области. Исследования проводились вблизи Алмалыкского горно-металлургического комплекса, который считается промышленным источником. В образцах почвы определяли содержание Pb, Cd, As, Cr, Ni, Cu, Zn и других химических элементов. Результаты показали, что содержание Cd, As, Pb и Zn в массиве Хайдаров Пскентского района значительно превышает норму. Установлено, что уровень загрязнения почв Янгиюльского района относительно средний. Экологическое состояние почв оценивалось на основе метода Soil Quality Index (SQI), что подтвердило высокий уровень техногенного воздействия в Пскентском районе. Полученные результаты показывают, что техногенные факторы отрицательно влияют на химический состав почвы и устойчивость агроэкосистемы. В частности, было установлено, что элементы Cd, Pb и As имеют приоритетное значение с точки зрения экологической опасности.

Ключевые слова: тяжелые металлы, загрязнение почвы, техногенное воздействие, Soil Quality Index (SQI), экологическая оценка, Ташкентская область, кадмий; свинец, мышьяк, агроэкосистема.

Annotation. This article assesses the degree of heavy metal contamination in the soils of the Yangiyul and Pskent districts of the Tashkent region. Research was conducted near the Almalyk Mining and Metallurgical Complex, which is considered an industrial source. The content of Pb, Cd, As, Cr, Ni, Cu, Zn, and other chemical elements was determined in the soil samples. The results showed that the content of Cd, As, Pb, and Zn in the Haydarov massif of Pskent district is significantly higher than normal. It has been established that the level of soil pollution in the Yangiyul district is relatively average. The ecological condition of soils was assessed based on the Soil Quality Index (SQI) method, which confirmed the high level of technogenic impact in the Pskent district. The obtained results show that technogenic factors negatively affect the chemical composition of the soil and the stability of the agroecosystem. In particular, it was established that Cd, Pb, and As elements are of priority importance in terms of environmental hazard.

Key words: heavy metals, soil pollution, technogenic impact, Soil Quality Index (SQI), environmental assessment, Tashkent region, cadmium, lead, arsenic, agroecosystem.

Mavzuning dolzarbligi. So'nggi yillarda og'ir metallar bilan tuproq ifloslanishi global ekologik muammolardan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Bu boradagi fundamental tadqiqotlardan biri sifatida Alloway (2013) og'ir metallarning tuproqdagi kimyoviy shakllari, sorbsiya mexanizmi va bioo'zlashtirilishi pH muhit va organik modda miqdoriga bog'liq ekanini ta'kidlaydi. Muallifning qayd etishicha, kislotali tuproqlarda Cd va Pb harakatchanligi sezilarli oshadi.

Kabata-Pendias (2011) esa tuproq-o'simlik tizimida mikroelementlar migratsiyasini tahlil qilib, og'ir metallarning gumus bilan kompleks birikmalar hosil qilishi ularning harakatchanligini cheklashi yoki aksincha, ayrim sharoitlarda oshirishi mumkinligini ko'rsatgan.

Tuproqning fizik-kimyoviy xossalari-ga ta'siri bo'yicha Kercheva (2025) tajribaviy tadqiqotlarida og'ir metall konsentratsiyasi ortishi bilan tuproq zichligi oshishi va elektr o'tkazuvchanlik (EC) o'zgarishi aniqlangan. Muallifning xulosasiga ko'ra, metallar tuproq agregat barqarorligini pasaytirib, suv-havo rejimini yomonlashtiradi.

Tuproq sifatiga kompleks ta'sir masalasida Golia va hammualliflar (2023) og'ir metallar kation almashinuv qobiliyatini (CEC) kamaytirishi va organik modda bilan o'zaro ta'sir orqali oziq elementlar muvozanatini buzishini ko'rsatgan. Mualliflar og'ir metallar konsentratsiyasi ortishi bilan Soil Quality Index ko'rsatkichlari pasayishini qayd etgan.

Biologik xossalar bo'yicha Giller, Witter va McGrath (1998) og'ir metallarning mikroorganizmlar faoliyatiga toksik ta'sirini ilmiy asoslab bergan. Ularning tadqiqotlariga ko'ra, uzoq muddatli ifloslanish sharoitida mikrobiologik jarayonlar susayadi.

Shuningdek, Kandziora-Ciupa (2021) tadqiqotida og'ir metallar dehidrogenaza, ureaza va fosfataza fermentlari faolligini pasaytirishi, biologik sifat indeksi esa metall konsentratsiyasiga teskari bog'liqlikda ekani aniqlangan.

Kompleks ekologik yondashuv nuqtayi nazaridan Wuana va Okieimen (2011) og'ir metallarning tuproqdagi kimyoviy shakllari, ularning migratsiyasi va biokiraoluvchanligi manbaga va tuproq sharoitiga bog'liq ekanini ta'kidlagan. Mualliflar Cd, Pb, As va Cr(VI) ni yuqori xavfli elementlar qatoriga kiritgan.

Yuqoridagi tadqiqotlar natijalariga ko'ra, og'ir metallar: tuproq pH va EC ko'rsatkichlarini o'zgartiradi; kation almashinuv qobiliyatini kamaytiradi; gumus bilan murakkab birikmalar hosil qiladi; fermentativ faollikni susaytiradi; mikrobiologik biomassani kamaytiradi; tuproq sog'lomligini pasaytiradi.

Shu sababli og'ir metallar ta'sirini baholashda kompleks yondashuv, jumladan Soil Quality Index (SQI) ko'rsatkichlaridan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

O'zbekiston sharoitida sanoat zonalari, tog'-kon korxonalar va mineral o'g'itlardan intensiv foydalanish natijasida tuproqda og'ir metallar to'planishi masalasi qator olimlar tomonidan o'rganilgan.

Abdullaev M.A., Hamroqulov J. (2014) tadqiqotlarida paxta o'simligida og'ir metallarning fitotoksik ta'siri o'rganilgan. Mualliflar Cd va Pb konsentratsiyasi oshganda ildiz o'sishi sekinlashishi, biomassa kamayishi va fermentativ jarayonlar buzilishini aniqlagan. Shuningdek, tuproqda metall miqdori oshishi bilan gumus faolligi pasayishi qayd etilgan.

Tursunov X.T. va hammualliflar (2018) Olmaliq tog'-kon metallurgiya sanoati ta'siridagi hududlarda tuproqning ifloslanish darajasini baholagan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, Pb va Cu miqdori fon qiymatidan bir necha marta yuqori ekani, bu esa tuproq mikrobiologik faolligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

Qurbonov A.Q., Yo'ldoshev B. (2019) Farg'ona vodiysi sug'oriladigan tuproqlarida og'ir metallarning taqsimlanishini o'rgangan. Mualliflar tuproqning yuqori gumusli qatlamida metallar ko'proq to'planishini va pH neytral muhitda

ularning nisbatan barqaror holatda saqlanishini ta'kidlagan.

Normatov I.N (2020) tadqiqotlarida og'ir metallar kation almashinuv qobiliyatini kamaytirishi va harakatchan fosfor miqdoriga salbiy ta'sir ko'rsatishi qayd etilgan. Muallif og'ir metallar konsentratsiyasi bilan tuproq unumdorligi ko'rsatkichlari o'rtasida teskari bog'liqlik mavjudligini ko'rsatgan.

Ismoilov S.I va hammualliflar (2021) tadqiqotlarida og'ir metallar ta'sirida tuproq dehidrogenaza va ureaza fermentlari faolligi pasayishi aniqlangan. Ayniqsa, Cd va As yuqori toksiklikka ega ekani ta'kidlangan.

Mahalliy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki: sanoat hududlarida Pb, Cu, Cd konsentratsiyasi yuqori; og'ir metallar tuproq fermentativ faolligini susaytiradi; gumus va CEC ko'rsatkichlari pasayadi; o'simlik hosildorligi kamayadi; sug'oriladigan tuproqlarda metallar asosan yuqori qatlamda to'planadi.

Bu natijalar xalqaro tadqiqotlar bilan mos keladi va O'zbekiston sharoitida tuproq sog'lomligini kompleks baholash zarurligini ko'rsatadi.

Tadqiqot ob'ekti. Tuproq sog'lomligini kompleks baholash maqsadida Toshkent viloyati tuproqlarida tadqiqotlar olib borildi. Viloyat shimoliy va shimoli-g'arbdan Qozog'iston Respublikasi, shimoli-sharqdan Qirg'iziston Respublikasi, sharqdan Namangan viloyati, janubidan Tojikiston Respublikasi, janubi-g'arbdan Sirdaryo viloyati bilan chegaradosh. Toshkent viloyatida ifloslantiruvchi manba Olmaliq tog'-kon metallurgiya zavodi bo'lgani bois ilmiy tadqiqotlar shu manbaga yaqin bo'lgan Piskent tumani hududida va Yangiyo'l tumanlari hududlarida olib borildi.

Yangiyo'l tumani g'arb va shimoli-g'arbda Qozog'istonning Janubiy Qozog'iston viloyati, shimolda va shimoli-sharqda Toshkent viloyatining Zangiota tumani, janubi-sharqda viloyatning Quyi Chirchiq, janubi-g'arbda Chinoz tumanlari bilan chegaradosh. Maydoni 0,42

ming km².

Tuman hududi, asosan, tekislikdan iborat bo'lib, adirlar uchraydi. Yer yuzasida Chirchiqning 5 ta terrasasi (ko'hna qayir) ajralib turadi. Tuproqlari bo'z, o'tloqi tuproqlar. Iqlimi kontinental. Tuman hududidan Chirchiq daryosi, Kurkuldak, Jo'n, Bo'zsuv, Shimoliy Toshkent kanallari va ariqlar oqib o'tadi. Sug'oriladigan maydonlarga paxta, g'alla, sabzavot, poliz ekinlari ekiladi. Bog' va tokzorlar bor. Tumandagi jamoa va shaxsiy xo'jaliklarida qoramol, qo'y va echki, parranda boqiladi [15].

Piskent tumani shimoliy va shimoli-sharqdan Ohangaron va O'rta Chirchiq, g'arbdan Oqqo'rg'on, janubi-g'arbdan Bo'ka tumanlari, janubdan Tojikiston Respublikasining So'g'd viloyati bilan chegaradosh. Maydoni 0,79 ming km².

Tuman hududi Qurama tog' tizmalarining etaklarida va Ohangaron daryosining chap sohilida, Chirchiq-Ohangaron vodiysi boshlanadigan yerda joylashgan. Yer usti sharqdan g'arbgacha tomon qiya. O'rtacha balandligi 300-2500 m. Sharqiy qismi Qurama tog'lari, adirlar, cho'l, yaylovlar bilan band. Rel'efi bir oz past-baland, eski daryo o'zanlari, jar va jilg'alar bilan parchalangan. Tumanning g'arbiy qismida sug'oriladigan yerlar joylashgan. Tuproqlari, asosan, tipik bo'z tuproqlar, pastqam joylarda o'tloqi, botqoq-o'tloqi, allyuvial tuproqlar. Tumanning chekka sharqida to'q bo'z tuproqlar va qo'ng'ir tuproqlar tarqalgan bo'lib, bu yerlardan yaylov sifatida foydalaniladi. Qurama tog'idan Ohangaron daryosi oqib tushadi. Shimoliy chegarasi bo'ylab Toshkent suv ombori ("Toshkent dengizi") joylashgan. Iqlimi mo'tadil issiq, quruq. Dehqon-fermer xo'jaliklari paxtachilik, g'allachilik, bog'dorchilik, chorvachilik bilan shug'ullanadilar.

Tadqiqot uslublari. Bu hududlarda tuproqlarning bir qator xossa-xususiyatlari o'rganildi. Va ular asosan tuproqshunoslikda umumqabul qilingan uslublarda bo'yicha amalga oshirildi.

Tuproq tarkibidagi pollyutantlar

miqdori GOST 17,4,3,01-83, GOST 17,4,4,02-84, GOST 28168-89, shuningdek "GOST 17,4,3,06—86 (ST SEV 5301—85). Tabiatni muhofaza qilish. Tuproqlar. Tuproqlarni kimyoviy ifloslantiruvchi moddalarning ta'siriga qarab tasniflash bo'yicha umumiy talablar" va «Методические указания по проведению полевых и лабораторных исследований при контроле загрязнения окружающей среды металлами» uslublari asosida bajarildi. Shuningdek, tuproqlarni ekologik baholash ishlari Soil Quality Index – SQI (tuproq sifati indeksleri) metodi yordamida olib borildi.

Tadqiqot natijalari. Og'ir metallar (Pb, Cd, As, Cr, Ni, Cu, Zn va boshqalar) tuproqda biologik parchalanmaydi, balki vaqt o'tishi bilan akkumulyatsiyalanadi. Ularning yuqori konsentratsiyasi tuproq mikroflorasi faoliyatini susaytiradi, fermentativ jarayonlarni izdan chiqaradi, o'simliklarning o'sishi va rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi hamda oziq-ovqat zanjiri orqali inson organizmiga o'tib, turli kasalliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli tuproq tarkibidagi og'ir metallar miqdorini aniqlash va ularning

me'yoriy chegaralardan og'ishini baholash ekologik xavfsizlikni ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Ayniqsa, sanoat korxonalari, tog'-kon metallurgiya majmualari, kimyo va energetika ob'ektlari joylashgan hududlarda tuproqlarning og'ir metallar bilan ifloslanish darajasini monitoring qilish dolzarb hisoblanadi. Bunday tadqiqotlar nafaqat ifloslanish darajasini aniqlash, balki uning manbasini belgilash, migratsiya qonuniyatlarini o'rganish va kelgusida rekultivatsiya hamda remediatsiya chora-tadbirlarini ishlab chiqish imkonini beradi. Shu jihatdan, tuproq tarkibidagi og'ir metallar konsentratsiyasini aniqlash va ularning ekologik xavfini baholash zamonaviy ekologik tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

Toshkent viloyati Yangiyo'l tumanidan Xalqobod va Navoiy massivlari hamda Piskent tumanidan Xaydarov massivida har xil ekinlar ekilgan tuproqlar namunalari tarkibidagi Pb, Cd, As, Cr, Ni, Cu, Zn.... kabi kimyoviy elementlar miqdori o'rganildi (1-jadval).



Toshkent viloyati tuproqlarida tarqalgan kimyoviy elementlar miqdori

| Kesma № | O'simlik turi | Be | V | Cr | Mn | Co | B | Mo | Sb | Pb | Cd | Ni | Zn | Cu | Se | As | Sn |
|--|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| Yangiyo'l tumani Xalqobod massivi asosiy kesmasi | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | Sabzavot | 1,22 | 89,1 | 58,8 | 1236 | 13,4 | 25,8 | 22,6 | 2,54 | 21,2 | 0,384 | 50,3 | 92,0 | 65,3 | <0,50 | 21,0 | 3,07 |
| Yangiyo'l tumani Navoiy massivi asosiy kesmasi | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | Sabzavot | 1,48 | 87,6 | 65,5 | 749 | 12,7 | 26,7 | 20,8 | 2,15 | 20,1 | 0,672 | 45,4 | 83,2 | 55,9 | 17,4 | 11,2 | 2,71 |
| Piskent tumani I.Xaydarov massivi asosiy kesmasi | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | Bog' | 2,44 | 92,9 | 71,8 | 1535 | 12,9 | 31,3 | 23,7 | 4,54 | 33,4 | 4,94 | 47,9 | 611 | 172 | 37,1 | 17,3 | 4,00 |

Tahlil natijalariga ko'ra quyidagi holatlar aniqlandi:

Ruxsat etilgan me'yordan oshmagan elementlar: berilliy (Be), surma (Sb), qalay (Sn) elementlari aksariyat namunalarda me'yor doirasida ekanligi qayd etildi.

O'rtacha darajada oshgan elementlar: vanadiy (V), xrom (Cr), nikel (Ni) elementlari ko'pchilik namunalarda 2 barobargacha oshgan.

Kobalt (Co) — 3 barobargacha, molibden (Mo) — 3–5 barobargacha oshganligi aniqlandi.

Yuqori darajada oshgan elementlar: ayniqsa Piskent tumani Xaydarov massivida og'ir metallar konsentratsiyasi yuqori ekanligi kuzatildi: rux (Zn) — 6 barobargacha; qo'rg'oshin (Pb) — 6–7 barobargacha; kadmiy (Cd) — 10 barobargacha; margumush (As) — 12–14 barobargacha.

Bu holat texnogen ta'sirning kuchli ekanligini ko'rsatadi.

Yangiyo'l tumani tuproqlarida ifloslanish darajasi nisbatan o'rtacha bo'lsa, Piskent tumani Xaydarov massivida og'ir metallar bilan ifloslanish yuqori darajada ekanligi aniqlandi.

Ayniqsa Cd, Pb, Zn va As elementlari bo'yicha ekologik xavf yuqori hisoblanadi. Bu esa tuproq mikroflorasi faoliyatiga, o'simliklarning o'sishiga va oziq-ovqat zanjiri orqali inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Muhokama. Olingan natijalar Toshkent viloyatining sanoat manbalariga yaqin joylashgan hududlarida texnogen bosimning tuproq kimyoviy tarkibiga sezilarli ta'sir ko'rsatayotganini tasdiqlaydi. Ayniqsa Piskent tumani Xaydarov massivida Cd, Pb, Zn va As elementlarining yuqori konsentratsiyada qayd etilishi atmosfera chiqindilari, aerozol zarrachalarining cho'kishi va gidrologik migratsiya jarayonlari bilan izohlanadi.

Texnogen manba va geokimyoviy migratsiya

Og'ir metallarning tuproqda to'planishi ko'p omilli jarayon bo'lib, quyidagi

mexanizmlar muhim ahamiyatga ega: atmosfera orqali dispers zarrachalarning cho'kishi; yer usti va yer osti suvlari orqali lateral migratsiya; tuproq kolloidlari va gumus bilan kompleks hosil qilishi; karbonatli muhitda cho'kish yoki qayta mobilizatsiyalanish.

Piskent tumani tog'-sanoat hududiga yaqin joylashganligi sababli metallar aerogen yo'l bilan ko'proq tushishi ehtimoldan xoli emas. Yangiyo'l tumanida esa konsentratsiyalar nisbatan pastroq bo'lib, bu masofa omillari va shamol rozasi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Tuproq-xossalar va metall harakatchanligi

Tuproqning mexanik tarkibi, pH muhiti va gumus miqdori og'ir metallarning harakatchanligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Sug'oriladigan bo'z tuproqlar sharoitida:

neytral va kuchsiz ishqoriy muhit Cd va Zn elementlarining qisman mobilligini saqlab qolishi mumkin;

gumusli komplekslar Pb va Cu ni nisbatan bog'langan holda ushlab turadi;

As va Mo elementlari ishqoriy muhitda anion shaklda harakatchan bo'lishi mumkin.

Shu jihatdan, aniqlangan yuqori konsentratsiyalar faqat umumiy miqdor

emas, balki potensial biokiraoluvchanlik (biologik qulaylik) nuqtayi nazaridan ham xavfli hisoblanadi.

Ekologik va agroekologik oqibatlar

Cd, Pb va As inson salomatligi uchun yuqori xavfli I-II sinf toksikantlar qatoriga kiradi. Ularning tuproqda yuqori miqdorda bo'lishi: mikrobiologik faollikni susaytiradi; fermentativ aktivlikni kamaytiradi; o'simliklarda stress holatini kuchaytiradi; mahsulot sifatini pasaytiradi; biokonsentratsiya va biomagnifikatsiya orqali oziq-ovqat xavfsizligiga tahdid soladi.

Ayniqsa, Cdning 10 barobargacha va Asning 12-14 barobargacha oshishi agroekotizim barqarorligi nuqtayi nazaridan jiddiy xavf signalidir.

SQL nuqtayi nazaridan integral baholash

Soil Quality Index (SQI) yondashuvi bo'yicha baholash natijalari shuni ko'rsatadiki:

Yangiyo'l massivlari — o'rtacha degradatsiyalangan zona;

Piskent Xaydarov massivi — yuqori texnogen ta'sirlangan zona.

Agar indeks hisoblashda og'ir metallarga yuqori vazn koeffitsiyenti berilsa, Piskent hududi "ekologik xavfli" kategoriyasiga kirishi mumkin (2-jadval).

2-jadval

Toshkent viloyati tuproqlarining SQI uslubida baholash natijalari

| Kesma № | Ekin turi | Ekologik holati bo'yicha ball |
|--|--------------|-------------------------------|
| Tayanch kesma (Yangiyo'l tumani Xalqobod massivi) | | |
| 28 | Sabzavot | 38 |
| Asosiy kesmalar | | |
| 26 | G'alla | 47 |
| 27 | Gilos | 48 |
| 28 | Sabzavot | 51 |
| 29 | Makkajo'xori | 41 |
| 30 | Olma | 48 |
| 31 | Beda | 49 |
| Tayanch kesma (Yangiyo'l tumani Navoiy massivi) | | |
| 33 | Sabzavot | 39 |

| Kesma № | Ekin turi | Ekologik holati bo'yicha ball |
|---|--------------|-------------------------------|
| Asosiy kesmalar | | |
| 33 | Sabzavot | 44 |
| 34 | Olma | 47 |
| 35 | Sabzi | 49 |
| 36 | G'alla | 46 |
| 37 | Bog' | 43 |
| Tayanch kesma (Piskent tumani Xaydarov massivi) | | |
| 44 | Bog' | 22 |
| Asosiy kesmalar | | |
| 38 | Dorivor | 39 |
| 39 | Paxta | 39 |
| 40 | G'alla | 38 |
| 41 | Ozuqa | 39 |
| 42 | Bog' | 40 |
| 43 | Tok | 42 |
| 44 | Bog' | 32 |
| 45 | Paxta | 33 |
| 46 | Tok | 40 |
| 47 | Dukkakli | 40 |
| 48 | Makkajo'xori | 37 |

Toshkent viloyati Yangiyo'l tumani Xalqobod massivi tuproqlarini SQI uslubida baholash natijalariga ko'ra ushbu massivdan olingan tayanch kesma tuproqlarining ekologik holati bo'yicha ball 38 ni tashkil qilgan.

Asosiy kesmalar tahlillariga ko'ra ekologik holati bo'yicha ballar 51-41 oralig'ida, o'rtachasi esa 46 ni tashkil etadi.

Toshkent viloyati Yangiyo'l tumani Navoiy massivi tuproqlarini SQI uslubida baholash natijalariga ko'ra ushbu massivdan olingan tayanch kesma tuproqlarining ekologik holati bo'yicha ball 39 ni tashkil qilgan. Asosiy kesmalar tahlillariga ko'ra ekologik holati bo'yicha ballar 49-43 oralig'ida, o'rtachasi esa 46 ni tashkil etadi.

Toshkent viloyati Piskent tumani Xaydarov massivi tuproqlarini SQI uslubida baholash natijalariga ko'ra ushbu massivdan olingan tayanch kesma tuproq ekologik holati bo'yicha ball 22 ni

tashkil qilgan. Asosiy kesmalar tahlillariga ko'ra, ushbu massiv tuproqlari tuproq ekologik holati bo'yicha ballar 42-32 oralig'ida, o'rtachasi esa 37 ni tashkil etadi.

Sanoatlashgan hududlarda Cd, Pb va Zn konsentratsiyalarining me'yordan bir necha barobar oshishi dunyo amaliyotida ham kuzatilgan. Biroq ushbu tadqiqotda As va Cd bo'yicha yuqori koeffitsiyentlar Markaziy Osiyo sharoitidagi tog'-metallurgiya ta'sirining kuchli ekanligini ko'rsatadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari Toshkent viloyatining ayrim agrohududlarida og'ir metallar akkumulyatsiyasi xavfli tendensiya kasb etayotganini ko'rsatdi. Ayniqsa kadmium (Cd), qo'rg'oshin (Pb) va margumush (As) elementlari bo'yicha me'yordan bir necha barobar yuqori konsentratsiyalar qayd etilishi tuproq ekologik holatida degradatsion jarayonlar kuchayib borayotganini anglatadi. Ushbu

elementlarning yuqori toksikligi tufayli ularning tuproq-o'simlik tizimi orqali oziq-ovqat zanjiriga o'tishi agroekotizim barqarorligi va aholi salomatligi uchun jiddiy xavf tug'dirishi mumkin.

Aniqlangan holatlar texnogen bosim ta'sirida tuproqlarning ekologik sifat ko'rsatkichlari pasayib borayotganini, ayniqsa biologik faollik va oziq moddalar aylanish tizimi izdan chiqishi ehtimoli yuqori ekanini ko'rsatadi. Bu esa qishloq xo'jaligi mahsulotlari sifati va oziq-ovqat xavfsizligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Shu munosabat bilan, texnogen ta'sirga uchragan hududlarda: og'ir metallar miqdorini muntazam monitoring qilish va geoaxborot tizimlari asosida xavf kartalarini shakllantirish; ifloslangan tuproqlarda fitoremediatsiya, sorbentlar qo'llash va agromeliorativ tadbirlarni joriy

etish; mineral o'g'itlar va sug'orish suvi sifatini nazorat qilish orqali qo'shimcha ifloslanish manbalarini cheklash; yer resurslaridan barqaror foydalanishga qaratilgan agroekologik boshqaruv mexanizmlarini takomillashtirish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Olingan natijalar tuproq ekologik holatini integral baholash usullarini amaliyotga keng joriy etish zarurligini ko'rsatadi. Bu yondashuv yer resurslarini muhofaza qilish, agroekotizim barqarorligini ta'minlash va ekologik xavflarni barvaqt aniqlash imkonini beradi. Shu jihatdan, mazkur tadqiqot natijalari respublika miqyosida yerlarni muhofaza qilish va agrar sohada ekologik xavfsizlikni ta'minlash bo'yicha strategik qarorlar qabul qilishda ilmiy asos sifatida xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. – 4th ed. – Boca Raton: CRC Press, 2011. – 548 p.
2. Alloway B.J. Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability. – Dordrecht: Springer, 2013. – 614 p.
3. Adriano D.C. Trace elements in terrestrial environments: Biogeochemistry, bioavailability, and risks of metals. – 2nd ed. – New York: Springer, 2001. – 867 p.
4. Wuana R.A., Okieimen F.E. Heavy metals in contaminated soils: A review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation // Journal of Hazardous Materials. – 2011. – Vol. 187, № 1–3. – P. 417–427.
5. Giller K.E., Witter E., McGrath S.P. Toxicity of heavy metals to microorganisms and microbial processes in agricultural soils // Chemosphere. – 1998. – Vol. 36, № 9. – P. 1389–1414.
6. Golia E.E., Dimirkou A., Mitsios I. The impact of heavy metal contamination on soil quality // Soil Security. – 2023. – Vol. 10. – Article 100080.
7. Kandziora-Ciupa M. et al. The influence of heavy metals on biological soil quality assessments // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2021. – Vol. 208. – Article 111480.
8. Kercheva M. Impact of heavy metal contamination on physical and chemical soil characteristics // Soil Systems. – 2025. – Vol. 5, № 4. – Article 33.
9. Abdullaev M.A., Hamroqulov J. Paxta o'simligida og'ir metallarning fitotoksik ta'siri // Agrar fan xabarlari. – 2014. – № 3. – B. 28–33.
10. Tursunov X.T., Karimov Sh.A., Rahmonov O. Sanoat hududlari atrofida tuproqning og'ir metallar bilan ifloslanishi // O'zbekiston agrar fani xabarlari. – 2018. – № 2. – B. 45–49.
11. Qurbonov A.Q., Yo'ldoshev B. Farg'ona vodiysi sug'oriladigan tuproqlarida og'ir metallar taqsimlanishi // Tuproqshunoslik va agrokimyo. – 2019. – № 1. – B. 52–57.
12. Normatov I.N. Og'ir metallarning tuproq agrokimyoviy ko'rsatkichlariga ta'siri // Qishloq xo'jaligi ilmiy jurnali. – 2020. – № 4. – B. 60–65.
13. Ismoilov S.I., Abdurahmonov A.B. Tuproq fermentativ faolligiga og'ir metallar ta'siri // Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi. – 2021. – № 2. – B. 37–42.

UDK: 631.48

GEOKIMYOVIY ELEMENTLARNING DENGIZ QURIGAN TUBIDA TUPROQ-GRUNTLARINING AKKUMULYATSIYALANISHI

Do'saliyev Alijon Toshpo'lat o'g'li,
biologiya fanlari falsafa doktori (PhD),
e-mail: dusaliev@mail.ru

Ismonov Abduvahob Jo'rayevich,
katta ilmiy xodim, b.f.n.
e-mail: abduvahob60@mail.ru

Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti

Annotatsiya. Maqolada Orol dengizi qurigan tubida shakllanib borayotgan qumli cho'l va sur tusli qo'ng'ir tuproqlari hamda, tipik sho'rxok va qoldiq sho'rxok tuproq-gruntlarning yuza qatlamida geokimyoviy elementlarni to'planishi atroflicha yoritilgan.

Kalit so'zlar: Orol dengizining qurigan tubi, sur tusli, tipik sho'rxok tuproq-gruntlar, yuza, to'planish, qumlar.

Аннотация. В статье дано подробное описание накопления геохимических элементов в поверхностном слое песчаных пустынных и бурых почв, типичных засоленных и остаточных засоленных почв, образующихся на высохшем дне Аральского моря.

Ключевые слова: высохшее дно Аральского моря, бурые, типичные засоленные почвы, поверхность, накопление, пески.

Annotation. The article provides a detailed description of the accumulation of geochemical elements in the surface layer of sandy desert and brown soils, typical saline and residual saline soils, forming on the dried-up bottom of the Aral Sea.

Key words: dried-up bottom of the Aral Sea, brown, typical saline soils, surface, accumulation, sands.

Kirish. Bugungi kunda "dunyo miqiyosida ro'y berayotgan global iqlim o'zgarishi, qurg'oqchilik va kam suvli davrning ta'siri tufayli 13 mln. gektar yerlar turli darajada degradatsiyaga uchrab, uning ta'sirida 100 ga yaqin mamlakatlarda 3 mlrd. insonlar zarar ko'rmoqda". Shuning uchun ham Orol dengizi qurigan tubida shakllangan tuproq va tuproq-grunt qoplamlarining landshaft geokimyoviy holatlarini aniqlash orqali ularni ekologik-meliorativ holatini yaxshilash dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi. Qurigan dengiz tubida shakllangan qumli cho'l va sur tusli qung'ir tuproqlari hamda tipik sho'rxok va qoldiq sho'rxok tuproq-gruntlarida akummulyatsiyalangan geokimyoviy elementlarni tahlil etishdan

iborat.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot uslublari respublikamizda nashr etilgan [1, 2, 3], shuningdek, qiyosiy-geokimyoviy, geografik-stvorlar o'tkazish, laboratoriya-analitik hamda ma'lumotlarni matematik-statistik tahlili uslublari tashkil etadi.

Kimyoviy tahlil ishlar "O'zPITning uslublari" [4] va respublikamizda umum-qabul qilingan uslublar asosida bajarildi.

2023-yil dala tadqiqotlarida Orol dengizining Markaziy qismi tuproqlaridan olingan (stvor yo'nalishi bo'yicha) asosiy kesmalarni, O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi huzuridagi Yadro fizikasi institutining "Faollashtirilgan elementlar tahlili laboratoriya" sida aktivatsion tahlillar usulida tekshirilgan va olgan ma'lumotlarimiz asosida yoritiladi.

Tahlil va natijalar. Dengizning

qurigan tubi - qurg'oqchil hududdagi tabiiy geotizimlarni transformatsiyasi (o'tib borishi) uchun klassik hudud bo'lib hisoblanadi. Bu Orolqum cho'lida, tuproq paydo bo'lishini birlamchi yo'nalishlaridan boshlab o'rganish mumkin bo'lgan hudud bo'lib hisoblanadi [6]. Tabiiy majmualarni jadal rivojlanishi, ma'lum vaqtlar davrida ularni xususiyatlarini, transformatsiyalanishini mukammal o'rganish va sifat jihatdan bashorat qilish mumkin. G.N.Kattayeva va A.J.Ismonovlar [7] ta'kidlaganidek, hozirgi fanning barcha imkoniyatlaridan foydalangan holda bashorat qilish uchun eng ishonchli usullarni qo'llash kerak. T.V.Zvonkova [8] hudud tabiiy geotizimlarini bashorat etishda - o'tgan davr, hozirda va kelajakdagi bashoratlarni uch usulda o'rganishni tavsiya etgan.

Qoldiq sho'rxoklar Orol dengizining katta hududini egallagan bo'lib, har xil migratsiyalanuvchi geokimyoviy elementlar va guruhleri aniqlangan. Sho'rxoklar tarkibidagi elementlarni bir necha guruhlariga kiritish mumkin. Qoldiq sho'rxoklarning asosiy belgilaridan biri yuqorigi qismi tuzga boy bo'lishidir. Sizot suvlarining mineralizatsiya jarayoni ham juda kuchli. Tuproqdagi Mn⁺², Cr⁺², Co⁺² elementlarining migratsiya qobilyatiga ko'ra, ishqoriy va kuchsiz ishqoriy muhitda past harakat qilishi kuzatildi.

Galogeokimyoviy jarayonlarda

kationogen (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺), anionogen (Cl⁻, SO²⁻, HCO³⁻, CO³⁻², NO²⁻, NO³⁻, H₂PO⁴⁻ va boshqalar) elementlar va ion guruhlari, qaysiki, xloridli, sulfatli, karbonali, gidrokarbonatli, nitratli va nitritli kabi oddiy va ikkilangan tuzlar hosil bo'ladi [9].

Dengizning qurigan tubi tuproq-gruntlarda elementlar akkumulyatsiyasi va tarqalishi, elementlar migratsiyasining oqimi keskin o'zgarib bormoqda. Olingan tuproq tahlil ma'lumotlariga ko'ra dengiz tubida K, Na, Sr, Mn, Ba miqdori juda ko'p ekanligi aniqlandi. Tuproqdagi elementlarning geokimyoviy tasnifi bo'yicha o'simliklar olami, tuproq, biosfera, atmosfera klarki to'g'risida V.I.Vernadskiy, A.Vinogradov, A.Fersman, A.I.Perelmanlar tomonidan bir qancha ishlar qilingan [10,11].

Tuproqdagi elementlarning miqdori, ularning harakatlanish jarayoni, o'simliklarning biologik faolligi, geokimyoviy bar'erlar, ularning tuproq xossa va xususiyatlarini boshqarishdagi o'rni, geokimyoviy oqimlar va boshqa tuproq geokimyoviy ko'rsatkichlar, Orol dengizi hududida dastlab o'rganildi desak mubolag'a bo'lmaydi.

Qumli cho'l tuproqlarda- geokimyoviy elementlar o'ziga xos tarzda taqsimlangan. Ushbu tuproqlarda asosan K, Na, Sr, Mn, Ba miqdori ko'p ekanligi aniqlandi.

5.2.1-jadval

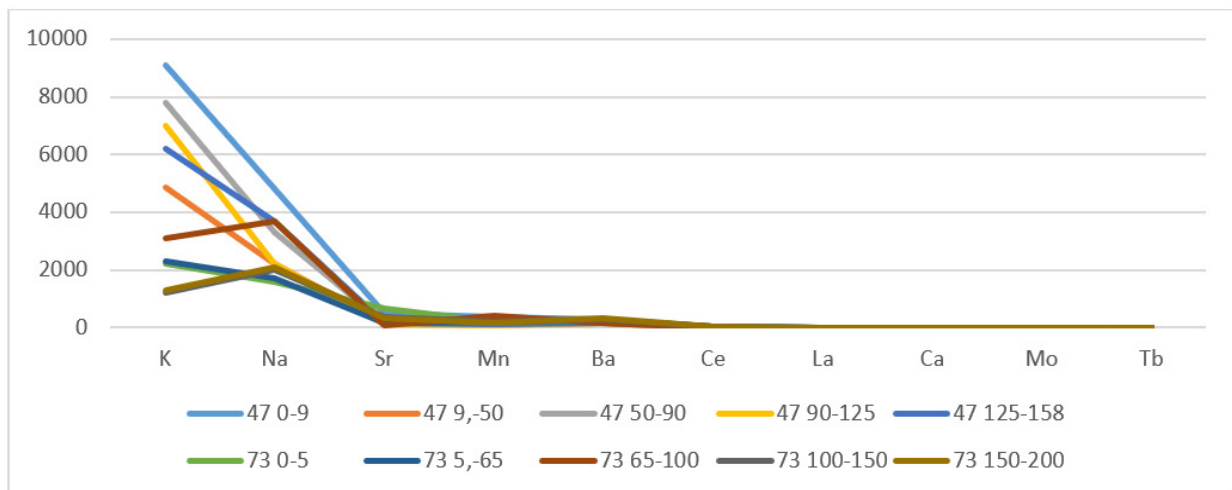
Qumli cho'l tuproqlarda elementlarning miqdor ko'rsatgichlari mg/kg

| Kesma, № | Chuqurlik, sm | K | Na | Sr | Mn | Ba | Ce | La | Ca | Mo | Tb |
|----------|---------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|
| 47 | 0-9 | 9100 | 4800 | 480 | 360 | 290 | 21 | 10 | 6,30 | 0,50 | 0,25 |
| | 9-50 | 4850 | 2200 | 150 | 110 | 140 | 9,6 | 4,7 | 2,20 | 0,41 | 0,13 |
| | 50-90 | 7800 | 3300 | 140 | 90 | 190 | 10 | 5,2 | 2,57 | 0,046 | 0,14 |
| | 90-125 | 7000 | 2200 | 120 | 90 | 170 | 8,3 | 4,1 | 1,70 | 0,51 | 0,12 |
| | 125-158 | 6200 | 3700 | 140 | 120 | 160 | 13 | 6,4 | 2,60 | 2,8 | 0,17 |
| 73 | 0-5 | 2210 | 1600 | 660 | 200 | 250 | 23 | 10 | 6,30 | <0,01 | 0,27 |
| | 5-65 | 2300 | 1700 | 170 | 190 | 240 | 11 | 4,7 | 2,20 | <0,01 | 0,16 |
| | 65-100 | 3100 | 3700 | 65 | 390 | 140 | 7,4 | 5,2 | 2,57 | 1,2 | 0,12 |
| | 100-150 | 1200 | 2000 | 350 | 180 | 290 | 34 | 4,1 | 1,70 | <0,01 | 0,43 |
| | 150-200 | 1300 | 2100 | 320 | 170 | 340 | 44 | 6,4 | 2,60 | 1,3 | 0,56 |

| Kesma, № | Chuqurlik, sm | Cs | Ni | Sc | Rb | Fe% | Zn | Co | Ta | Eu | Sb |
|----------|---------------|------|------|------|----|------|----|------|------|------|------|
| 47 | 0-9 | 2.2 | <5.0 | 5.3 | 46 | 1.48 | 36 | 6.4 | 0.40 | 0.41 | 0.55 |
| | 9-50 | 0.84 | <5.0 | 2.0 | 20 | 0.64 | 12 | 3.0 | 0.13 | 0.21 | 0.22 |
| | 50-90 | 0.92 | <5.0 | 2.1 | 21 | 0.51 | 16 | 2.9 | 0.13 | 0.22 | 0.22 |
| | 90-125 | 0.72 | <5.0 | 1.8 | 21 | 0.52 | 20 | 2.3 | 0.16 | 0.19 | 0.14 |
| | 125-158 | 0.81 | <5.0 | 2.5 | 22 | 0.86 | 17 | 4.1 | 0.14 | 0.29 | 0.17 |
| 73 | 0-5 | 2.0 | 16 | 5.5 | 43 | 1.48 | 36 | 6.6 | 0.30 | 0.49 | 0.39 |
| | 5-65 | 1.0 | <5.0 | 2.2 | 25 | 0.57 | 16 | 2.4 | 0.24 | 0.23 | 0.25 |
| | 65-100 | 0.69 | <5.0 | 1.5 | 20 | 0.41 | 13 | 1.7 | 0.19 | 0.18 | 0.14 |
| | 100-150 | 3.8 | <5.0 | 8.9 | 66 | 2.38 | 64 | 10.3 | 0.48 | 0.68 | 0.42 |
| | 150-200 | 5.9 | 36 | 12.5 | 98 | 3.42 | 90 | 14.2 | 0.59 | 0.86 | 0.87 |

Ularning formulasiga e'tibor bersak, u quyidagicha boradi.
0-5, 0-9 sm. li qatlam uchun KK (konsentratsiya klarki).

$$\frac{K}{9100} > \frac{Na}{4800} > \frac{Sr}{660} > \frac{Mn}{360} > \frac{Ba}{340} > \frac{Rb}{40} > \frac{La}{10} > \frac{Hf}{9} > \frac{Cs}{5.9} > \frac{Yb, Sm}{1.4 - 1.9} > \frac{U}{1.8} \\ > \frac{Eu, Ta}{0.59 - 0.68} > \frac{Sb}{0.42}$$



5.2.1-rasm. Qumli cho'l tuproqlarda elementlarning konsentratsiya klarki

Tadqiqotlar natijasida, Sr, Ba, Rb, La, Hf, Cs, Yb, Sm, U, Eu, Ta tuproqda ketma-ketlikda to'planib borayotganini ko'rishimiz mumkin.

Orol dengizi markaziy qismida joylashgan qumli cho'l tuzlarning tuproq qatlamlarida cho'kib qolish qonuniyati quyidagicha kechadi:



Qumli cho'l tuproqlardagi tuzlarning taqsimotiga bug'lanuvchi, ikki yoqlama geokimyoviy bar'lar ta'sir qiladi. Shuning uchun ionlarning migratsiya jadalligi quyidagi kamayuvchi tartib bilan joylashadi;



Tipik sho'rxoklarda bu jarayon geokimyoviy elementlar to'planib borish ketma-ketligi qoldiq sho'rxoklarga yaqin ekanligini ko'rishimiz mumkin.

$$\frac{Na}{10700} > \frac{K}{9100} > \frac{Sr}{790} > \frac{Ba}{430} > \frac{Mn}{250} > \frac{Cr}{33} > \frac{Zn}{18} > \frac{Ce}{17} > \frac{Nd}{9.4} > \frac{Ca\%}{8.65} > \frac{La}{7.9} \\ > \frac{As}{6} > \frac{Co}{3.8} > \frac{Sc}{3.2} > \frac{Br}{2.5} > \frac{Hf}{2.6} > \frac{Th}{2.4} > \frac{U}{2} > \frac{Cs}{1.5} > \frac{Yb, Fe\%}{0.87 - 0.84} > \frac{Mo, Ta, Tb}{0.21 - 0.4}$$

Tipik sho'rxoklarda geokimyoviy spektrlar KK bo'yicha eng yuqori nuqtalari Na, K, Sr, Ba, Mn va boshqa elementlar, oxirgi o'rinlarda Mo, Ta, Tb tarqalgan.

Sur tusli qo'ng'ir tuproqlarda -

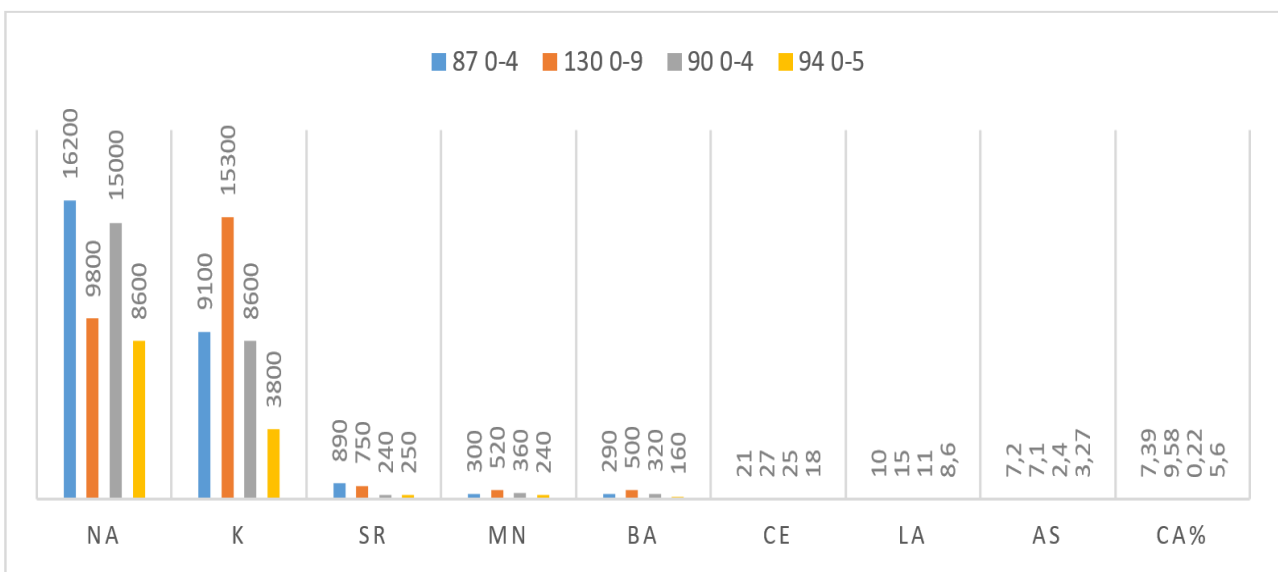
geokimyoviy elementlar o'ziga xos tarzda taqsimlangan. Ularning formulasiga e'tibor bersak, u quyidagicha boradi. Qatlamlar uchun KK (konsentratsiya klarki):

$$\frac{K}{22300} > \frac{Na}{16800} > \frac{Sr}{890} > \frac{Mn}{780} > \frac{Sr}{660} > \frac{Cr}{68} > \frac{Ba}{320} > \frac{Sr}{240} > \frac{Rb}{43} > \frac{La}{11} > \frac{Hf}{10} > \frac{Cs}{2,0} > \frac{Yb, Sm}{1,4 - 1,9} > \frac{U}{1,8}$$

$$> \frac{Ta}{0,46} > \frac{Eu, Sb}{0,4 - 0,6} > \frac{Tb}{0,30}$$

Konsentratsiya klarki shu tartibda joylashadi. Tadqiqotlar natijasida, Sr, Ba, Tb, Rb, La, Hf, Yb, Cs, Sm, U tuproqda ketma-ketlikda to'planib borayotganini

ko'rishimiz mumkin. Tadqiqotlarda olingantuproq namunalarini miqdoriy ko'rsatkichiga qarab konsentratsiya klarki joylashtirildi (5.2.2-rasm).



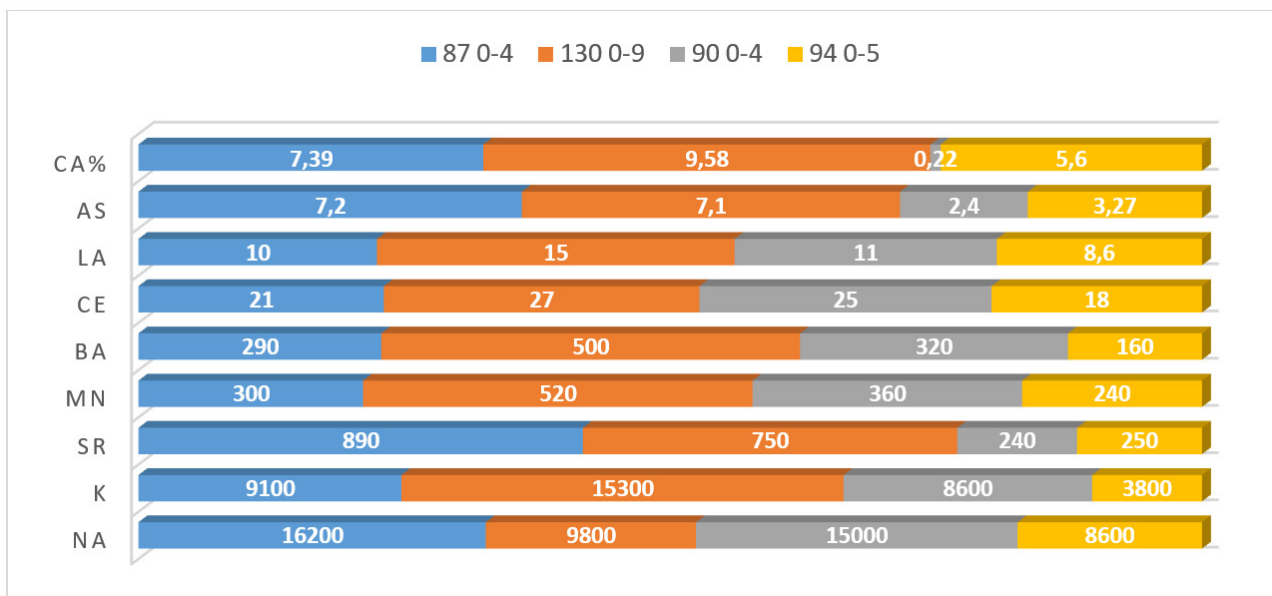
5.2.2-rasm. Tuproqdagi geokimyoviy elementlar yuza qismida tarqalganligi

Tuproqning element tarkibiga qarab, uning genetik qatlamlarini ajratish mumkin. Tuproq murakkab tizim ekanligini e'tiborga olsak, boshqa birikmalar, elementlar ham oksidlovchi-qaytaruvchi, oksidlanuvchi-qaytariluvchi vazifalarini bajarishi mumkin.

Bular qatoriga temir, marganes, ruh, mis va boshqa makro va mikroelementlarni kiritish mumkin. Temir va marganes organik moddalar ishtirokida boradigan oksidlanish-qaytarilish va bu orqali, elementlar harakatlanishi hodisasini nisbatan qulay hisoblangan tuproqlarda analitik tahlillar, morfologik belgilar orqali kuzatish mumkin. Kimyoviy va morfologik jihatdan Fe va Mn nisbatan osonroq

tashxislanadi, ya'ni tuproq morfologiyasida tashxis o'ynaydi.

Cho'l mintaqa tuproqlarining suvda eruvchi tuzlari geokimyosi cho'l mintaqasi, xususan, Orol dengizi hududida galogenez asosiy landshaft shakllantiruvchi jarayon hisoblanadi. Bu hududda galogeokimyoviy va galogenetik jarayonlar bilan bir qatorda ko'plab makro va mikroelementlarning migratsiyasi landshaft-geokimyoviy profil asosida tadqiq qilindi.



5.2.3-rasm. Tuproqdagi geokimyoviy elementlar yuza qismida taqsimlanganligi.

Orol dengizi markaziy qismidan olingan sur tusli qo'ng'ir tuproqlarda Fe - 0,84-1,18 mg/kg oralig'ida bo'lib, gipergen jarayonlarda muhim ahamiyat kasb etadi. Tuproqlarda Fe₂O₃, FeO, FeS, FePO₄, FeSo₄, FeCO₃ ko'rinishlarida uchraydi. Asosan 30 sm oralig'ida tarqalgan.

Qoldiq sho'rxoklarda - mazkur elementlardan Sr, Ba, Tb, Rb, La, Hf, Yb,

Cs, Sm, U, Ta, As, Tb, Se, Yu, Sb, B kabi elementlarning (KK) konsentratsiya klarki taqsimoti eng avvalo neytral va kuchsiz ishqoriy muhitga hamda o'zlarining xossalriga, sho'rxoklarda o'ziga xos tarzda taqsimlangan. Ularning formulasiga e'tibor bersak, u quyidagicha boradi. Qatlamlar uchun KK (konsentratsiya klarki): konsentratsiya klarki shu tartibda joylashadi.

$$\begin{array}{cccccccccccccccc}
 \frac{Na}{81900} > \frac{K}{16500} > \frac{Sr}{890} > \frac{Ba}{690} > \frac{Mn}{530} > \frac{Ce}{70} > \frac{Cr}{68} > \frac{Rb}{59} > \frac{Zn}{55} > \frac{La}{38} > \frac{Ni-Br}{22} > \frac{Nd}{17.2} > \frac{Ca\%}{12.3} > \frac{Co}{9.2} \\
 > \frac{As}{8.7} > \frac{Hf}{8.5} > \frac{Sc}{8.4} > \frac{Th}{6.1} > \frac{U}{3.2} > \frac{Mo}{3.1} > \frac{Cr}{3.0} > \frac{Sm}{2.6} > \frac{Fe\%}{2.12} > \frac{Yb}{1.8} > \frac{Eu}{0.72} > \frac{Sb}{0.62} \\
 > \frac{Ta}{0.51} > \frac{Tb}{0.44} > \frac{Au}{0.0053}
 \end{array}$$

Tuproq-grunt tarkibida natriy va kaliy miqdori juda yuqori darajada mavjudligini ko'rishimiz mumkin, bu o'z navbatida sho'rlanish darajasi juda yuqori bo'lishini anglatadi. Tadqiqotlar natijasida Sr, Ba, Rb, La, Hf, Zn, Ce, Ni, Br, Nd tuproqda to'planib borayotganini ko'rishimiz mumkin. Makro va mikroelementlarning tuproq tarkibidagi miqdoriga qarab joylashtirish to'g'ri bo'ladi. [12,13,14].

Geokimyoviy elementlari korrelyatsiya tahliliga ko'ra, kuchli korrelyatsiyaga ega bo'lgan elementlar aniqlandi: Fe - Mn (~0.85), Fe - Co (~0.82), La - Ce (~0.95), Th - Hf (~0.78) (18-ilova).

Qoldiq sho'rxoklar tuproq tarkibidagi geokimyoviy elementlar tahlil qilinib, ularning miqdoriy jihatdan joylashtirib chiqildi. Klark miqdorlari kichik bo'lgan elementlar yetakchi bo'la olmaydi, lekin biologik nuqtayi nazardan esa bimalol yetakchi bo'lishlari mumkin, ya'ni mishyak oz bo'lsada zaharli, shuning uchun uning kam miqdori ham katta e'tiborga sazovor.

Orol dengizi markaziy qismini tuproq-gruntlari tarkibidagi geokimyoviy element yuza qismida tarqalishi, texnogen migratsiya jarayoni bilan bog'liq. Chang zarralarining tarkibini tahlil

qilinganda ularda tuzlar miqdori ko'p, sho'rlangan.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, tuproqdagi elementlarning miqdori, ularning harakatlanish jarayoni, o'simliklarning biologik faolligi, geokimyoviy bar'erlar, ularning tuproq xossa va xususiyatlarini boshqarishdagi o'рни beqiyos bo'lib tadqiqot tuproqlaridagi

geokimyoviy elementlarning konsentrat-siya klarki ko'rsatkichlari - qumli cho'l tuproqlarida K, Na, Sr, Mn, Ba, tipik sho'rxoklarda Na, K, Sr, Ba, Mn va oxirgi o'rinlarda Mo, Ta, Tb hamda sur tusli qo'ng'ir tuproqlarda K, Na, Sr, Mn, Cr, Ba, Rb, La, Hf, Cs, Yb-Sm, U, Ta, Eu-Sb, Tb elementlari ketma-ketligida to'planganligi qayd etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Davlat yer kadastrini yuritish uchun tuproq tadqiqotlarini bajarish va tuproq kartalarini tuzish bo'yicha yo'riqnoma // Me'yoriy hujjat, – Toshkent, 2013. 52 b.
2. Yerdan foydalanishda yirik masshtabli xaritalar tuzish va tuproq tadqiqotlari bo'yicha umumittifoq ko'rsatma – Moskva, 1973, 130 b.
3. Tuproqlarni xaritalashtirish // 1959, – Moskva, 450 b.
4. Paxta maydonlarida tuproqlarning agrofizikaviy, agrokimyoviy va mikrobiologik xossalarini o'rganish uslublari / – Toshkent. O'zPITI. 1993, 37 b.
5. Ismonov A., Do'saliyev A., Mamajanova O'. Orol dengizi markaziy qismi qurigan tubi tuproq-gruntlarining meliorativ holati O'zbekiston Milliy Universiteti xabarlari, №3/2/1 2022y. -B. 52-55 b.
6. Каттаева Г.Н., Исмонов А.Ж. Солончаки, образовавшиеся на осушенном дне Аралского моря Журнал "Научное обозрение". (биологические науки). – Москва. 2022г, №4, стр-112-117.
7. Звонкова Т.В. методы географического прогноза изменений природной среды. София, Жемчуг, 1975. – С. 25-90.
8. Перелман А.И. Геохимия ландшафтов. Высшая школа. – Москва, 1975, с.342.
9. Юлдашев Ф., Исағалиев М. Тупроқ биогеохимеси / Ўқув қўлланма "Тафаккур Бўстони" наширёти, – Тошкент, 2014, -Б. -352.
10. Исмонов А.Ж., Каттаева Г.Н., Рамазонов Б.Р., Сомт иссуес оф импровинг тхе хйдро геологисал сондитионс оф тхе соилс оф Каракалпакстан // АСАДЕМИСИА ан Интернационал Мултидисциплинарй Ресearч Жоурнал. Вол.11, Иссуе 4, Април 2021 / пп. 968-973, <https://caarj.com>.
11. Каттаева Г.Н., Қаландаров Н.Н., Мамажонова У.Х. селинно-пастбищные почвы Аралской акватории // O'zbekiston Milliy Universiteti xabarlari, №3/1/1 2022y. - B. 71-74 b.
12. Ismonov A.J., Dusaliyev A.T., Qalandarov N.N., Mamajanova U.X., Kattayeva G.N. Rprofile of desert sandy soils formed in the Aral sea dried-up seabed. E3S Web Conf. Volume 486, pp.1-5. 2024. 07. 02. IX International Conference on Advanced Agrotechnology's, Environmental Engineering and Sustainable Development(AGRITECH X2023) <https://doi.org/10.105/e3sconf/202448604010>.
13. A.Ismonov., G.Kattayeva., A.Do'saliyev., Mamajanova U. Orol dengizi qurigan tubi tuproq-grunt qoplamlari // O'zbekiston Agrar fani xabarnomasi, 2023. № 5 (11) 3 Ilmiy-amaliy jurnal. 174-177 betlar.
14. Kattayeva G.N., A.J.Ismonov. Orol dengizi qurigan tubi tuproq-gruntlarida, chirindi miqdori va singdirish sig'imi, singdirilgan kationlarning tarkibi. Tuproqshunoslik va agrokimyo ilmiy jurnali. 2023. №2. 20-26 betlar.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ИССЫК-КУЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Орозакунова Роза Турсуновна,
0000-0002-7279-8512,
e-mail: orozakunovaroza@mail.ru
Карабаев Нурудин Абылаевич,
0000-0002-7204-7284,
e-mail: nuru51@mail.ru

Кыргызский национальный аграрный университет
им. К.И. Скрябина, Бишкек, Кыргызстан

Аннотация. В данной статье рассматриваются региональные особенности формирования почвенного покрова Исык-Кульской котловины, обусловленные геоморфологическими и климатическими характеристиками условий местности. По климатическим показателям в регионе выделяются три природные районы: западный, центральный и восточный, которые характеризуются определенными типами почв. Горно-долинные серо-бурые пустынные каменистые сменяются светло-бурыми, светло-бурые каштановыми почвами, а каштановые почвы на черноземе. Морфологические описания почв проводятся с применением таблицы Манселла. Агроэкологическая характеристика почв дополняется лабораторными анализами почв и применение фермерами на своих полях системы почвозащитной и ресурсосберегающей технологии земледелия обсуждается с фермерами на местах.

Ключевые слова: геоморфологические, климатические особенности, почвенный покров, плодородие почв, агрохимические показатели, глинистые минералы, растительные остатки.

Annotation. This article examines the regional characteristics of soil cover formation in the Issyk-Kul basin, which are determined by the geomorphological and climatic characteristics of the terrain. Based on climatic indicators, three natural regions can be distinguished in the region: western, central, and eastern, each characterized by specific soil types. Mountain-valley gray-brown desert stony soils are replaced by light brown, light brown chestnut soils, and chestnut soils by black earth. Morphological descriptions of soils are carried out using the Mancell table. The agroecological characteristics of soils are supplemented by laboratory soil analyses, and the use of soil protection and resource-saving farming techniques by farmers on their fields is discussed with local farmers.

Key words: geomorphological and climatic characteristics, soil cover, soil fertility, agrochemical indicators, clay minerals, plant residues.

Введение

Сельское хозяйство Кыргызской Республики как и во многих развивающихся странах Средней Азии испытывает множество проблем связанных с эффективным функционированием, сохранением и повышением плодородия почвы.

Фермеры, крестьянские хозяйства обладая некоторой частью земель сельскохозяйственного назначения, не обладают достаточными техническими,

финансовыми ресурсами, а также определенными знаниями, навыками и опытом в деле сохранения и повышения плодородия почвы. В результате усиливается почвенная деградация в виде эрозии, засоления почв, дисбалансом питательных веществ, переуплотнением и разрушением структурного состояния почв. Мелкоконтурность полей не позволяет развернуть севооборот и применять сельскохозяйственную технику. Во

многих полях уничтожены полезащитные полосы из высокорослых деревьев, что усилило ветровую эрозию.

Министерство водных ресурсов, сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности КР в марте месяца 2025 года разрабатывает положение о обязательной ответственности собственников земельных долей за сохранение и повышение плодородия почв на своих земельных участках. Данное положение дает надежду на улучшение физических, физико-химических и биологических свойств пахотнопригодных земель.

Объект и методы исследования

Объектами исследований являются горно-долинные почвы Иссык-Кульской котловины. Регионы, где выделяются природные районы по климатическим условиям, характеризуются определенными типами почв. Горно-долинные серо-бурые пустынные каменистые почвы формируются в условиях пустынного резко континентального климата с холодной бесснежной зимой характерного для Западного Прииссыккулья. В Центральной части котловины широкое распространение имеют горно-долинные светло-бурые и светло-каштановые почвы. Восточное Прииссыккулье характеризуется формированием плодородных горно-долинных каштановых и черноземных почв.

Полевые и лабораторные методы исследований проведены по общепринятым методикам для агроэкологических исследований.

Результаты исследования и обсуждения

Иссык-Кульская котловина среди обширных межгорных впадин и котловин Тянь-Шаня, занимает особое положение, так как имеет незамерзающее озеро на высоте 1600 м над ур. м. Котловина с севера отделена хребтом Кунгей Ала-Тоо, с юга – Терской Ала-Тоо. Кунгей Ала-Тоо на западе смыкается с Кыргызским Ала-Тоо, а на

востоке сменяется пологими склонами, Терской Ала-Тоо на востоке значительно повышается заканчивая высокими узлами пиков и обширными сырцовыми нагорьями.

По особенностям формирования климата Иссык-Кульская котловина делится на три природных района: западный, центральный и восточный. Западная часть охватывает пустынный берег Иссык-Куля и является самой засушливой в Кыргызстане. Количество осадков составляет здесь 100-110 мм в год (1).

Центральная часть котловины располагается от села Чоктал до села Урюкты на северном побережье и от села Бокомбаево до села Кызыл-Суу (Покровка) на южном, соответственно Восточная Прииссыккулье от села Урюкты на северном побережье до села Кызыл-Суу на южном побережье с относительно равнинной частью на востоке с Каркыринской долиной. Центральная часть характеризуется морским или континентально-морским климатом. Наименьшая амплитуда климатических показателей отмечается в районе г.Чолпон-Ата и с. Тамга, количество осадков составляет 250-270 мм в год (2).

Климатические условия Восточного Прииссыккулья отличаются обилием атмосферных осадков (400-450 мм), в Каркыринской долине до 600-800 мм, и обуславливают горизонтально-вертикальные пояса с уникальными чертами климата.

Один из климатических особенностей региона является снежный покров, который на западном побережье исключается, а на восточном достигает до 1 м. Для климата Иссык-Кульской котловины характерна высокая солнечная радиация, общая продолжительность солнечного сияния за год составляет в среднем 2700-3000 ч.

Межгорная впадина находится на высоте от 1609 до 1900 м над ур

м. Ширина подгорных шлейфов и предгорий колеблется от нескольких метров до нескольких километров с небольшими уклонами (от 2 до 5°) к озеру. Почвообразующими породами в подгорной равнине являются галечниково-хрящеватые, песчаные, пролювиальные и аллювиальные отложения с хрящевато-суглинистыми и суглинистыми наносами мощностью от 0,1 до 2,0 м.

Академиком А.М.Мамытовым подробно рассмотрены особенности

структуры вертикальной зональности почв Иссык-Кульской котловины, где он отмечает вертикально-горизонтальную зональность почв в самой котловине. По мере продвижения с запада на восток, с увеличением влажности почв и воздуха, повышением биологической продуктивности растительного покрова, серо-бурые пустынные каменистые почвы сменяются светло-бурыми и далее к востоку – каштановыми и черноземными почвами (3).



Рис. 1. Карта места проведения исследования

(<http://issyk.me/discussion/2564/ozero-%D0%98ssyk-kul-v-kyrgyzstane>)

Исследования данного региона проводились почвенными экспедициями, группой почвоведов в 2019 – 2020 годы, для выявления агроэкологического состояния исследуемых почв. Кроме основных и обязательных почвенных работ (отбор почвенных и растительных образцов, морфологическое описание и т.д.) были вопросы по опросу землепользователей и организации практических тренингов для фермеров по почвозащитной и ресурсосберегающей земледелии.

Морфологические описания некоторых почв показывал определенные изменения физических свойств почв, уплотнения подпахотных горизонтов, пылеватую структуру в плодородных горизонтах и т.д. Морфологическое описание почвенных разрезов проводилось с определением цвета почвы по таблице Мансела, определение карбонатов с 10% HCl по вскипаемости, физические свойства почв – плотность почвы в естественном сложении со специальными цилиндрами, отбор почвенных и

растительных образцов. Определение агрохимических показателей почв проводились в соответствующих лабораториях республиканского значения.

Горно-долинные серо-бурые

пустынные каменистые почвы Западного Прииссыкулья имеют морфологический профиль с нечетким расчленением на генетические горизонты, присутствуют галька, хрящ и камни.

Таблица 1

**Агрохимические показатели Западного и Центрального Прииссыкулья
(Мамытов А.М., Мамытова Г.А., 1988)**

| Почвы | Глубина, см | Гумус, % | рН | СО ₂ ,% | Валовое содержания, % | | | Емк.погл., мг/экв на 100 г п. |
|-------------------------------------|-------------|----------|-----|--------------------|-----------------------|------|-------|-------------------------------|
| | | | | | азот | фосф | калий | |
| Горно-долинные серо-бурые пустынные | 0-13 | 0,53 | 8,0 | 0,31 | 0,17 | 0,23 | 22,1 | 7-8 |
| | 13-23 | 0,50 | 8,1 | 0,27 | | | | |
| | 23-32 | 0,42 | 8,1 | 0,25 | | | | |
| Горно-долинные светло-бурые | 0-13 | 1,48 | 8,5 | 0,86 | 0,23 | 0,19 | 41,0 | 10-17 |
| | 15-25 | 1,39 | 8,4 | 0,80 | | | | |
| | 35-45 | 1,30 | 8,3 | 0,78 | | | | |

Горно-долинные серо-бурые пустынные почвы характеризуются малой мощностью горизонтов, мало-гумусны (0,5-1,5%), местами гипсированы и засолены, но солонцеватость отсутствует. Карбонатность отмечается в верхних горизонтах от 4 до 7%. Емкость поглощения не превышает 7-8 мг/экв на 100 г почвы. Академик Мамытов А.М отмечает эти почвы как провинциальную подтиповую группу пустынных серо-бурых почв, формирование которых связано с особыми местными региональными гидротермическими условиями. Используются горно-долинные серо-бурые пустынные почвы как малопродуктивные ранне-весенние и осенние пастбища.

Горно-долинные светло-бурые почвы Центральной части котловины характеризуются слабым задернением поверхности, наличием коркового пористого слоя с пластинчатой структурой, уплотненностью и трещиноватостью переходных горизонтов, выделением карбонатов в виде белоглазки, точек и жилок. Эти

почвы характеризуются содержанием гумуса от 0,28 до 1,48%, валового азота от 0,04 до 0,23%, валового фосфора и калия от 1,5% до 2,5%. Горно-долинные светло-бурые почвы являются основным земельным фондом для выращивания косточковых и семечковых плодовых культур, многолетних трав, зерновых культур.

Горно-долинные каштановые, светло-каштановые почвы формируются на хрящеватых суглинках под разреженной полынно-типчаково-ковыльной растительностью и характеризуются как среднесуглинистые с преобладанием крупнопылеватых частиц, с содержанием гумуса 2,2 до 3,0% , общего азота -0,16-0,31 %. Величина соотношения углерода к азоту в пределах от 5 до 8.

Горно-долинные светло-каштановые почвы Прииссыкулья отличаются высоким содержанием глинистых минералов, что обуславливает их специфические физико-химические свойства и агроэкологический потенциал (3). Это видно из материалов следующей таблицы.

Содержание глинистых минералов в горно-долинных светло-каштановых почвах Прииссыккуля (Карабаев, 2000)

| Глубина, см | Группа минералов, % | | | |
|-------------|---------------------|--------|------------|----------|
| | монтмориллонит | хлорит | гидрослюда | каолинит |
| 0-20 | 36,2 | 7,6 | 32,0 | 24,2 |
| 90-100 | 60,0 | 7,5 | 26,0 | 6,5 |

Как видно, в верхнем, 0–20-сантиметровом горизонте горно-долинных светло-каштановых почв Прииссыккуля преобладает глинистый минерал монтмориллонит (36,2 %) и далее значительная доля приходится на гидрослюда (32,0 %), а также присутствуют каолинит (24,2 %) и хлорит (7,6 %). Такое сочетание глинистых минералов формирует высокую ёмкость поглощения, хорошую влагоудерживающую способность и подвижность питательных элементов.

Гидрослюда изучаемой почвы (32,0 %) является важным источником обменного и общего калия, поскольку её кристаллическая структура содержит значительные количества К⁺, способного постепенно переходить в раствор.

Каолинит горно-долинных светло-каштановых почв Прииссыккуля (24,2%) характеризуется низкой набухаемостью по сравнению с монтмориллонитом, а также хорошей химической стойкостью и высокой адсорбционной способностью.

Особенно значимой для формирования свойств горно-долинных светло-каштановых почв региона является высокая доля монтмориллонита — минерала, содержание которого постепенно увеличивается в почвообразующей породе. Накопление монтмориллонита существенно влияет на физико-химические параметры почвы. Благодаря слоистой структуре и способности активно поглощать воду этот минерал придаёт почве выраженную набухающую способность. В период увлажнения

почва расширяется, её структура становится более рыхлой, изменяются пористость и воздухопроницаемость, тогда как в засушливые периоды происходит обратное уплотнение. Такие циклические трансформации влияют на водный режим, обуславливают неоднородность почвенного профиля и создают специфические условия для развития корневых систем растений.

Кроме того, высокая набухающая способность определяет характер реакции почвы на орошение: при избытке влаги структура может резко изменяться, что отражается на её проницаемости, а значит — на распределении влаги и питательных веществ.

Совокупность этих особенностей содержания глинистых минералов формирует потенциальное плодородие горно-долинных светло-каштановых почв Прииссыккуля и одновременно она делает их чувствительными к нарушениям водного режима и изменениям агротехнических приёмов: отклонения в режиме орошения, обработке или структуре посевов могут приводить к ухудшению физических свойств почвы и снижению урожайности.

Таким образом, содержание монтмориллонита выступает ключевым фактором, определяющим как продуктивность данных почв, так и необходимость аккуратного управления агроландшафтом.

Горно-долинные темно-каштановые и черноземные почвы Восточного Прииссыккуля формируются под разнотравной злаковой растительностью

с преобладанием типчака и ковыля (4). По механическому составу эти почвы относятся к средним и тяжелым суглинкам. Характеризуются богатым содержанием гумуса в верхнем горизонте от 4,0% до 5,72% и питательных элементов, которые с глубиной уменьшаются очень плавно. Горно-долинные темно-каштановые и черноземы малогумусные почвы малокарбонатны на верхнем горизонте (0,44-0,22%), увеличиваясь в нижних горизонтах до 1,23%.

Приводим описание почвенного профиля горно-долинной темно-каштановой почвы орошаемой Ак-Суйского района, село Кереге-Таш, поля – эспарцет 1 года.

A1 - 0-25 см, темно-коричневого цвета, свежий, обилие корней,

мелкокомковатой структуры, менее уплотнен, средний

суглинков, много дождевых червей.

Вскипает слабо от 10%

соляной кислоты. На нижней

границе (25 см) уплотнен.

Цвет по таблице Манселла, 10YR Diagram:

сухой -3/3, влажный – 2/2;

B - 25-53 см, светлее предыдущего, свежий, мелкокомковатой структуры, легкий суглинок, обилие корней, немного уплотнен, мелкие камни. Вскипает слабо от 10% соляной кислоты.

Цвет по таблице Манселла, 10YR Diagram:

сухой -4/3, влажный – 2/2;

Почвенный профиль горно-долинных черноземов среднегумусных имеют темно-бурую окраску гумусового горизонта, мощность которого в пределах 60-80 см зернисто-комковатой структуры, с содержанием гумуса от 6,0 до 10%. В отличие от малогумусных, эти почвы имеют тяжелый механический состав. Карбонаты слабо выщелочены из верхних горизонтов, отсутствует процессы засоления и солонцеватости.

Таблица 3

Агрохимические показатели Восточного Прииссыккуля (Орозакунова Р.Т., 2020г)

| № п/п | Глубина, см | pH | CO ₂ , % | Гумус % | Азот оций, % | Емкость погл, мг/экв | Подвижные формы, мг/кг | | Валовое, % | |
|--|-------------|------|---------------------|---------|--------------|----------------------|-------------------------------|------------------|------------|-------|
| | | | | | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O | фосфор | калий |
| Горно-долинная светло-каштановая почва | | | | | | | | | | |
| 1 | 0-25 | 8,25 | 1,76 | 2,08 | 0,115 | 13,0 | 17,0 | 165,0 | 0,123 | 1,38 |
| 2 | 25-50 | 8,55 | 1,80 | 1,35 | 0,045 | 10,0 | 13,5 | 120,0 | 0,139 | 1,29 |
| Горно-долинная темно-каштановая почва | | | | | | | | | | |
| 3 | 0-25 | 8,05 | 0,44 | 4,16 | 0,080 | 22,0 | 21,0 | 300,0 | 0,190 | 1,89 |
| 4 | 25-50 | 8,40 | 1,23 | 1,98 | 0,060 | 13,6 | 12,5 | 165,0 | 0,162 | 2,04 |
| Горно-долинный чернозем малогумусный | | | | | | | | | | |
| 5 | 0-25 | 7,20 | 0,22 | 3,79 | 0,120 | 20,0 | 24,0 | 150,0 | 0,166 | 2,16 |
| 6 | 25-50 | 7,30 | 0,44 | 2,70 | 0,115 | 17,0 | 21,0 | 120,0 | 0,135 | 1,80 |
| Горно-долинный чернозем среднегумусный | | | | | | | | | | |
| 7 | 0-25 | 8,15 | 1,67 | 5,72 | 0,393 | 21,6 | 30,0 | 350,0 | 0,222 | 2,16 |
| 8 | 25-50 | 8,30 | 2,02 | 4,58 | 0,262 | 21,0 | 20,0 | 240,0 | 0,220 | 2,28 |

Горно-долинные черноземные почвы благодаря богатому содержанию органического вещества и по высокому плодородию являются уникальными почвами по всему Кыргызстану, и этот регион считается по праву хорошей житницей по зерновым, кормовым

культурам и по картофелю. А в мировой практике черноземные почвы считаются как мировая продовольственная корзина из-за того, что играют ключевую роль в мировом производстве зерновых, клубнеплодов, масличных культур, пастбищ и кормовых систем (5).



Рис. 2-3. Почвенные профили горно-долинных темно-каштановых и черноземных почв Восточного Прииссыкулья

Деградация земель большей частью связана с потерями органического вещества (гумуса) в почвах и их накопление в почве увеличивает плодородие почв и тем самым противодействует процессам деградации земель. Однако использование земель и урожай сельскохозяйственных культур остается на

недостаточном уровне и не прибыльным для самих же фермеров, и показывает ухудшение многих показателей свойств почв. Проведение разъяснительных работ по почвозащитной, ресурсосберегающей земледелии с фермерами, соблюдение трех основных принципов на полях, выявили интересные факты.



Рис.4-5. Опрос среди фермеров по использованию ПРЗ

Как отметили фермеры, они практикуют много лет и в качестве мульчи оставляют на полях растительные остатки после сбора урожая.

Однако, это для улучшения почвенных показателей неэффективно, так как из-за перегруженного выпаса скота с поздней осени до ранней весны на

сельскохозяйственных полях фермеров, только ухудшают положение (6,7). Также в некоторых исследованиях отмечается, что выпас скота является наиболее опасным фактором для экологии почв, особенно весной, когда земля увлажнена и верхний слой почвы уплотняется и повреждается. Соответственно, фермерские поля используются «как трагедия общего пользования» в межсезонье (8,9,10).

Выводы

1. Природные районы Иссык-Кульской котловины с региональными и климатическими особенностями, способствуют формированию определенных почвенных типов.

2. Для сохранения и расширен-

ного воспроизводства плодородия почв необходимо ввести почвосберегающие технологии: сохранение стерни, мульчи (количественный и качественный состав послеуборочных растительных остатков), применение рекомендованных форм и доз минеральных удобрений, соблюдение научно-обоснованного севооборота.

3. Для предотвращения дальнейшего ухудшения физических, биологических и физико-химических свойств почв, и стабилизации почвенных процессов, необходимо наибольшего возврата отчуждаемых с урожаем элементов питания в виде органических растительных остатков.

Список использованных литературы:

1. Мамытов А.М., Мамытова Г.А. Почвы Иссык-Кульской котловины и прилегающей к ней территории. Фрунз, 1988, – С. –177.
2. Кайгородов А.И. Естественная зональная классификация климатов земного шара. Москва, Изд-во АН СССР, 1955, 119с.
3. Карабаев Н.А. Химико-экономические особенности и биологическая продуктивность основных горных почв КР/ Дис. на соискание уч. ст. д.с.х.н. –Бишкек 2000. –404 с.
4. Мамытов А.М. Почвы гор Средней Азии и Южного Казахстана. – Фрунзе: Илим, 1982. – 250 с.
5. ISBN 978-92-5-137309-5 © FAO, 2022 Global status of black soils.
6. Ekonomika APK, 31(4),23-32 <https://doi.org/10.32317/ekon.apk/4.2024.23>
7. Orozakunova R.T., Baibagyshov E.M. Chernozem soils of Kyrgyzstan International Scientific Conference Eastern European Chernozems-140 years after V.Dokuchaev, 2-9 October 2019, Chisinau, Republic of Moldova, –219-223
8. Matveev PN. 1998. Disturbance of the ecological balance in walnut fruit forests by human pressure. In: Blaser J, Carter J, Gilmour D, editors. Biodiversity and sustainable use of Kyrgyzstan's walnut fruit forests. Cambridge (UK): Gland. p. –125-128.
9. Gottschling H, Amatov I, Lazkov G. 2005. Zur Ökologie und Flora der Walnuß – Wildobst-Wälder in Süd-Kirgistan. Arch Nat Lands. 44(1): –85-129.
10. Mouldi Gamou, Mohamed Tarhouni, Azaiez ouled Belgacem, Belgacem Hanchi, Mohamed Neffati (2010): Effects of Grazing and trampling on primary production and soil surface in north African rangelands. Ekologia (Bratislava) Vol.29, No.2, p. –219-226.

UDK 631.524.6:631.53:631.58

TUPROQ GRANULOMETRIK TARKIBI VA POMIDOR ILDIZ TIZIMINI RIVOJLANISH BOSQICHLARIGA MOS SUG'ORISH HAMDA O'G'ITLASHNING MAQBUL REJIMINI ANIQLASH

Ko'ziyev Jaxongir Madaminovich,
bo'lim boshlig'i, q.x.f.d., katta ilmiy xodim,
e-mail: mmjahongir81@gmail.com

Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti

Annotatsiya. Maqolada tomchilatib sug'orish va fertigatsiya texnologiyalari asosida pomidorning fiziologik fazalariga mos ravishda suv va oziqa elementlar miqdorlarini aniq tartibda ta'minlashga doir ilmiy ma'lumotlar keltirilgan. Tajriba doirasida suv va mineral o'g'itlar miqdorlari pomidorning ildiz tizimi rivojlanishiga va tuproqning fizik-agrokimyoviy xususiyatlariga asoslanib ishlab chiqildi. Vegetatsiya bosqichlariga mos ravishda NPK elementlarining maqbul nisbati va konsentratsiyasi hamda sug'orish tizimi qo'llanilganda suv sarfi 20-40 foizga kamayishi va mineral o'g'itlardan foydalanish koeffitsiyenti 20-30 foizga oshishi aniqlandi. Bu pomidorning ildiz zonasida namlik va oziqa elementlarni uzluksizligini ta'minlab, hosildorlikni va resurs tejamkorligini sezilarli darajada oshirdi. Shu bilan birga, mikroo'g'itlarning qo'llanilishi pomidorning turli stress omillariga chidamliligini oshirish va fotosintez jarayonini faollashtirishga xizmat qildi.

Kalit so'zlar: tomchilatib sug'orish, fertigatsiya, NPK, suv sarfi, pomidor, ildiz tizimi, vegetatsiya fazasi, resurs tejamkor texnologiya, suvdan samarali foydalanish.

Аннотация. В статье представлены научные данные по обеспечению точного регулирования количества воды и элементов питания по физиологическим фазам развития томата на основе технологий капельного орошения и фертигации. В ходе опыта количество воды и минеральных удобрений был разработан на основе развития корневой системы томата и физических и агрохимических свойств почвы. Определено снижение расхода воды на 20-40%, и увеличение коэффициента использования минеральных удобрений на 20-30% при применении оптимального соотношения и концентрации элементов NPK, соответствующих фазам вегетации, а также системы полива. Что обеспечило непрерывность поступления влаги и элементов питания в корневую зону томата, и значительно повысило урожайность и ресурсосбережение. Вместе с этим, внесение микроудобрений способствовало повышению стрессоустойчивости томата и активизации процесса фотосинтеза.

Ключевые слова: капельное орошение, фертигацию, NPK, расход воды, помидоры, корневую систему, фазы вегетации, ресурсосберегающие технологии и эффективное использование воды.

Annotation. The article presents scientific data on ensuring the precise regulation of the amount of water and nutrients according to the physiological stages of tomato development based on drip irrigation and fertigation technologies. During the experiment, the amount of water and mineral fertilizers was developed on the basis of the development of the tomato root system and the physical and agrochemical properties of the soil. A decrease in water consumption by 20-40% and an increase in the utilization coefficient of mineral fertilizers by 20-30% were determined when applying the optimal ratio and concentration of NPK elements corresponding to the vegetation stages, as well as the irrigation system. This ensured the continuity of moisture and nutrient supply to the tomato root zone and significantly increased yield and resource saving. At the same time, the application of micronutrient fertilizers contributed to increasing the stress resistance of tomato and activating the process of photosynthesis.

Key words: drip irrigation, fertigation, NPK, water consumption, tomato, root system, vegetation phases, resource-saving technologies, and efficient water use.

Kirish. Bugungi kunda dunyo qishloq xo'jaligida suv resurslarining tobora cheklanib borishi, global iqlim o'zgarishi ta'sirida harorat rejimi va yog'inlar taqsimotining beqarorlashuvi, shuningdek, agroekotizimda namlik va oziqa rejimini samarali boshqarish zarurati sug'orish va o'g'itlash texnologiyalarini takomillashtirishni taqozo etmoqda. Ayniqsa, suv tanqisligi kuchayib borayotgan sharoitda suv resurslaridan oqilona va samarali foydalanish hamda, o'simliklarni oziqa elementlari bilan fiziologik ehtiyojlariga mos ravishda maqbul ta'minlash masalalari global ahamiyat kasb etmoqda [1, 2, 4, 8]. FAO ma'lumotlariga ko'ra, qishloq xo'jaligi jahondagi umumiy toza suvning taxminan 70-72% qismini tashkil etadi, ayrim qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil mintaqalarda esa bu ko'rsatkich yanada yuqori [1, 2, 3, 4]. Bu esa suv tejamkor va yuqori samarali sug'orish texnologiyalarini ishlab chiqish hamda amaliyotga joriy etishni strategik vazifaga aylantirmoqda [2, 4, 8].

Shu bilan birga, dunyoda iste'mol qilinadigan oziq-ovqat mahsulotlarining qariyb 95 foizi bevosita yoki bilvosita tuproq resurslari bilan bog'liq holda ishlab chiqariladi, bu esa tuproq unumdorligi, uning oziqa rejimi va agrofizik xususiyatlarini saqlash hamda yaxshilashning hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanini ko'rsatadi [5, 6, 7]. Bugungi kunda, jahon qishloq xo'jaligi yerlarining qariyb 20 foizi sug'oriladigan maydonlar hissasiga to'g'ri kelsa-da, aynan shu yerlarda dunyodagi oziq-ovqat mahsulotlarining taxminan 40 foizi yetishtiriladi [3, 8, 9]. Mazkur holat sug'orish suvi va mineral o'g'itlardan foydalanish samaradorligini oshirish, ularni o'simlik ehtiyojiga mos holda aniq me'yorlash va maqbul muddatlarda qo'llashga asoslangan ilg'or agrotexnologiyalarni, xususan, tomchilatib sug'orish va fertigatsiya tizimlarini ilmiy asosda takomillashtirish zaruratini yanada kuchaytirmoqda [2, 3, 6, 8]. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, mineral o'g'itlar yetishtiriladigan hosil salmog'ining

30-70 foizini ta'minlaydi, bu esa o'g'itlash va sug'orish jarayonlarini o'zaro uyg'un holda olib borish zarurligini ko'rsatadi.

So'nggi yillarda tomchilatib sug'orish (drip irrigation) va fertigatsiya (fertigation) texnologiyalari rivojlangan hamda suv tanqisligi yuqori bo'lgan mamlakatlarda keng joriy etilmoqda va ularning agro-texnik, iqtisodiy hamda ekologik samaradorligi ko'plab ilmiy-tadqiqotlarda o'z tasdig'ini topmoqda. Jumladan, AQSh, Isroil, Ispaniya va Avstraliya kabi davlatlarda tomchilatib sug'orish tizimi suvni o'simlik ildiz qatlamiga maqsadli va me'yorlangan holda yetkazib berish orqali an'anaviy egatlab sug'orish usullariga nisbatan sug'orish suvi sarfini o'rtacha 30-60 foizgacha kamaytirish, shu bilan birga hosildorlikni 20-50 foizgacha oshirish imkonini berishi qayd etilmoqda [2, 3, 5]. Ayniqsa, sabzavot ekinlarida tomchilatib sug'orish tuproq namligi va oziqa rejimini aniq boshqarish hisobiga suvdan foydalanish samaradorligini (WUE) sezilarli darajada oshirishi, ayrim holatlarda esa an'anaviy sug'orish usullariga nisbatan 2-3 barobargacha yuqori ko'rsatkichlarga erishilishi aniqlangan [5, 12].

Fertigatsiya texnologiyasi doirasida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, mineral o'g'itlarni sug'orish suvi bilan bir vaqtda qo'llash natijasida o'simliklar tomonidan oziqa elementlarini o'zlashtirish koeffitsiyenti an'anaviy usullarga nisbatan sezilarli darajada oshadi, ayniqsa azotli o'g'itlardan foydalanish samaradorligi 15-35% yuqori bo'ladi [5, 6]. Shu bilan birga, o'g'itlarni minimal me'yorda va vegetatsiya davriga mos holda qo'llanilishi tufayli azotning quyi qatlamlarga yuvilib ketishi va samarasiz yo'qotilishi 25-40 foizga kamayadi, bu esa qumloqli va yengil qumoqli granulometrik tarkibli tuproqlarda alohida ahamiyat kasb etadi [6, 17]. Mazkur texnologiya oziqa elementlarini ildiz faol qatlamida ushlab turish, ularning vegetatsiya bosqichlariga mos taqsimotini maqbullashtirish va o'simlik ehtiyojiga qarab oziqlanish

rejimini shakllantirish imkonini beradi.

Ilmiy manbalarda fertigatsiyani qo'llashning ikki asosiy yondashuvi ajratib ko'rsatiladi: suv va o'g'itlarni bir vaqtda qo'llash (simultaneous application) hamda navbatma-navbat qo'llash (sequential application) [5, 6]. Birinchi yondashuvda oziqa elementlari sug'orish jarayonida to'g'ridan-to'g'ri ildiz zonasiga uzluksiz yetkazib berilib, ularning o'zlashtirilishi 80-90 foizgacha yetadi va fiziologik samaradorligi oshadi [5, 6, 17]. Ikkinchi yondashuvda esa tuproqni oldin namlash, keyin oziqa eritmasini qo'llash orqali o'g'itlarning ildiz zonasida ta'minlash kuchayadi va ularning quyi qatlamlarga yuvilish xavfi kamayadi [11, 14, 15]. Shu nuqtayi nazardan, fertigatsiya usulini tanlash tuproqning suv-fizik xususiyatlari, granulometrik tarkibi va o'simlik ildiz tizimi rivojlanishi bilan chambarchas bog'liq hisoblanadi [6, 17].

Ekinlarning vegetatsiya fazalariga mos ravishda tabaqalashtirilgan sug'orish va o'g'itlash rejimlarini qo'llash ham yuqori samara berishi ilmiy jihatdan asoslangan [10, 11, 14, 15]. Jumladan, o'simlikning 2-3 chin barg, gullash va meva tugish kabi fiziologik faol fazalarida suv va NPK elementlarini differensial me'yorlarda qo'llash oziqa elementlarining o'zlashtirilishini yaxshilash, stress holatlarini kamaytirishi natijasida hosildorlik 18-35 foizgacha oshishi qayd etiladi [5, 6, 18]. Ayniqsa, yuqori harorat va intensiv bug'lanish kuzatiladigan arid va yarim arid mintaqalarda bo'lib-bo'lib (fractional) sug'orish va bosqichma-bosqich fertigatsiyani qo'llash suvdan foydalanish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi [5, 6, 18].

Ildiz tizimi rivojlanish dinamikasini hisobga olgan holda sug'orish va fertigatsiya rejimlarini tashkil etish agrotexnik jihatdan muhim hisoblanadi. Tadqiqotlar natijalariga ko'ra, tomchilatib sug'orish sharoitida o'simlik ildizlarining asosiy faol qismi ko'p hollarda tuproqning 0-40 sm qatlamida joylashadi va suv hamda oziqa elementlarining asosiy migratsiyasi

ham aynan shu qatlamda kechadi. Bu esa oziqa elementlarini aynan shu qatlamda ushlab turilishi hisobiga o'zlashtirilish samaradorligini 25-30 foizga oshiradi [5, 6, 19]. Shu sababli, oziqa elementlarini ildiz faol qatlamida ushlab turish ularning o'zlashtirilish samaradorligini oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Aksincha, ortiqcha sug'orish natijasida namlikning 40-60 sm va undan past qatlamlarga singib ketishi mineral o'g'itlarning, ayniqsa nitrat shaklidagi azotning quyi qatlamlarga yuvilishiga va ularning samarasiz yo'qotilishiga olib keladi [6, 19].

Jahon va mahalliy tajribalar shuni ko'rsatadiki, sug'orish va o'g'itlashni tuproqning granulometrik tarkibi, fizik xususiyatlari va o'simlik ildiz tizimining tarqalish xususiyatlari bilan uyg'unlashtirgan holda boshqarish resurs tejamkor texnologiyalarning asosiy yo'nalishi hisoblanadi. Bunday yondashuv suv sarfini kamaytirish, o'g'itlardan foydalanish samaradorligini oshirish, tuproqda suv-oziqa rejimini barqarorlashtirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni pasaytirish imkonini beradi [5, 6, 16-20]. Shu jihatdan, tomchilatib sug'orish va fertigatsiya tizimlari nafaqat hosildorlikni oshirish, balki agroekotizim barqarorligini ta'minlash nuqtayi nazaridan ham ustuvor agrotexnologik yo'nalish sifatida qaralmoqda.

Bugungi kunda O'zbekiston sharoitida tomchilatib sug'orish texnologiyasini joriy etish bo'yicha muayyan me'yoriy hujjatlar va bir qator uslubiy tavsiyalar ishlab chiqilgan bo'lsa-da, ular asosan umumiy yondashuvlarga tayanilgan. Konkret ekin turlari uchun tuproqning granulometrik tarkibiga moslashtirilgan sug'orish va fertigatsiya rejimlari, vegetatsiya fazalari bo'yicha tabaqalashtirilgan o'g'itlash me'yorlari, shuningdek, mineral va mikroo'g'itlarni qo'llashning maqbul muddatlari bo'yicha mahalliy tuproq-iqlim sharoitiga mos ilmiy asoslangan ma'lumotlar hanuz yetarli darajada shakllanmagan. Ayniqsa, sabzavot ekinlarida tomchilatib

sug'orish sharoitida suv-ozuqa rejimini boshqarishning agrokimyoviy va agrofizik jihatlarini bo'yicha kompleks tadqiqotlarga ehtiyoj yuqori.

Shu munosabat bilan tomchilatib sug'orish va fertigatsiya texnologiyalarini mahalliy tuproq-iqlim sharoitlariga moslashtirish, ekinlarning vegetatsiya bosqichlari va ildiz tizimi rivojlanishiga bog'liq holda suv va ozuqa elementlarini boshqarish rejimlarini ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Bunday tadqiqotlar suv va mineral o'g'itlardan samarali foydalanishni ta'minlash, hosil barqarorligini oshirish, tuproq unumdorligini saqlash hamda ekologik barqaror agrotexnologiyalarni joriy etish uchun mustahkam ilmiy asos yaratadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, quyidagi dala tajribasini sxemasi asosida sabzavot va poliz ekinlarida dala tajribalari olib borildi. Mazkur dala tajribasi tomchilatib sug'orish sharoitida sabzavot va poliz ekinlarini makro- va mikroo'g'itlar bilan oziqlantirish tizimini takomillashtirish, o'g'itlarni qo'llash muddatlari, me'yorlarini va konsentratsiyaning ilmiy jihatdan asoslash hamda resurs tejankor agrotexnologiyalarni degradatsiyaga moyil tuproqlar uchun ishlab chiqish

maqsadida tashkil etildi.

Dala tajribasida nazorat varianti (o'g'itsiz) ajratilishi tuproqning tabiiy unumdorligini aniqlash va qo'llanilgan agro tadbirlarning samaradorligini xolis baholash imkonini beradi. Shu fon asosida fermer amaliyotida qo'llanilayotgan yuqori me'yorli (o'rtacha) N230P150K70 kg/ga 2-variant kiritildi, u amaldagi o'g'itlash tizimining samaradorligini ilmiy tavsiya etilgan me'yorlar bilan qiyosiy tahlil qilishga xizmat qiladi.

Ilmiy tavsiya etilgan N200 P180 K100 me'yorni qo'llashga asoslangan variantlarda o'g'itlarni vegetatsiya fazalari bo'yicha tabaqalashtirish tamoyili qo'llanildi. Bu yondashuv o'simlikning oziq elementlarga bo'lgan ehtiyoji uning o'sish bosqichlariga bog'liq holda o'zgarib borishiga xizmat qiladi. Xususan, vegetatsiyaning dastlabki bosqichlarida ildiz tizimining shakllanishi va rivojlanishi uchun fosfor va kaliy muhim ahamiyatga ega bo'lsa, keyingi bosqichlarda, ayniqsa gullash va meva tugish davrida azotga bo'lgan talab ortadi. Shu sababli azotni bo'lib-bo'lib qo'llash uning o'simlik tomonidan o'zlashtirilish koeffitsiyentini oshiradi va tuproqning pastki qatlamlariga yuvilib ketishini kamaytiradi (1-jadval).

1-jadval

Tajriba sxemasi

| O'g'it me'yorlari | Qo'llash muddati | | |
|--|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | Shudgor ostiga | 2-3 chin barg fazasida | Meva tugish fazasida |
| 1. O'g'itsiz nazorat | - | - | - |
| 2. NPK* (f/x qo'llayotgan me'yor) (N ₂₃₀ P ₁₅₀ K ₇₀) | - | - | - |
| 3. NPK* (ilmiy tavsiya) (pomidor N ₂₀₀ P ₁₈₀ K ₁₀₀) | P, K - 100% | N - 30% | N - 70% |
| 4. NPK* (ilmiy tavsiya) | P - 60%, K - 60% | N - 30%, P - 40% | N - 70%, K - 40% |
| 5. NPK* (ilmiy tavsiya) + mikroo'g'it (suyuq) | P - 60%, K - 60% | N - 30%, P - 40% | N - 70%, K - 40% |
| 6. NPK ^(50% ilmiy tavsiya) + mikroo'g'it (suyuq) | P - 50%, K - 50% | N - 30%, P - 50% | N - 70%, K - 50% |
| 7. NPK ^(75% ilmiy tavsiya) + mikroo'g'it (suyuq) | P - 50%, K - 50% | N - 30%, P - 25%, K - 25% | N - 70%, P - 25%, K - 25% |

| O'g'it me'yorlari | Qo'llash muddati | | |
|------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| | Shudgor ostiga | 2-3 chin barg fazasida | Meva tugish fazasida |
| 8. PK + mikroo'g'it (suyuq) | P, K - 100% | | |
| 9. PK + mikroo'g'it (suyuq) | P - 50%, K - 50% | P - 50% | K - 50% |
| 10. PK + mikroo'g'it (suyuq) | P - 50%, K - 50% | P - 25%, K - 25% | P - 25%, K - 25% |

Eslatma: mikroo'g'itlar ekinlarning vegetatsiya bosqichiga bog'liq holda tarkibida makro- va mikroelementlar mavjud bo'lgan zamonaviy yangi turdagi murakkab suvda 100% eriydigan kukunli va suyuq o'g'itlardan foydalanildi.

Fosfor va kaliy mineral o'g'itlarni kuzgi shudgor va vegetatsiya davrida qo'llash tuproqda ularning fiksatsiyalanishini kamaytiradi va o'simlik uchun faol shaklda saqlanishini ta'minlaydi. Ayniqsa, tomchilatib sug'orish sharoitida bu elementlarni fertigatsiya orqali qo'llash ularning ildiz zonasida to'planishiga va samarali o'zlashtirilishiga xizmat qiladi.

Mikroo'g'itlar qo'llanilgan variantlar alohida ahamiyatga ega bo'lib, ularda makro- va mikroelementlar o'rtasidagi fiziologik muvozanatni ta'minlash imkonini beradi. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, mikroelementlar fermentativ jarayonlarda ishtirok etib, makroelementlarning o'zlashtirilishini kuchaytiradi, fotosintez jarayonini faollashtiradi va o'simlikning stress omillariga chidamliligini oshiradi. Shu bois, NPK me'yorlarini qisqartirgan holda mikroo'g'itlar bilan birgalikda qo'llash orqali resurs tejamkor, biroq samaradorligi yuqori bo'lgan texnologiyalarni ishlab chiqish imkoniyati yaratiladi.

Tajriba sxemasida NPK me'yorlarini 50% va 75% gacha kamaytirib, mikroo'g'itlar bilan kompensatsiyalangan variantlarining kiritilishi mineral o'g'itlar sarfini maqbullashtirish nuqtayi nazaridan muhim ahamiyatga ega. Bu yondashuv orqali o'g'itlardan foydalanish va iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlarini baholash imkoni beradi.

Azotsiz (PK fon) variantlarining kiritilishi esa oziqlanish tizimidagi elementlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirni chuqurroq

o'rganish imkonini beradi. Bu variantlar fosfor va kaliyning o'simlik o'sib-rivojlanishi va hosil shakllanishiga mustaqil ta'sirini aniqlash, shuningdek, azot yetishmovchiligi sharoitida mikroo'g'itlarning rolini baholashga xizmat qiladi.

O'g'itlarni qo'llash muddatlari o'simlikning kritik rivojlanish fazalariga mos ravishda tanlangan. 2-3 chin barg fazasida berilgan azot o'simlikning vegetativ o'sishini jadallashtirsa, meva tugish bosqichida qo'llanilgan o'g'itlar generativ organlarning shakllanishi va hosildorlikka bevosita ta'sir ko'rsatadi. Bu esa o'g'itlarning biologik samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Mazkur tajriba sxemasi turli o'g'itlash strategiyalarini qiyosiy baholash, tomchilatib sug'orish sharoitida suv va oziqa elementlarining o'zaro ta'sirini o'rganish, shuningdek, tuproq-iqlim sharoitiga mos resurs tejamkor va yuqori samarali oziqlantirish tizimini ishlab chiqish uchun mustahkam ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qildi.

Dala tajribasi olib borilayotgan maydon tuprog'ining mexanik tarkibi yengil qumoqligini inobatga olib, hisob-kitoblar 2-jadvalda keltirildi va bunda hajm og'irliklari asos qilib olindi. Tuproqning mexanik tarkibi, qatlam qalinligi, hajm og'irligi va dala nam sig'imi inobatga olinib, sug'orish me'yori ilmiy jihatdan aniqlandi. Yengil qumoqli tuproqlarda qum miqdori yuqori, loy va glina miqdori esa kam bo'lishini anglatadi. Bu turdagi tuproq suvni tez singdirib olishi bilan birga, shu suvni tez yo'qotishi bilan ham farqlanadi. Shu bois tomchilatib sug'orishda suv sarfi va sug'orish chastotasi boshqa granulometirik tarkibliq tuproqlarga nisbatan yuqori.

Qatlam qalinligi 0-30 sm oralig'ida fertigatsiyadan samarali foydalanish belgilandi, bu pomidorning ildiz uchun asosiy faol qatlam sifatida xizmat zonasida suvni ushlab turish va qildi.

2-jadval

Tajriba sxemasi

| Mexanik tarkib | Qatlam qalinligi, sm | Hajm og'irligi (g/sm ³) | DNS (%) | Optimal namlik (70%) | Sug'orish me'yori (l/m ²) |
|----------------|----------------------|-------------------------------------|---------|----------------------|---------------------------------------|
| Yengil qumoq | 0-30 | 1,20 | 15-17 | 10,5-11,9 | 1,6-1,8 |
| | | 1,25 | | | 1,7-1,9 |
| | | 1,30 | | | 1,8-2,0 |
| | | 1,35 | | | 1,9-2,1 |
| | | 1,40 | | | 2,0-2,1 |

Hajm og'irligi (ρ) 1,20-1,40 g/sm³ oralig'ida berilgan bo'lib, u tuproqning suvni ushlab turish qobiliyati va sug'orish hajmini aniqlashda muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Hajm og'irligi oshgan sayin suv ham ko'proq bo'ladi, dala nam sig'imi (15-17%) tuproqning gravitatsiya suvi chiqarilgandan keyin qolgan suv hajmi bo'lib, ekinning fiziologik ehtiyojlarini qondirishda asosiy ko'rsatkich hisoblanadi. Shu asosda maqbul namlik darajasi 70% deb qabul qilindi va ekin uchun dala nam sig'imi 10,5-11,9% oralig'ida ekanligi aniqlandi.

Sug'orish me'yori hisob-kitob formulasiga asosan ρ , DNS va qatlam qalinligidan kelib chiqqan holda aniqlandi va interval sifatida berilgan: hajm og'irligi 1,20 g/sm³ bo'lsa 1,6-1,8 l/m², 1,25 g/sm³ - 1,7-1,9 l/m², 1,30 g/sm³

- 1,8-2,0 l/m², 1,35 g/sm³ - 1,9-2,1 l/m² va 1,40 g/sm³ - 2,0-2,1 l/m² bo'ldi. Bu interval tuproqning gumus miqdori (yuqori bo'lganda biroz farq qiladi) va strukturasiidagi farqlarni ham inobatga oladi va ildiz zonasida maqbul namlikni saqlash hamda suv va oziqa elementlarining samarali o'zlashtirilishini ta'minlaydi. Shu bilan birga, mazkur ma'lumotlar tomchilatib sug'orish va fazalar bo'yicha fertigatsiya rejimida ilmiy asoslangan tavsiyalar sifatida qo'llanishiga xizmat qiladi (2-jadval).

Quyidagi 3-jadvalda tomchilatib sug'orish va fazalar bo'yicha fertigatsiya rejimida pomidor ekini uchun vegetatsiya bosqichlariga mos suv sarfi va NPK

qo'llash me'yorlari qayd etildi. Vegetatsiya fazasiga moslashtirilgan suv sarfi va o'g'itlash me'yori ekinning fiziologik ehtiyoji, ildiz rivojlanishi va tuproqning nam saqlash qobiliyatiga asoslandi. 3-jadvaldagi suv sarfi intervallari ekinning turli kunlardagi iste'molini hisobga olgan holda berilgan bo'lib, bu dastlabki ma'lumotlar asosida ishlab chiqildi. Masalan, 3-4 chin barg fazasida kunlik suv sarfi 3-4 l/m² yoki 0,8-1,0 l/m² oralig'ida ko'rsatilgan, bu ekinning ildiz va barglari suvni turlicha singirishi va ildiz zonasidagi namlikning o'zgarishiga bog'liq.

Shuningdek, NPK qo'llash nisbati va konsentratsiyasi ham ekinning fazalariga mos ravishda aniqlandi. Tomchilatib suv bilan bir vaqtda yoki bo'lib-bo'lib qo'llanadigan fertigatsiyada o'g'itning yuqori va o'rta tuproq qatlamlarida o'zlashtirilishi ekinning fiziologik ehtiyojlari va ildiz zonasida suvning mavjudligiga bog'liq. Masalan, gullash fazasida suv sarfi 5-7 l/m² oralig'ida berilib, NPK nisbati 10-30-20 nisbatda, 1,0-1,2 g/l etib belgilandi. Bu suv va oziqa elementlarining ekin tomonidan samarali o'zlashtirilishini ta'minlaydi va chuqur qatlamlarga suvning ortiqcha singib ketishini oldini oladi (3-jadval).

Mazkur jadval pomidorning fazalariga moslashtirilgan sug'orish va fertigatsiya rejimi uchun dastlabki ma'lumotlar asosida ilmiy asoslangan tavsiyalarni o'z ichiga oladi. Suv sarfi intervallari ekinning kunlik fiziologik ehtiyojlari, ildiz rivojlanishi va tuproqning suvni ushlab

turish qobiliyatini inobatga olgan holda texnologiyasini samarali amalga oshirishda belgilangan bo'lib, tomchilatib sug'orishda asosiy ko'rsatkich hisoblanadi.

3-jadval

Tajriba sxemasi

| Vegetatsiya fazasi | Vegetatsiya kuni | Ildiz chirishi, qatlam chuqurligi, sm | Kunlik suv sarfi (l/m ²) | NPK nisbati va konsentratsiya (g/l) | Suvlash va o'g'it qo'llash tartibi |
|--------------------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|
| Pomidor | | | | | |
| 3-4 chin barg | 10-15 | 0-15 | 3-4 | 20-25-20 0,8-1 | Tomchilatib, avval yuqori qavat namlanadi+o'g'it qo'llaniladi |
| 10-15 chin barg | 20-30 | 15-25 | 4-6 | 30-15-10 1,2-1,5 | Tomchilatib, vegetatsiya bosqichiga va ildiz rivojlanishiga mos suv+o'g'it |
| Gullash | 35-45 | 25-35 | 5-7 | 10-30-20 1,0-1,2 | Tomchilatib, suv berilsa, o'g'it yuqori va o'rta qavatda o'zlashtiriladi. |
| Meva tugish | 45-75 | 35-50 | 6-8 | 12-12-36 1,3-1,6 | Tomchilatib, ildiz chuqur qatlama namlik yetishi bilan sug'orish to'xtatiladi |
| Pishish | >75 | 40-60 | 5-7 | 10-10-40 1,0-1,2 | Tomchilatib, suv va o'g'it chuqur qavatda namlik yetib borganda to'xtatiladi. |

Dastlabki olingan ma'lumotlar asosida xulosa qilinadigan bo'lsa:

Suv va o'g'itlash texnologiyalari samaradorligi: tomchilatib sug'orish va fertigatsiya texnologiyalari suvdan samarali foydalanishni ta'minlaydi va ekinning fazalariga moslashtirilgan NPK qo'llash natijasida hosildorlikni sezilarli oshirdi. Xususan, 2-3 chin barg, gullash va meva tugish fazalarida suv va oziqa elementlarini differensial me'yorlarda qo'llash 18-35 foizgacha hosildorlikni oshirish imkonini berdi.

Ildiz tizimi va tuproq xususiyatlari: pomidorning ildiz zonasida suv va oziqa elementlarini uzluksiz ta'minlash, tuproqning granulometrik va fizik xususiyatlarini hisobga olgan holda sug'orish me'yori va konsentratsiyasini aniqlash fertigatsiya samaradorligini 25-30 foizgacha oshirdi. Yengil qumoqli tuproqlarda suv tez singishi va yo'qotilishi sababli, tomchilatib sug'orishda suv sarfi va chastotasi boshqa turdagi mexanik tarkibga nisbatan yuqori bo'lishi aniqlandi.

Mikroelementlarning roli: mikroo'g'itlar qo'llanilishi makroelementlarning samarali o'zlashtirilishini ta'minlab, stressga chidamlilikni va fotosintez jarayonini faollashtirdi. NPK me'yorlarini qisqartirib, mikroo'g'itlar bilan qo'llash resurs tejankor va samarali texnologiyalarni yaratish imkonini berdi.

Ilmiy va amaliy ahamiyat: mazkur tajriba sxemasi dastlabki ma'lumotlar asosida pomidor ekinini fazalariga moslashtirilgan sug'orish va fertigatsiya rejimlarini ilmiy asosda ishlab chiqish imkonini berdi. Bu esa O'zbekiston sharoitida suv va o'g'it resurslaridan samarali foydalanish, hosildorlik barqarorligini ta'minlash va ekologik barqaror agrotexnologiyalarni joriy etishda asosiy ilmiy-amaliy natija hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot AL-9124093877-son "Degradatsiyaga moyil tuproqlarda qishloq xo'jaligi ekinlarini yetishtirishning zamonaviy agrotexnologiyalarini yaratish" mavzusidagi amaliy loyiha doirasida olib borilgan bo'lib, uning natijalari kelgusida

mintaqaning oziq-ovqat xavfsizligi va agrar soha samaradorligini oshirishga ham- da degradatsiyaga moyil tuproqlardan ham samarali foydalanishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Kusc H., Altay V. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato. – Springer, 2014. - P. 1-12.
2. Singh J., Sharma A., Kumar R. Effect of drip irrigation and fertigation on soil water dynamics and productivity of greenhouse tomatoes. – Water, 2023. – Vol. 15, No 11. - P. 2086.
3. Zhang G., Li X., Wang H. Drip fertigation promotes water and nitrogen use efficiency and yield stability through improved root growth for tomatoes. - Agricultural Water Management, 2021. – Vol. 253. - P. 107-115.
4. Li X., Zhang G., Wang H., et al. Review on drip irrigation: impact on crop yield, quality, and water productivity. – Water, 2023. – Vol. 15, No 9. - P. 1733.
5. Hebbar S.S., Ramachandrappa B.K., Nanjappa H.V., Prabhakar M. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop (*Lycopersicon esculentum* L.). - European Journal of Agronomy, 2003. – Vol. 19, No 2. - P. 327-340.
6. Satyendra Kumar D., Prabhakar M., Hebbar S.S., Nair A.K. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). - European Journal of Agronomy, 2004. – Vol. 21, No 1. - P. 117-127.
7. Vaddula Y., Singh K. Progression of drip irrigation and fertigation in cotton across the globe and its future perspectives for sustainable agriculture: an overview. - Applied Water Science, 2023. – Vol. 13. - P. 177.
8. Wu L., Zheng H. Regional climate effects of irrigation under Central Asia warming by 2.0 °C. - Remote Sensing, 2023. – Vol. 15, No 14. - P. 3672.
9. FAO. Water and One Health. - Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2024.
10. FAO. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW 2021): Facts and Figures. - Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2021.
11. Zhu J., Chen Y., Li Z., et al. Using film-mulched drip irrigation to improve irrigation water productivity in arid conditions. – Remote Sensing, 2023. – Vol. 15, No 18. - P. 4615.
12. Li H., Wang S., Liu Y., et al. Drip irrigation mode affects tomato yield by regulating root-soil interactions. - Agricultural Water Management, 2021. – Vol. 253. - P. 116-126.
13. FAO. Make Every Drop Count: Water Scarcity and Agriculture. - Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2021.
14. FAO. Global Symposium on Soils for Nutrition. - Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2022.
15. FAO. Contribution of Water Control to Food Supply. - Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2023.
16. Sharipova M.Ch. Innovative drip irrigation method and its impact on the yield of *Nigella sativa*. - International Journal of Artificial Intelligence, 2025. - Vol. 05, Issue 06. - P. 1124-1130. - Termiz State University of Engineering and Agro-Technology, Uzbekistan.
17. Kadirov Z.Z., Bozorov B.E., Avliyokulov M.M. Drip irrigation of garden. - Educational Research in Universal Sciences, 2023. – Vol. 2, No 4 SPECIAL. - P. 939-942. - National Research University of Bukhara Medical Resources Management Institute, Uzbekistan.
18. Adilbaeva A.A. Study of the possibilities of using water-saving drip irrigation systems in rice growing. - Modern Science and Research, 2025. – Vol. 4, Issue 7. - P. 45-52. – Republic of Karakalpakstan, Uzbekistan.
19. Eshmanov H.N. Hydroecological efficiency of irrigation systems in agriculture. - Journal of Multidisciplinary Sciences and Innovations, 2025. – Vol. 4, Issue 6. - P. 78-87. - Bukhara State Technical University, Uzbekistan.
20. Isayev S.Kh., Murodov O.U., Kattayev B.S., Saylixanova M.K. Cultivation of cotton using drip irrigation technology. - American Journal of Agriculture and Horticulture Innovations, 2025. – Vol. 10, No 2. - P. 31–34. - National Research University "TIAME" & Bukhara State Technical University, Uzbekistan.

UO'T: 631.4

KONIMEX TABIIY GEOGRAFIK RAYONI TUPROQLARIDA KIMYOVIY ELEMENTLARNING RADIAL MIGRATSIYASI VA AKKUMULYATSIYASI

Parpiyev G'ofurjon Toxirovich*,
bo'lim boshlig'i, b.f.d., katta ilmiy xodim,
e-mail: parpievgofurjon@gmail.com

Qilichova Nazokat Axmedovna**,
mustaqil izlanuvchi,
e-mail: q.nazokat0401@gmail.com

*Qishloq xo'jaligida bilim innovatsiyalar milliy markazi
**Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada Konimex tabiiy geografik rayoni hududidagi qumli cho'l, sug'oriladigan sur tusli qo'ng'ir, sur qo'ng'ir-o'tloqi va o'tloqi tuproqlarda kimyoviy elementlarning radial migratsiya koeffitsiyenti (K_r) o'rganilgan. Tadqiqotlar natijasida elementlarning tuproq qatlamlari bo'ylab differentsiyalanishi, xususan Bi, Mo, Ag kabi elementlarning yuqori akkumulyatsiyasi hamda Mn, P, Co kabi elementlarning migratsiyasi aniqlangan. Shuningdek, antropogen omillar va gidromorfizm darajasining elementlar taqsimotiga ta'siri tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: tuproq, radial migratsiya, akkumulyatsiya, koeffitsiyent, Konimex, sur tusli qo'ng'ir tuproqlar, gidromorfizm, toksik elementlar.

Аннотация. В данной статье изучен коэффициент радиальной миграции (K_r) химических элементов в песчано-пустынных, орошаемых серо-бурых, серо-буро-луговых и луговых почвах Канимехского естественно-географического района. Результаты исследований выявили дифференциацию элементов по почвенным слоям, в частности, высокую аккумуляцию таких элементов, как Bi, Mo, Ag, и миграцию таких элементов, как Mn, P, Co. Также проанализировано влияние антропогенных факторов и степени гидроморфизма на распределение элементов.

Ключевые слова: почва, радиальная миграция, аккумуляция, коэффициент, Канимех, серо-бурые почвы, гидроморфизм, токсичные элементы.

Annotation. This article examines the radial migration coefficient (K_r) of chemical elements in sandy desert, irrigated gray-brown, gray-brown-meadow, and meadow soils of the Konimex natural geographical region. The research results revealed the differentiation of elements along soil layers, particularly high accumulation of elements such as Bi, Mo, Ag and migration of elements like Mn, P, Co. Additionally, the influence of anthropogenic factors and the degree of hydromorphism on element distribution was analyzed.

Key words: soil, radial migration, accumulation, coefficient, Konimex, gray-brown soils, hydromorphism, toxic elements.

Kirish. Tuproq qatlamlarida kimyoviy elementlarning miqdori va migratsiyasi murakkab ichki (atom tuzilishi, ion xossalari) va tashqi (iqlim, antropogen ta'sir, sug'orish) omillar zanjiri asosida shakllanadi. Ayniqsa, sanoatlashgan hududlar va sug'oriladigan dehqonchilik

zonalarida elementlarning "atmosfera havosi ↔ tuproq ↔ suv ↔ o'simlik ↔ hayvon ↔ inson" zanjiri bo'yicha harakati biologik xavfsizlik nuqtai nazaridan dolzarb hisoblanadi.

X.N.Karimov va boshqalar [2020; 116-124-b] Qashqadaryo viloyatidagi

sanoat korxonalarida atrofida tarqalgan sug'oriladigan sur tusli qo'ng'ir-o'tloqi, bo'z-o'tloqi, taqir-o'tloqi va o'tloqi tuproqlarni tadqiq qilib, bugungi kunda ishlab chiqarish ko'lamining ortishi bilan birgalikda atrof muhitning toksik elementlar bilan jadal suratlarida ifloslanishi quyidagi zanjir bo'yicha tuproq tarkibida to'planishini kuzatish mumkin: atmosfera havosi ↔ tuproq ↔ suv ↔ o'simlik ↔ hayvon ↔ inson organizmlarida to'planmoqda, natijada bu biologik zanjirlarning zararlanishiga olib kelmoqda degan xulosaga kelgan.

A.V.Lavrishev va A.V.Litvinovichlar [2019; 192-s] 20 yillik tajribalari asosida "o'g'it (meliorantlar)-tuproq-o'simliklar- yer osti suvlari" tizimida, ya'ni o'g'itlar va meliorantlardan uzoq muddat foydalanilganda tuproqning ildiz zonasida barqaror stronsiyning to'planishiga olib keladi degan xulosaga kelganlar.

Tadqiqot obyekti va uslublari.

Tadqiqot obyekti sifatida Konimex tumanidagi "Madaniyat" va H.Olimjon nomli massivlarning qumli cho'l, sug'oriladigan sur tusli qo'ng'ir, sur qo'ng'ir-o'tloqi va o'tloqi tuproqlari xizmat qiladi. Kimyoviy elementlarning radial migratsiya koeffitsiyenti (Kr) tuproqning ustki gumusli qatlamidagi element miqdorining ona jinsdagi miqdoriga nisbati orqali hisoblandi.

Ilmiy yangiligi. Ilk bor Konimex tabiiy geografik rayoni tuproqlari misolida vismut (Bi), molibden (Mo) va kumush (Ag) kabi elementlarning yuqori darajadagi akkumulyatsiya qatorlari aniqlandi. Elementlarning atom tuzilishi va ion xossalriga bog'liq holda, ularning tuproq eritmasiga o'tishi, cho'kmaga tushishi va inert birikmalar hosil qilish xususiyatlari hududning gidromorfizm darajasiga bog'liq holda baholandi.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi. Biz tomondan o'rganilgan sug'oriladigan sur tusli qo'ng'ir tuproqlarning gumusli qatlamida ona jinslar

bilan taqqoslaganda $Sb > Ca$ to'planadi, bu elementlarning radial differentsiatsiyasi koeffitsiyentlari (Kr) A, B1 qatlamlarda 1,0-4,2 oralig'ida tebranadi. Sug'oriladigan sur tusli qo'ng'ir tuproqlarda radial differentsiatsiya koeffitsiyenti (Kr)ga ko'ra $Sb > Ca > Hf$ ko'rinishida akkumulyatsiyalanishi kuzatildi, lekin ko'rsatkichlar hududning sug'oriladigan sur tusli qo'ng'ir tuproq tipchasidan past holatda.

Sur tusli qo'ng'ir tuproqlarda esa Kr barcha o'rganilgan siklik elementlar va nodir metall bo'yicha ona jinsga nisbatan akkumulyatsiya jarayoni kechayotganligidan dalolat beradi va 1,0-2,85 oralig'ida o'zgarib turadi. Ko'pchilik siklik elementlarning tuproqlarning ustki qatlamida yuqoriligi kuzatildi. Bu elementlarning organik moddalar bilan kelib yotishi, o'simlik va hayvonot olami metabolizmi hamda kuchsiz ishqoriy muhitda kam harakatchanligi bilan izohlanadi.

Sug'oriladigan sur tusli qo'ng'ir va sur qo'ng'ir-o'tloqi tuproqlarda Kr ko'rsatkichi sug'oriladigan o'tloqi tuproqlarni takrorlaydi. Hududda gidromorfizm jarayoni namoyon bo'lish bilan tuproq gumusli qatlamida natriyning to'lanishi kuzatildi.

O'rganishlar natijasiga ko'ra, Konimex tabiiy geografik rayonida tarqalgan tuproqlarda Kr ko'rsatkichi sug'oriladigan tuproqlarda keskin farq qilishi aniqlandi va radial migratsiya (differentsiatsiya) koeffitsiyenti quyidagi qatorlarni hosil qiladi. Jumladan:

Qumli cho'l tuproqlarda (7-M-kesma): $Bi (15,22) > Mo (6,49) > Ag (5,33) > Ca (1,81) > Sb (1,73) > Hf (1,56) > Cd (1,22) > Ba (1,07)$ yo'nalishida akkumulyatsiyalangan, $Sr (0,93) > W (0,92) > Sn (0,70) > Pb (0,66) > Tl (0,58) > Zr (0,52) > Cu (0,50) > K (0,49) > Al (0,45) > Na (0,41) > Ni (0,40) > Fe (0,39) > Zn (0,37) > Cr (0,36) > Ti (0,35) > Mg (0,34) > P (0,33) > Co (0,30) > Mn (0,23)$ ko'rinishida migratsiyalanganligi aniqlandi.

Sug'oriladigan sur tusli qo'ng'ir tuproqlarda (4-M-kesma): $Bi (16,33)$

> Mo (5,56) > Ag (3,56) > Ca (1,86) > Hf (1,34) > Cd (1,22) > Ba (1,07) yo'nalishida akkumulyatsiyalangan bo'lsa, Sr, W (0,92) > Pb (0,77) > Sn (0,72) > Cu (0,58) > Tl (0,57) > K (0,49) > Zr (0,48) > Ni (0,46) > Al (0,44) > Na, Fe (0,40) > Cr (0,37) > Ti (0,35) > Zn (0,34) > Mg (0,34) > Co (0,26) > Mn (0,25) > P (0,23) > Sb (0,15) ko'rinishida migratsiyalangan.

11-H-kesma: Bi (33,22) > Mo (5,77) > Sr (1,90) > Ag (1,77) > Ca (1,53) > Hf (1,48) > Ba (1,19) > W (1,05) yo'nalishida akkumulyatsiyalangan, Sn (0,98) > Pb (0,88) > Cu (0,63) > Cd (0,61) > Tl (0,58) > Zn (0,53) > Mg (0,52) > Sb, Al (0,50) > Zr (0,49) > Fe (0,46) > P (0,44) > Ni (0,43) > Co (0,44) > K, Cr (0,39) > Ti (0,38) > Na (0,35) > Mn (0,25) ko'rinishida migratsiyalangan.

Sug'oriladigan sur qo'ng'ir-o'tloqi tuproqlarda (2-M-kesma): Bi (22,67) > Mo (7,42) > Ag (5,77) > Zn (3,06) > Ca (1,74) > Cu (1,44) > Hf (1,43) > Pb (1,39) > Sn (1,15) > Ba (1,12) > W (1,10) > Sr (1,03) kamayish tartibida akkumulyatsiyalangan, Tl (0,62) > Cd (0,61) > Zr, Ni (0,56) > K (0,54) > Al, Cr (0,48) > Fe (0,46) > Ti (0,42) > Co (0,41) > Na (0,40) > P, Mn (0,39) > (0,31) > Sb (0,19) ko'rinishida migratsiyalangan.

13-H-kesma: Bi (32,78) > Mo (5,75) > Sr (1,89) > Ag (1,79) > Ca (1,53) > Hf (1,47) > Ba (1,20) > W (1,05) kamayish tartibida akkumulyatsiyalangan, Sn (0,99) > Pb (0,89) > Cd (0,68) > Cu (0,63) > Tl (0,58) > Zn (0,53) > Mg (0,52) > Al (0,50) > Sb (0,49) > Zr (0,48) > Fe (0,46) > P (0,45) > Ni (0,43) > Co (0,40) > K, Cr, Ti (0,39) > Na (0,35) > Mn (0,25) ko'rinishida migratsiyalangan.

Sug'oriladigan o'tloqi tuproqlarda (6-H-kesma): Bi (38,44) > Mo (7,42) > Cd (4,28) > Ag (2,66) > Ca (1,73) > Zn (1,69) > Hf (1,64) > Pb (1,54) > Ba (1,39) > Sn (1,22) > W (1,08) > Cu (1,06) kamayish tartibida akkumulyatsiyalangan, Sr (0,95) > Tl (0,79) > Ni (0,63) > Fe (0,55) > Zr (0,54) > Al (0,52) > Co, K (0,50) > Na (0,43) > Ti, P (0,42) > Mg (0,38) > Cr (0,37) > Sb (0,33) > Mn (0,30) esa migratsiyalanganligi isbotlandi.

Demak biz tomondan o'rganilgan Konimex tabiiy geografik rayonidagi

siklik, tarqoq va kamyob yer elementlari radial differentsiatsiya koeffitsiyenti (Kr) ga ko'ra A va B1 qatlamlarda 1,07-51,88 atrofida kuzatiladi. Bunda Kr: qumli cho'l tuproqlarda (1,07-51,88): Bi > Mo > Ag > Ca > Sb > Hf > Cd, sug'oriladigan sur tusli qo'ng'ir tuproqlarda (1,05-44,94): Bi > Mo > Ag > Sr > Ca > Hf > Cd > Ba > W, sug'oriladigan sur qo'ng'ir-o'tloqi tuproqlarda (1,03-38,47): Bi > Mo > Ag > Zn > Sr > Ca > Hf > Cu > Pb > Ba > Sn > W, sug'oriladigan o'tloqi tuproqlarda (1,06-38,44): Bi > Mo > Cd > Ag > Ca > Zn > Hf > Pb > Ba > Sn > W > Cu ko'rinishida akkumulyatsiyalanganligi aniqlandi. Demak, mazkur elementlarni tuproq quyi qatlamida yuqori qatlam tomon dinamik harakati vujudga kelgan.

Umuman olganda, gidromorfizm jarayonlariga bog'liq holda radial differentsiatsiya koeffitsiyenti (Kr = <1) sug'oriladigan sur tusli qo'ng'ir-o'tloqi va o'tloqi tuproqlarda past holatda ekanligi o'z isbotini topdi.

Xulosa

1. Konimex tabiiy geografik rayoni tuproqlarining genetik qatlamlarida kimyoviy elementlarning taqsimlanishi "akkumulyatsiya-migratsiya" muvozanatiga asoslanadi. Radial differentsiatsiya koeffitsiyenti (Kr) o'rganilgan elementlar bo'yicha 1,05 dan 51,88 gacha diapazonda o'zgarishi tuproq qatlamlarining yuqori geokimyoviy tabaqalanishini ko'rsatadi.

2. Barcha o'rganilgan tuproq tiplari uchun umumiy bo'lgan Bi > Mo > Ag akkumulyatsiya qatori aniqlandi. Bu elementlarning tuproq ustki qatlamlarida to'planishi tuproq genezisi bilan bir qatorda, hududga yaqin sanoat korxonalaridan chiquvchi texnogen changlarning zanjirli ta'siri natijasidir.

3. Tuproqda namlik darajasining ortishi (gidromorfizm) elementlar migratsiyasini tezlashtiradi. Sug'oriladigan o'tloqi tuproqlarda sur tusli qo'ng'ir tuproqlarga nisbatan ko'pchilik elementlarning Kr ko'rsatkichi pasayishi kuzatildi, bu esa gidromorf sharoitda

elementlarning eruvchan shakllari ortishi va vertikal migratsiyaning kuchayishi bilan bog'liq.

4. Aniqlangan Kr koeffitsiyentlari hu-

dud tuproqlarining ekologik-geokimyoviy holatini baholashda va qishloq xo'jaligida o'g'itlash me'yorlarini belgilashda ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Karimov X.N. va boshqalar. Qashqadaryo viloyatidagi sanoat korxonalarida tarqalgan tuproqlarning toksik elementlar bilan ifloslanishi // O'zbekiston tuproqshunoslik va agrokimyo jurnali. – Toshkent, 2020. – №2. – B. –116-124.

2. Лавришев А.В., Литвинович А.В. Миграция и аккумуляция стронция в системе “удобрение-почва-растение” // Агрохимия. – Москва, 2019. – №4. – С. -192.

3. To'rayev A. va boshqalar. O'rta Osiyo cho'l mintaqasi tuproqlarining geokimyoviy xususiyatlari. – Toshkent: Fan, 2021. – 150 b.

4. Azizov G. Tuproq geoximiyasi asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiyalar, 2014. – 210 b.

5. Boymuratov X.T. Konimex tabiiy geografik rayoni tuproqlarining mikroelement tarkibi va ularning radiatsiyaviy differensiyasi // O'zbekiston tuproqshunoslari va agrokimyogarlari jamiyatining ma'ruzalar to'plami. – Toshkent, 2020. – B. –84-88.

6. Abdullayev S.A. O'zbekiston tuproqlarining genezisi va tasnifi. – Toshkent: Universitet, 2011. – 156 b.7. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 238 с.

8. Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв. – М.: Наука, 1978. – 294 с.

9. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

10. O'zbekiston Respublikasi yer resurslarining holati to'g'risidagi Milliy ma'ruza. – Toshkent: Davergeodezkadastr, 2022. – 115 b.

JONDOR TUMANI Y.OXUNBOBOEV NOMLI MASSIV SUG'ORILADIGAN O'TLOQI TUPROQLARIDAGI TUZLAR MIQDORI VA SIFAT TARKIBI

Baxodirov Zafar Abduvaliyevich,
bo'lim mudiri, b.f.f.d., (PhD), k.i.x.,

Gulimov Quvondiq Xamzayevich,
stajyor-tadqiqotchi,

Mamatkulov Asliddin Rustambek o'g'li,
q.x.f.f.d. (PhD), katta ilmiy xodim v.b.,

Qarshiboyev Husan Shamsiddin o'g'li,
b.f.f.d. (PhD), kichik ilmiy xodim,

Burxonova Nigora Hamid qizi,
kichik ilmiy xodim

Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti

Annotatsiya. Mazkur maqolada Buxoro viloyati Jondor tumani sug'oriladigan yerlarida tuproq sho'rlanishining hozirgi holati va uning shakllanish xususiyatlari o'rganilgan. Tadqiqot davomida tuproq namunalarining kimyoviy tahlillari asosida tuproq tarkibidagi suvda eriydigan tuzlar miqdori, sho'rlanish darajasi va sifat tarkibi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra tadqiqot hududi tuproqlari asosan xlorid-sulfatli va sulfatli sho'rlanish tiplaridan iborat bo'lib, sho'rlanish darajasiga ko'ra asosan kuchsiz, o'rtacha, kuchli va juda kuchli sho'rlangan tuproqlar guruhini tashkil etganligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: sug'oriladigan o'tloqi tuproqlar, tuz to'planishi va ikkilamchi sho'rlanish, tuzlar miqdori va zahiralari, sho'rlanish darajasi va tiplari xlorid-sulfatli, sulfatli sho'rlanish.

Аннотация. В данной статье изучено современное состояние засоления почв и особенности его формирования на орошаемых землях Жондорского района Бухарской области. В ходе исследования на основе химического анализа почвенных образцов были определены содержание водорастворимых солей в почве, степень засоления и их качественный состав. По результатам исследования установлено, что почвы исследуемой территории в основном относятся к хлоридно-сульфатному и сульфатному типам засоления, а по степени засоления преимущественно представлены слабо-, средне-, сильно и очень сильно засоленными почвами.

Ключевые слова: орошаемые луговые почвы, накопление солей и вторичное засоление, содержание и запасы солей, степень и типы засоления, хлоридно-сульфатное и сульфатное засоление.

Annotation. This article examines the current state of soil salinization and the characteristics of its formation in irrigated lands of Jondor district, Bukhara region. During the study, based on chemical analyses of soil samples, the content of water-soluble salts, the degree of salinity, and their qualitative composition were determined. The results showed that the soils of the study area are mainly characterized by chloride-sulfate and sulfate types of salinity. According to the degree of salinization, the soils are predominantly classified as slightly, moderately, strongly, and very strongly saline.

Key words: irrigated meadow soils, salt accumulation and secondary salinization, salt content and reserves, degree and types of salinity, chloride-sulfate and sulfate salinity.

Kirish. Tuproq sho'rlanishi yer hisoblanadi. Tuproqda suvda eriydigan resurslarining degradatsiyaga uchrashiga olib keluvchi eng muhim ekologik va agronomik muammolardan biri tuzlarning ortiqcha to'planishi o'simliklar ildiz tizimida osmotik bosimni oshirib, suv va ozuqa elementlarining o'zlashtirilishini

cheklaydi, natijada o'simliklarning o'sishi va rivojlanishi susayadi [1, 2, 3, 4]. Ayniqsa quruq va yarim quruq iqlim hududlarida bu jarayon keng tarqalgan bo'lib, bu yerlarda yuqori bug'lanish, kam yog'ingarchilik va minerallasgan yer osti suvlarining yaqin joylashishi tufayli tuproq profilida tuzlar to'planishi kuzatiladi. Ilmiy tadqiqotlarga ko'ra, sho'rlanish jarayoni nafaqat tuproqning kimyoviy tarkibiga, balki uning fizik va biologik xususiyatlariga ham salbiy ta'sir ko'rsatib, qishloq xo'jaligi ekinlari hosildorligining pasayishiga olib keladi.

Zamonaviy tadqiqotlar tuproq sho'rlanishi tabiiy va antropogen omillar ta'sirida shakllanishini ko'rsatadi. Tabiiy omillar qatoriga iqlim sharoiti, ona jins tarkibi, gidrogeologik sharoitlar va landshaft xususiyatlari kirsa, antropogen omillarga noto'g'ri sug'orish usullari, drenaj tizimlarining samarasiz ishlashi, minerallasgan sug'orish suvlaridan foydalanish va yerdan noo'rin foydalanish kiradi. Bugungi kunda sho'rlangan tuproqlar dunyo bo'ylab millionlab gektar qishloq xo'jaligi yerlarini qamrab olgan bo'lib, ularni samarali boshqarish va melioratsiya qilish masalasi ilmiy tadqiqotlarning muhim yo'nalishlaridan biriga aylangan. Shuning uchun tuproq sho'rlanishining shakllanish mexanizmi, tarqalish qonuniyatlari va uni kamaytirish choralarini chuqur o'rganish barqaror

qishloq xo'jaligi rivojlanishini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot ob'ekti va uslublari. Buxoro viloyati Jondor tumani Y.Oxunboboev nomli massiv sug'oriladigan o'tloqi tuproqlari.

Tadqiqot ob'ektidagi dala-tuproq tadqiqotlari va kameral-analitik ishlar TAITI va O'zPITI institutlarida ishlab chiqilgan umumqabul qilingan uslublar asosida amalga oshirildi[5]. Tuproqdagi suvda eruvchan tuzlar tarkibi suvli so'rim olish usuli asosida aniqlanib, undagi asosiy kationlar (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) va anionlar (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) miqdori laboratoriya tahlillari orqali aniqlangan.

Olingan natijalar va ularning tahlili. O'rganilgan Y.Oxunboboev nomli massiv tuproqlarining ustki 0-30 sm. lik qatlamidagi suvda oson eruvchi tuzlar miqdori quruq qoldiq bo'yicha 0,470-2,205% oralig'ida tebanib, haydov osti qatlamida ushbu ko'rsatkich 0,320-1,235% ni tashkil etishi kuzatilib, tuproqlar kuchsiz, o'rtacha, kuchli va juda kuchli sho'rlangan tuproqlar toifasiga mansub ekanligi kuzatildi. Sho'rlanish ximizmi (tipi) bo'yicha tuproqlar sulfatli va xlorid-sulfatli ekanligi aniqlandi (1-jadval).

O'rganilgan massiv tuproqlarining xlor ioni bo'yicha ko'rsatkichlari haydov qatlamida 0,021-0,564% oralig'ida tebranib, haydov osti qatlamida 0,018- 0,221% ni tashkil etishi kuzatildi (1-jadval).

1-jadval

Jondor tumani Y.Oxunboboev nomli massiv sug'oriladigan o'tloqi tuproqlarining suvda oson eruvchi tuzlar miqdori, sho'rlanish darajasi va tiplari

| Kesma № | Qatlam chuqurligi, sm | Quruq qoldiq | $NaCO_3^-$ | Cl | SO_4^{2-} | Ca^{2+} | Mg^{2+} | Na^+ | Sho'rlanish | |
|---------|-----------------------|--------------|------------|-------|-------------|-----------|-----------|--------|-------------|----------|
| | | | | | | | | | Tipi | Darajasi |
| 1J-25 | 0-31 | 0,490 | 0,031 | 0,039 | 0,265 | 0,055 | 0,03 | 0,044 | S | Kuchsiz |
| | 31-54 | 0,320 | 0,027 | 0,039 | 0,146 | 0,02 | 0,012 | 0,06 | X-S | O'rtacha |
| | 54-88 | 0,305 | 0,027 | 0,042 | 0,133 | 0,025 | 0,012 | 0,05 | X-S | O'rtacha |
| | 88-114 | 0,375 | 0,031 | 0,053 | 0,163 | 0,025 | 0,012 | 0,072 | X-S | O'rtacha |
| 2J-25 | 0-28 | 0,765 | 0,027 | 0,035 | 0,45 | 0,125 | 0,036 | 0,037 | S | Kuchsiz |
| | 28-51 | 0,675 | 0,027 | 0,042 | 0,385 | 0,1 | 0,036 | 0,039 | S | Kuchsiz |
| | 51-94 | 1,135 | 0,024 | 0,028 | 0,698 | 0,22 | 0,042 | 0,03 | S | O'rtacha |
| | 94-147 | 0,795 | 0,024 | 0,018 | 0,489 | 0,14 | 0,036 | 0,026 | S | Kuchsiz |
| 5J-25 | 0-28 | 0,470 | 0,027 | 0,021 | 0,265 | 0,04 | 0,021 | 0,065 | S | Kuchsiz |
| | 28-51 | 1,040 | 0,027 | 0,116 | 0,528 | 0,1 | 0,039 | 0,15 | X-S | Kuchli |
| | 51-94 | 1,235 | 0,024 | 0,221 | 0,534 | 0,1 | 0,045 | 0,208 | X-S | Kuchli |
| | 94-147 | 0,835 | 0,027 | 0,123 | 0,382 | 0,05 | 0,024 | 0,17 | X-S | O'rtacha |

| Kesma № | Qatlam chuqurligi, sm | Quruq qoldiq | NCO ₃ ⁻ | Cl | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | Sho'rlanish | |
|---------|-----------------------|--------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | | Tipi | Darajasi |
| %% | | | | | | | | | | |
| 5J-1 | 0-30 | 0,755 | 0,027 | 0,053 | 0,425 | 0,1 | 0,042 | 0,054 | S | Kuchsiz |
| 5J-2 | 0-30 | 0,635 | 0,024 | 0,042 | 0,357 | 0,075 | 0,036 | 0,053 | S | Kuchsiz |
| 5J-3 | 0-30 | 1,060 | 0,024 | 0,119 | 0,534 | 0,085 | 0,036 | 0,177 | X-S | Kuchli |
| 5J-4 | 0-30 | 0,900 | 0,027 | 0,074 | 0,477 | 0,095 | 0,021 | 0,138 | X-S | O'rtacha |
| 5J-5 | 0-30 | 1,075 | 0,027 | 0,091 | 0,578 | 0,105 | 0,039 | 0,152 | X-S | Kuchli |
| 8J-25 | 0-35 | 2,205 | 0,027 | 0,564 | 0,773 | 0,135 | 0,078 | 0,444 | X-S | Juda kuchli |
| | 35-52 | 0,770 | 0,031 | 0,084 | 0,384 | 0,055 | 0,027 | 0,136 | X-S | O'rtacha |
| | 52-79 | 0,710 | 0,031 | 0,102 | 0,32 | 0,03 | 0,018 | 0,162 | X-S | O'rtacha |
| | 79-108 | 1,020 | 0,027 | 0,046 | 0,59 | 0,16 | 0,024 | 0,093 | S | O'rtacha |
| | 108-152 | 0,965 | 0,027 | 0,056 | 0,542 | 0,145 | 0,024 | 0,094 | S | Kuchsiz |
| 10J-25 | 0-24 | 0,525 | 0,027 | 0,07 | 0,247 | 0,045 | 0,021 | 0,083 | X-S | O'rtacha |
| | 24-45 | 0,375 | 0,031 | 0,063 | 0,152 | 0,025 | 0,012 | 0,074 | X-S | O'rtacha |

Jondor tumani sug'oriladigan o'tloqi tuproqlarida turli kesmalar va chuqurliklar bo'yicha suvda eriydigan tuzlarning miqdori, tarkibi hamda sho'rlanish darajasi keltirilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra tuproqlarda asosiy tuz komponentlari sifatida sulfat (SO₄²⁻), xlorid (Cl⁻), natriy (Na⁺), magniy (Mg²⁺) va kalsiy (Ca²⁺) ionlari aniqlangan. Jadval tahlili shuni ko'rsatadiki, tuproq qatlamlari bo'yicha umumiy tuz miqdori sezilarli darajada farqlanadi. Ayrim kesimlarda (masalan, 8J-25 kesimida 0-35 sm qatlamda) umumiy tuz miqdori 2,021 % gacha yetib, juda yuqori sho'rlanish kuzatilgan. Boshqa qatlamlarda esa bu ko'rsatkich 0,3-1,0 % oralig'ida bo'lib, o'rtacha va kuchli sho'rlanish darajasiga mos keladi (2-jadval).

Tuproqlarning ustki 0-1 metrlik qatlami uchun aniqlangan tuzlarning sifat va komponent tarkiblaridagi zaharli tuzlar miqdori umumiy tuzlar miqdoriga nisbatan haydov qatlamida 45,003-

77,052 % ni, haydov osti qatlamida esa bu ko'rsatkich 27,752- 83,646% ni tashkil etadi. Gipotetik tuzlardan Mg(HCO₃)₂ CaCl₂, Na₂CO₃ tuzlari qayd qilinmadi. Deyarli barcha kesmalar tuproq profilida Na₂SO₄ tuzi, ayrim kesmalar tuproq profilida CaSO₄ tuzi dominantlik qiladi, keyingi o'rinni MgCl₂ tuzi egallaydi. Xlor tuzlaridan MgCl₂ yetakchi o'rinni egallaydi (2-jadval).

Tuzlarning sifat tarkibi tahlili shuni ko'rsatadiki, tuproqlarda asosan xlorid-sulfatli va sulfatli sho'rlanish tiplari ustunlik qiladi. Ayrim qatlamlarda natriy va magniy tuzlarining ulushi yuqori bo'lib, bu holat tuproqning fizik xossalriga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Bundan tashqari, "zaharli" va "zaharsiz" tuzlar nisbatining o'zgarishi ham kuzatiladi. Ayrim qatlamlarda zaharli tuzlar ulushi yuqori bo'lib (masalan, 8J-25 kesimida 0-35 sm qatlamda 1,557 %), bu ekinlar uchun noqulay sharoitlarni yuzaga keltiradi.

2-jadval

Jondor tumani Y.Oxunboboev nomli massiv sug'oriladigan o'tloqi tuproqlarining suvda oson eruvchi tuzlarning sifat tarkibi

| Kesma № | Chuqurligi (sm) | Sa(NSO ₃) ₂ | SaSO ₄ | Na ₂ SO ₄ | NaCl | MgSO ₄ | MgCl ₂ | Tuzlar miqdori | | | Umumiy tuzlar miqdoriga nisbatan zaharli tuzlar miqdori, % hisobida |
|---------|-----------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------|-------------------|-------------------|----------------|---------|----------|---|
| | | | | | | | | Umumiy | Zaharli | Zaharsiz | |
| 1J-25 | 0-31 | 0,041 | 0,152 | 0,136 | | 0,082 | 0,052 | 0,464 | 0,27 | 0,193 | 58,202 |
| | 31-54 | 0,036 | 0,038 | 0,176 | 0,007 | | 0,047 | 0,304 | 0,23 | 0,074 | 75,729 |
| | 54-88 | 0,036 | 0,055 | 0,139 | 0,012 | | 0,047 | 0,289 | 0,198 | 0,091 | 68,582 |
| | 88-114 | 0,041 | 0,05 | 0,188 | 0,03 | | 0,047 | 0,357 | 0,265 | 0,091 | 74,296 |

| Kesma № | Chuqurligi (sm) | Sa(N ₂ O ₃) ₂ | SaSO ₄ | Na ₂ SO ₄ | NaCl | MgSO ₄ | MgCl ₂ | Tuzlar miqdori | | | Umumiy tuzlar miqdoriga nisbatan zaharli tuzlar miqdori, % hisobida |
|---------|-----------------|---|-------------------|---------------------------------|-------|-------------------|-------------------|----------------|---------|----------|---|
| | | | | | | | | Umumiy | Zaharli | Zaharsiz | |
| 2J-25 | 0-28 | 0,036 | 0,395 | 0,113 | | 0,119 | 0,047 | 0,71 | 0,279 | 0,431 | 39,312 |
| | 28-51 | 0,036 | 0,31 | 0,12 | | 0,107 | 0,056 | 0,629 | 0,283 | 0,346 | 45,003 |
| | 51-94 | 0,032 | 0,721 | 0,091 | | 0,16 | 0,038 | 1,041 | 0,289 | 0,753 | 27,752 |
| | 94-147 | 0,032 | 0,449 | 0,08 | | 0,148 | 0,024 | 0,733 | 0,252 | 0,481 | 34,38 |
| 5J-25 | 0-28 | 0,036 | 0,106 | 0,201 | | 0,068 | 0,028 | 0,439 | 0,297 | 0,142 | 67,648 |
| | 28-51 | 0,036 | 0,31 | 0,458 | 0,004 | | 0,153 | 0,96 | 0,615 | 0,346 | 64,086 |
| | 51-94 | 0,032 | 0,313 | 0,463 | 0,148 | | 0,176 | 1,132 | 0,787 | 0,345 | 69,514 |
| | 94-147 | 0,036 | 0,14 | 0,419 | 0,087 | | 0,094 | 0,776 | 0,6 | 0,176 | 77,314 |
| 5J-1 | 0-30 | 0,036 | 0,31 | 0,166 | | 0,118 | 0,071 | 0,701 | 0,355 | 0,346 | 50,658 |
| 5J-2 | 0-30 | 0,032 | 0,228 | 0,164 | | 0,107 | 0,056 | 0,587 | 0,327 | 0,26 | 55,711 |
| 5J-3 | 0-30 | 0,032 | 0,262 | 0,516 | 0,023 | | 0,141 | 0,974 | 0,68 | 0,294 | 69,802 |
| 5J-4 | 0-30 | 0,036 | 0,293 | 0,4 | 0,021 | | 0,082 | 0,832 | 0,503 | 0,329 | 60,476 |
| 5J-5 | 0-30 | 0,036 | 0,327 | 0,468 | | 0,039 | 0,122 | 0,992 | 0,629 | 0,363 | 63,433 |
| 8J-25 | 0-35 | 0,036 | 0,429 | 0,696 | 0,555 | | 0,306 | 2,021 | 1,557 | 0,465 | 77,052 |
| | 35-52 | 0,041 | 0,152 | 0,409 | 0,009 | | 0,106 | 0,717 | 0,524 | 0,193 | 73,105 |
| | 52-79 | 0,041 | 0,067 | 0,403 | 0,082 | | 0,07 | 0,664 | 0,555 | 0,108 | 83,646 |
| | 79-108 | 0,036 | 0,514 | 0,288 | | 0,041 | 0,062 | 0,94 | 0,391 | 0,55 | 41,578 |
| | 108-152 | 0,036 | 0,463 | 0,291 | | 0,024 | 0,075 | 0,888 | 0,39 | 0,499 | 43,913 |
| 10J-25 | 0-24 | 0,036 | 0,123 | 0,237 | 0,014 | | 0,082 | 0,492 | 0,333 | 0,159 | 67,615 |
| | 24-45 | 0,041 | 0,050 | 0,172 | 0,046 | | 0,047 | 0,357 | 0,265 | 0,091 | 74,249 |

Tahlillarga ko'ra, bir xo'jalik (massiv) hududida bir turga mansub tuproqlardagi tuzlar miqdori va zahiralarning turlicha miqdorlarda bo'lishi hududning turli qismlarida tuproq hosil bo'lish, jumladan sho'rlanish jarayonlarining turlicha tezlik va jadallikda sodir bo'layotganligidan guvohlik beradi, tuproq hosil bo'lish jarayonlarining faolligi esa hududlarning tabiiy va inson-xo'jalik sharoitlariga bog'liq.

Xulosa. Tadqiqot hududi tuproqlari

asosan xlorid-sulfatli va sulfatli sho'rlanish tiplaridan iborat bo'lib, sho'rlanish darajasiga ko'ra asosan kuchsiz, o'rtacha, kuchli va juda kuchli sho'rlangan tuproqlar guruhini tashkil etadi. Mazkur ob'ekt tuproqlariga turli agrotexnik va agromeliorativ, jumladan yer osti suvlari sathini pasaytirish va yerlarni quritish, shuningdek, sho'rlanish va eroziya jarayonlarini oldini olishga qaratilgan tadbirlarni joriy qilish talab etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Alkharabsheh H. M. et al. Field crop responses and management strategies to mitigate soil salinity in modern agriculture: A review //Agronomy. – 2021. – T.: 11. – №. 11. – P. 2299.
2. Aizaz M. et al. Regulatory Dynamics of Plant Hormones and Transcription Factors under Salt Stress //Biology. – 2024. – T.: 13. – №9. –P. 673.
3. Jusovic M. et al. Photosynthetic responses of a wheat mutant (Rht-B1c) with altered DELLA proteins to salt stress //Journal of Plant Growth Regulation. – 2018. – T.: 37. – P. 645-656.
4. Zhao S. et al. Regulation of plant responses to salt stress //International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – T.: 22. – №. 9. – 4609 p.
5. Sug'oriladigan yerlarda tuproq agrokimyoviy tadqiqot ishlarini bajarish va agrokimyoviy kartogrammalar tuzish hamda mineral o'g'itlarga bo'lgan ilmiy talabni ishlab chiqish bo'yicha uslubiy ko'rsatmalar // 2019. – Toshkent, 36 b.

УДК: 631.4

TUPROQ TARKIBIDAGI ORGANIK UGLEROD (TOU) MIQDORINI ANIQLASHNING INTEGRATSIYALASHGAN SAMARALI USULIDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI

Bobomurodov Shuxrat Mexribonovich,*
direktor, biologiya fanlari doktori, professor

Yuldashov Murod Xudargonovich,**
«Biologiya» kafedrası professorı, qishloq
xo'jaligi fanlari nomzodi,
e-mail: murodyuldashov35@gmail.com

Baxodirov Zafar Abduvaleyevich*,
biologiya fanlari doktori, katta ilmiy xodim

Niyazmetov Umidbek Xudayberganovich,**
biologiya fanlari doktori,
e-mail: niyazmetovumid5@gmail.com

Tursunov Shodmon Tog'ayevich,*
biologiya fanlari falsafa doktori (PhD), katta ilmiy xodim,
e-mail: shodmontursunov1976@gmail.com

*Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti
**Navoiy davlat universiteti

***O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot va moliya vazirligi

Annotatsiya. Ushbu maqolada tuproq organik uglerodi (TOU) ni aniqlashda aniqlik, samaradorlik va tezlikni tubdan oshirishga qaratilgan to'g'ridan-to'g'ri laboratoriya o'lchovlari, tuproq spektroskopiyasi (NIR/MIR), masofadan zondlash (Sentinel, Landsat) va Sun'iy intellekt (AI/ML) modellarini o'zaro birlashtiruvchi innovatsion integratsiyalashgan usulning afzalliklari nazariy jihatdan asoslanadi.

Kalit so'zlar: tuproq organik uglerodi (TOU), spektroskopiya, yaqin infraqizil (NIR), o'rta infraqizil (MIR), masofadan zondlash, sun'iy intellekt (AI/ML), GAT, uglerod deponiyasi.

Аннотация. В данной статье теоретически обосновываются преимущества инновационного интегрированного метода, направленного на радикальное повышение точности, эффективности и скорости определения органического углерода почвы (ОУП). Метод объединяет прямые лабораторные измерения, почвенную спектроскопию (NIR/MIR), дистанционное зондирование (Sentinel, Landsat) и модели искусственного интеллекта (AI/ML).

Ключевые слова: органический углерод почвы (ОУП), спектроскопия, ближняя инфракрасная область (NIR), средняя инфракрасная область (MIR), дистанционное зондирование, искусственный интеллект (AI/ML), ГИС, депонирование углерода.

Annotation. This article theoretically substantiates the advantages of an innovative integrated method aimed at fundamentally increasing the accuracy, efficiency, and speed of determining soil organic carbon (SOC). The approach combines direct laboratory measurements, soil spectroscopy (NIR/MIR), remote sensing (Sentinel, Landsat), and Artificial Intelligence (AI/ML) models.

Key words: soil organic carbon (SOC), spectroscopy, near-infrared (NIR), mid-infrared (MIR), remote sensing, artificial intelligence (AI/ML), GIS, carbon sequestration.

Kirish. Tuproq Yer yuzasining muhim qo'llab-quvatlaydigan va global moddalar komponenti bo'lib, biologik xilma-xillikni aylanishida markaziy rol o'ynaydigan

tabiiy resurs hisoblanadi [2, 3].

Tuproq sog'lomligi va unumdorligini belgilaydigan eng asosiy omil bu tuproqdagi organik uglerod miqdori bo'lib, u tuproqning strukturasi yaxshilaydi, suvni ushlab turish qobiliyatini oshiradi, mikroorganizmlar faoliyati uchun zarur sharoitlarni yaratadi hamda o'simliklar uchun ozuqa elementlari deposi vazifasini bajaradi [6].

Global miqyosda, tuproq katta uglerod yutuvchi sifatida atmosferadagi CO₂ ni bog'lab, uni organik shaklda uzoq muddat saqlash orqali iqlim o'zgarishini yumshatishda muhim rol o'ynaydi. Shu sababli, milliy va xalqaro miqyosda qishloq xo'jaligi tizimlarida tuproqdagi organik uglerod miqdorini oshirishga qaratilgan siyosatlar yuritilib, yangidan-yangi zamonaviy amaliyotlar joriy etilmoqda.

Tuproqdagi organik uglerod monitoringi dolzarb vazifa bo'lishiga qaramay, uning miqdorini ishonchli, tez va tejamkorlik bilan baholash murakkabligicha qolmoqda. An'anaviy laboratoriya usullari (masalan, Tyurin usuli bo'yicha K-M (Walkley-Black) usuli) yuqori aniqlikni ta'minlasada, fazoviy o'zgaruvchanlik tufayli hududlarda keng qamrovli monitoringni amalga oshirish uchun ko'p vaqt va ishchi kuchi talab qiladi [1, 4].

Tuproqdagi organik uglerodni baholashdagi asosiy qiyinchiliklar:

1. Vaqt va mehnat talabi (An'anaviy usullar):

An'anaviy usullar (masalan, K-M, quruq yonish) laboratoriyada namunalarni yig'ish, tayyorlash va tahlil qilishni talab qiladi. Bu juda ko'p vaqt va xarajat talab qiladi.

2. Fazoviy va vaqtinchalik o'zgaruvchanlik:

Tuproqdagi organik uglerod miqdori qisqa masofalarda (hatto bir dalaning ichida ham) hamda mavsumiy va yillar davomida juda katta farq qiladi.

Bu, o'rganilayotgan hududga to'liq

taalluqli bo'lishi uchun ko'p sonli namunalarni olishni va tahlil qilishni taqozo etadi.

3. Namuna olishdagi xatolik:

Agar namuna o'zgaruvchanlikni to'g'ri aks ettirmasa, tahlil natijalaridan noto'g'ri xulosalar chiqishi mumkin.

4. Tuproqdagi organik uglerod fraksiyalarining murakkabligi:

Tuproqdagi organik uglerod bir hil material emas, balki turli xil degradatsiya darajasidagi (aktiv, barqaror, inert) organik moddalarning murakkab aralashmasi [6-7].

Odatdagi tahlillar faqat umumiy miqdorni ko'rsatadi, ammo tuproqdagi organik uglerodning sifatini yoki uning dinamikasini (qancha vaqt saqlanishini) baholash qiyin bo'ladi. Shu sababli, bugungi kunda dunyo olimlari va mutaxassislari bu qiyinchiliklarni yengish uchun tuproqdagi organik uglerodni aniqlashda masofaviy zondlash, infraqizil spektroskopiyasi (NIR/MIR) va sun'iy intellekt (AI) kabi yangi texnologiyalarni joriy qilishmoqda [6-10].

Bunda: tezroq ma'lumot olish, laboratoriya xarajatlarini kamaytirish, katta maydonlarda fazoviy baholashni yaxshilash imkoni paydo bo'ladi.

Ushbu taklif qilinayotgan usul (texnologiya) bu muammoning yechimiga qaratilgan juda istiqbolli va dolzarb yondashuv bo'lib, 4 ta usul (to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar (laboratoriya), tuproq spektroskopiyasi (mobil tahlil), masofadan zondlash (keng qamrovli hudud), sun'iy intellekt (AI/ML) birlashtirish (integratsiyalash) orqali tuproqdagi organik uglerodni baholashning an'anaviy cheklovlarini yengib o'tadigan - kuchli tizimni yaratishga asoslanadi. Global miqyosda qishloq xo'jaligi va tuproqshunoslikda bunday texnologiyalarni qo'llash kelajakda tuproq monitoringi uchun eng samarali yo'l hisoblanadi.

Integratsiyalashgan baholash texnologiyasining asosiy konsepsiyasi quyidagicha:

| Komponent | Vazifasi | Nima uchun muhim? |
|--|---|--|
| 1. To'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar (laboratoriya) | Kalibrlash va validatsiya nuqtalari (an'anaviy namuna olish va K-M yoki quruq yonish usullari). | Boshqa, bilvosita usullarni «o'qitish» va ularning aniqligini tasdiqlash uchun asosiy «haqiqat» (Ground truth) ma'lumotlarini taqdim etadi. |
| 2. Tuproq spektroskopiyasi (mobil tahlil) | Tuproq namunalarining laboratoriya yoki dalada tezkor kimyoviy xususiyatini olish. (NIR-yaqin infraqizil va MIR-o'rta infraqizil) | Spektral imzo orqali tuproqdagi organik uglerod miqdorini tez va arzon baholash. Laboratoriya tahliliga bo'lgan ehtiyojni keskin kamaytiradi. |
| 3. Masofadan zondlash (keng qamrovli hudud) | Yerni kuzatish yo'ldoshlari yoki dronlardan olingan spektral tasvirlar. (Vizual, NIR va boshqalar) | Keng maydonlarda tuproqdagi organik uglerodning fazoviy taqsimotini va uning dinamikasini (o'zgarishini) kuzatish uchun ma'lumot beradi. |
| 4. Sun'iy intellekt (AI) | Murakkab ma'lumotlar to'plamlarini qayta ishlash, o'rganish va bashorat qilish. (Machine learning, Deep learning algoritmlari) | Barcha manbalardan (spektroskopiya, masofadan zondlash, iqlim, relyef) olingan ma'lumotlarni birlashtirib, eng aniq tuproqdagi organik uglerod xaritalari va prognozlarini yaratadi. |

Bunday texnologiyani ishlab chiqish uchun asosiy bosqichlar quyidagilardan iborat:

Ma'lumotlar bazasini yaratish:

Yuqori sifatli, georeferensiyalangan (joylashuvi aniqlangan) laboratoriya tuproqdagi organik uglerod ma'lumotlari (Ground truth) to'plash.

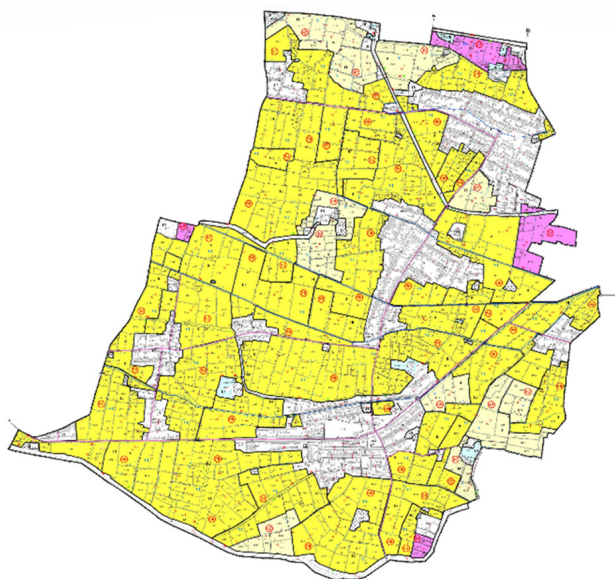
Modelni o'qitish: Sun'iy intellekt (AI/ML) algoritmlariga (masalan, Random Forest, GPR, Deep Neural Networks) laboratoriya ma'lumotlari, spektroskopiya ma'lumotlari, masofaviy zondlash ma'lumotlari (yashillik indeksi, tuproq rangi) va qo'shimcha ma'lumotlarni (relyef, iqlim) «o'rgatish».

Bashorat qilish: O'qitilgan modelardan foydalanib, yangi masofaviy zondlash tasvirlari asosida butun hudud uchun tuproqdagi organik uglerod miqdorining fazoviy xaritalarini ishlab chiqish.

Validatsiya va muvofiqlashtirish: Tuproqdagi organik uglerod prognoz xaritalarining aniqligini mustaqil laboratoriya namunalarida doimiy ravishda tekshirib borish.

Bu yondashuv bilan, biz an'anaviy sinovlarga sarflanadigan vaqt va xarajatlarni keskin kamaytirgan holda, yuqori aniqlikdagi va keng miqyosdagi tuproqdagi organik uglerod monitoringi tizimini yaratishimiz mumkin. Shu nuqtai nazardan, ushbu tadqiqot tuproqdagi organik uglerodni baholashning samardorligini keskin oshirishga qaratilgan yangi integratsiyalashgan texnologik yondashuvni ilgari suradi.

Tadqiqotning maqsadi to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar, tuproq spektroskopiyasi, masofadan zondlash va sun'iy intellekt texnologiyalarining sinergik birikmasidan foydalanishning ilmiy asoslarini yaratish va O'zbekistonning sug'oriladigan dehqonchilik sharoitlarida (Buxoro viloyati Vobkent tumanining Oxunboboyev massivi misolida, 1-rasm) ushbu usulni qo'llashning istiqbollari tahlil qilishdan iborat. Ushbu integratsiya tuproqdagi organik uglerodning aniq prognoz xaritalarini ishlab chiqishga va natijada aniq dehqonchilik (Precision agriculture) tamoyillarini joriy etishga xizmat qiladi.



1-rasm. Buxoro viloyati, Vobkent tumani Oxunboboyev massivining tuproq xaritasi

MATERIALLAR VA USULLAR

Taklif etilayotgan integratsiyalashgan metodologiya tuproqdagi organik uglerodni baholashda uchta asosiy ma'lumot manbai — Ground truth (laboratoriya o'lchovlari), spektral tahlil va fazoviy tasvirlarni Sun'iy intellekt (AI/ML) yordamida birlashtirishga asoslanadi. Tadqiqotning nazariy ob'yekti sifatida Buxoro viloyati Vobkent tumanining Oxunboboyev massivi hududi tanlandi.

1. To'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar

Ground Truth ma'lumotlari AI/ML modelini kalibrash va validatsiya qilish uchun mutlaq zaruriy asos hisoblanadi.

Namuna olish usuli: Vobkent tumanini Oxunboboyev massivining turli agroekologik sharoitlarini (tuproq turlari, yerdan foydalanish turlari va relyef) qamrab olish uchun stratifikatsiyalangan tasodifiy namuna olish (Stratified random sampling) usulidan foydalaniladi.

Namuna nuqtalari: Modelning ishonchliligini ta'minlash uchun kamida 50-80 ta georeferensiyalangan namuna nuqtasi belgilanishi tavsiya etiladi. Har bir namuna nuqtasining joylashuvi yuqori aniqlikdagi differensial GPS (DGPS) yordamida qayd etiladi.

Laboratoriya tahlili: Olingan tuproq namunalari ustki qatlam (0–30 sm) uchun maydalanadi va laboratoriyada umumiy organik uglerod (UOU) miqdori, asosan,

Tyurin usuli bo'yicha X-M usuli yoki, yuqori aniqlikdagi quruq yonish usuli bilan aniqlanadi. Bu qiymatlar sun'iy intellekt (AI/ML) modelining bashorat qiluvchi o'zgaruvchisi (Y) bo'lib xizmat qiladi [1, 4].

2. Tuproq spektroskopiyasi

Spektroskopiya usuli tuproqdagi organik uglerodni tezkor va invaziv bo'lmagan tarzda aniqlashga xizmat qiladi.

Spektral ma'lumotlar yig'ish:

Laboratoriya uchun tayyorlangan har bir namuna (1-bo'limdagi) yaqin infraqizil (NIR) yoki o'rta infraqizil (MIR) diapazonda skanerlanadi. Organik moddalar (C-H, O-H, N-H bog'lanishlari) ushbu diapazonlarda o'ziga xos yutilish spektr-larini namoyish etadi.

Ma'lumotlarni qayta ishlash:

Spektral ma'lumotlarning aniqligini oshirish uchun bir qator matematik usullar (masalan, Savitzky - Golay silliqlash, standart normal variatsiya (SNV) yoki ikkinchi hosila (Second derivative) usullari) qo'llaniladi.

Kalibrash: Spektral imzolar va 1-bo'limdagi laboratoriya tuproqdagi organik uglerod qiymatlari orasidagi miqdoriy bog'liqlikni aniqlash uchun ML algoritmlari (masalan, Partsielli eng kichik kvadratlar regressiyasi - PLSR) qo'llaniladi [7, 10].

3. Masofadan zondlash va GAT ma'lumotlari

Laboratoriya namunalari tahlil qilishda faqat cheklangan miqdordagi namunalarni uchun to'g'ridan-to'g'ri kimyoviy o'lchovlar (Ground Truth) zarur bo'ladi. Spektroskopiya usuli esa (2-bo'lim) to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar va spektral imzolar orasidagi kuchli korrelyatsiyaga asoslangan holda, qolgan barcha namunalarning tuproqdagi organik uglerod miqdorini bir necha daqiqada baholash imkonini beradi.

Muhokama: Ushbu yondashuv an'anaviy usullarga nisbatan 90% gacha vaqt va xarajatlarni tejash imkonini beradi. Spektroskopiya natijalari ML (machine learning) modelini o'qitish uchun katta, yuqori sifatli va arzon ma'lumotlar to'plamini yaratishda muhim bo'g'in vazifasini o'taydi.

Fazoviy ma'lumotlarni Sun'iy intellekt (AI/ML) yordamida qayta ishlashning aniqligi.

Masofadan zondlash (3-bo'lim) orqali olingan spektral indekslar (NDVI, tuproq yorqinligi) tuproqning o'zgaruvchanligini katta miqyosda qamrab oladi. Biroq, tuproqdagi organik uglerod va bu indekslar orasidagi bog'liqlik ko'pincha chiziqli emas va ekin qoplami, relyef kabi qo'shimcha omillar bilan murakkablashadi.

Muhokama: Sun'iy intellekt AI/ML (Random Forest, GBM) kabi no-chiziqli modellar (4-bo'lim) bu murakkab munosabatlarni, hatto inson ko'zi ilg'amagan naqshlarni ham samarali aniqlay oladi. Natijada, ushbu integratsiya orqali hosil qilingan tuproqdagi organik uglerod prognoz xaritalarining aniqligi (odatda R² qiymati 0,75 dan yuqori) masofaviy zondlash yoki spektroskopiya-dan foydalanishga qaraganda ancha yuqori bo'ladi.

Amaliy istiqbollar va aniqlik dehqonchiligi: Tuproqdagi organik uglerodning yuqori fazoviy aniqlikdagi xaritalarini yaratish O'zbekistonning sug'oriladigan dehqonchilik sharoitlarida katta amaliy ahamiyatga ega.

Yer boshqaruvi optimallashtirilishi:

Fermerlar tuproqdagi organik uglerod miqdori past bo'lgan aniq uchastkalarni xarita yordamida aniqlay oladi. Bu esa o'sha maydonlarga maqsadli organik o'g'itlar (masalan, go'ng, kompost) yoki yashil o'g'itlar kiritishni rejalashtirishga yordam beradi.

Resurslarni tejash: Resurslar (o'g'it, suv) butun dalaga bir tekisda emas, balki tuproqdagi organik uglerod darajasiga qarab farqlangan holda (o'zgaruvchan norma bilan) kiritiladi. Bu resurs sarfini kamaytiradi va atrof-muhitga ta'sirni yumshatadi.

Uglerod deponiyasi monitoringi:

Kelajakda uglerod deponiyasi dasturlari joriy etilganda, ushbu integratsiyalashgan usul fermer xo'jaliklarida tuproqdagi organik uglerod miqdorining yildan-yilga o'zgarishini ishonchli va shaffof monitoring qilish uchun asosiy vosita bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlarni kalibrlash bazasi sifatida ishlatgan holda, spektroskopiya, masofadan zondlash va sun'iy intellekt sinergiyasidan foydalanish tuproqdagi organik uglerod monitoringida yuqori aniqlik, tezkorlik va tejamkorlikni ta'minlaydi, bu esa zamonaviy aniq dehqonchilikni joriy etish uchun asosiy shartdir.

XULOSA Tuproq organik uglerodining miqdori tuproqning unumdorligi, atrof-muhit barqarorligi va global iqlimni tartibga solishdagi beqiyos ahamiyati tufayli doimiy va aniq monitoringni talab qiladi. An'anaviy laboratoriya usullarining yuqori xarajati va ko'p vaqt talab qilishi tuproq organik uglerodi bo'yicha tadqiqotlarni keng miqyosda amalga oshirishga to'siq bo'layotganligi, ushbu tadqiqot to'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar, tuproq spektroskopiya, masofadan zondlash va sun'iy intellekt (AI/ML) texnologiyalarini integratsiyalashga asoslangan samarali va innovatsion yondashuvni nazariy jihatdan asosladi.

Taklif etilgan usulning asosiy yutug'i uning sinergik ta'siri hisoblanadi:

1. To'g'ridan-to'g'ri o'lchovlar ML

(machine learning) modellarini ishonchli kalibrlash uchun mustahkam asosni yaratadi.

2. Tuproq spektroskopiyasi laboratoriya tahlillari sonini kamaytirib, tezkor va tejamkor ma'lumot to'plash imkonini beradi.

3. Masofadan Zondlash va GAT ma'lumotlari keng maydonlarda tuproqdagi organik uglerodning fazoviy o'zgaruvchanligini kuzatish uchun zaruriy ma'lumot manbaidir.

4. Sun'iy intellekt (AI/ML) algoritm-lari esa ushbu turli manbalardan kelgan murakkab ma'lumotlarni qayta ishlash, no-chiziqli aloqalarni aniqlash va natijada yuqori aniqlikdagi tuproqdagi organik uglerod prognoz xaritalarini yaratish imkonini beradi.

Buxoro viloyati Vobkent tumanining Oxunboboyev massivi kabi sug'oriladigan dehqonchilik mintaqalarida ushbu integratsiyalashgan texnologiyaning joriy

etilishi, yer boshqaruvini optimallashtirish, resurslardan foydalanish samaradorligini oshirish va aniq dehqonchilikni amaliyotga tatbiq etish uchun strategik ahamiyatga ega.

Ushbu usul fermerlarga aniq maydonlarda organik moddalar yetishmovchiligini bartaraf etish uchun maqsadli aralashuvlar o'tkazish imkonini beradi, shu bilan birga mamlakatning uglerod deponiyasi potentsialini ishonchli baholashda asosiy vosita bo'lib xizmat qiladi.

Tavsiya: Kelajakdagi tadqiqotlar, ushbu integratsiyalashgan usulni O'zbekistonning turli tuproq-iqlim sharoitlarida sinovdan o'tkazish, hamda mahalliy tuproq spektral kutubxonalarini (Soil spectral library) yaratishga qaratilishi lozim. Mazkur samarali texnologiyani milliy miqyosda keng qo'llash uchun ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Bobomurodov Sh., Baxodirov Z., Yuldashov M., Tursunov Sh. "An'anaviy va zamonaviy usullarni o'zaro integratsiyalash orqali tuproqdagi organik uglerodni baholash hususida". O'zbekiston agrar fani xabarnomasi. Ilmiy-amaliy jurnal. № 6/1 (24) 2025 yil. 154-159.
2. Qo'ziyev R.Q., Abduraxmonov N.Yu. va boshqalar. Davlat yer kadastrini yuritish uchun tuproq tadqiqotlarini bajarish va tuproq kartalarini tuzish bo'yicha yo'riqnoma. / – Toshkent, 2013 y. – B. -52.
3. "Paxta maydonlarida tuproqlarning agrofizikaviy, agrokimyoviy va mikrobiologik xossalarini o'rganish uslublari". / O'zPITI. – Toshkent, 1993 y. – B. -37
4. Аринушкина. Е.В. "Руководство по химическому анализу почв". – М.: 1970 г. – С. -485.
5. Агрохимические, агрофизические и микробиологические исследования почв и растений" // ЎзПITI. – Ташкент, 1963. – С. –50-60.
6. Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623–1627.
7. Janik, L. J., Skjemstad, J. O., & Shepherd, K. D. (2007). The prediction of soil carbon by visible and near infrared diffuse reflectance spectroscopy. *Soil Research*, 45(2), –73–81.
8. Vagen, T. G., Shepherd, K. D., & Walsh, M. G. (2010). Sensing soil organic carbon on a regional scale using satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*, 114(8), 1629–1637.
9. Hengl, T., Heuvelink, G. B. M., & Rossiter, D. G. (2007). About default settings in geostatistical soil mapping. *Geoderma*, 140 (4), –412–427.
10. Padarian, J., Minasny, B., & McBratney, A.B. (2019). Using deep learning to predict soil properties from visible near-infrared spectra. *Geoderma*, – 353, –168–176.

«Tuproqshunoslik va agrokimyo» ilmiy jurnalida maqola chop etish uchun qo'yiladigan TALABLAR

«Tuproqshunoslik va agrokimyo» ilmiy jurnaliga taqdim etiladigan ilmiy maqolalarga qo'yiladigan asosiy talablar jahon andozalari hamda O'zbekiston Respublikasida amal qilayotgan PhD tadqiqotlari tizimidagi andozalardan kelib chiqadi. Maqolada ko'tarilgan muammolarning mazmuni, tadqiqot uslubining tavsifi, muallif tomonidan olingan ma'lumotlar hamda xulosalar qisqa va aniq bo'lishi shart.

Maqola tizimini quyidagicha shakllantirish talab etiladi:

1. Muallif (yoki mualliflar) tomonidan taqdim etilayotgan ilmiy maqola mavzusi «Tuproqshunoslik va agrokimyo» ilmiy jurnalining ruknlariga mos kelishi shart.

2. Maqola xalqaro andozalar talab doirasidagi quyidagi talablar bo'yicha shakllantirilishi lozim:

- Maqola mavzusi (Title);
- Maqola muallif(lar)ji to'g'risida ma'lumot (information about the author);
- Maqola annotatsiyasi (Annotation);
- Kalit so'zlar (key words);
- Kirish (Introduction);
- Mavzuga oid adabiyotlar tahlili (Literature review);
- Tadqiqot metodologiyasi (Research methodology);
- Tahlil va natijalar (Analysis and results);
- Xulosa va takliflar (Conclusion/Recommendations);
- Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati (References);

Maqolalar o'zbek, rus, yoki ingliz tillarida taqdim etilishi mumkin. Yuborilgan maqolalarning barchasi «Antiplagiat» tizimida tekshiriladi.

Jurnalda quyidagi asosiy yo'nalishlar bo'yicha ilmiy maqolalar e'lon qilinadi:

- Tuproqshunoslik;
 - Agrokimyo;
 - Tuproq kimyosi va mineralogiyasi;
 - Agrotuproqshunoslik;
 - Tuproq mikrobiologiyasi, tuproq zoofaunasi;
 - Tuproq melioratsiyasi va sug'orma dehqonchilik;
 - Ekologiya va atrof muhitni muhofaza qilish.
- Tuproqshunoslikda GAT texnologiyalari.

Maqolani rasmiylashtirishga qo'yiladigan talablar:

- Matn – Microsoft Word.
- Maqola matnni chapdan – 3 sm, o'ngdan – 1,5 sm, yuqori va pastdan – 2 sm qoldiriladi.
- Shrift – Times New Roman.
- Maqola matni shriftining kattaligi – 14; Qatorlar oralig'i – 1,15; Xat boshi (abzas) – 1,27.
- Muallifning ismi, familiyasi, otasining ismi, ish joyi (o'qish joyi), lavozimi, elektron pochta manzili haqidagi ma'lumot maqola yuqori qismning o'ng tarafiga kichik harflarda, maqola qaysi (o'zbek, rus, ingliz) tilda yozilgan bo'lsa o'sha tilda, kursiv (Shriftning kattaligi – 14. Qatorlar oralig'i (interval) – 1 bilan yoziladi).
- Maqolaning nomi qaysi tilda yozilishidan qat'iy nazar (Shriftning kattaligi – 14) – bosma harflarda markazda qo'yiladi.
- Maqolaning qisqacha annotatsiyasi o'zbek, rus, ingliz tillarida bo'lishi lozim. Shriftning kattaligi – 12. Qatorlar oralig'i (interval) – 1 yozilishi lozim. Annotatsiyadagi so'zlar soni kamida 60-80 ta.
- Kalit so'zlar – (10-12 tadan kam bo'lmagan) uch tilda o'zbek, rus, ingliz tillarida beriladi.
- Maqola mavzusiga mos UO'T indeksi birinchi sahifaning chap burchagiga qo'yiladi.
- Jadvallar minimal (3-4 jadval) miqdorda matn ichida beriladi. Ularning hajmi 1 sahifadan oshmasligi kerak. Jadval, grafik va maqola matnlarida bir xil ma'lumotlarni takrorlash mumkin emas. Jadvallar nomlanishi va nomerlanishi shart (jadval 1, jadval 2). Illustriyasi eng ko'pi bilan (2-3 rasm) bo'lishi kerak, maqolaning zarur joylarida suratlarga ilova qilinadi (rasm 1, rasm 2).
- Matndagi havolalar quyidagi tartibda shakllantiriladi; [1] yoki [2, C.170] yoki [3, C.132, 185, 193].
- Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati alifbo tartibida (Times New Roman; 12 shrift; 1.0 interval) ko'rsatilishi lozim.
- Tayyor maqolaning hajmi 8 betdan kam bo'lmazligi lozim.

Jurnalda nashr etilgan maqolalarda keltirilgan ma'lumotlarining haqqoniyligiga mualliflar mas'uldir.

Maqolalar tahrirdan o'tkaziladi, shuningdek, tahrirdan o'tmagan maqolalar jurnalda chop etilmaydi. Jurnalning har bir soni TATI ning www.soil.uz saytining «ILMIY JURNAL» platformasining «Tahririyat» qismida va Institutning t.me/tati_soil telegram kanalida muntazam ravishda joylashtirilib boriladi.

TAHRIRIYAT

