

UDK: 631.4

**SUG'ORILADIGAN O'TLOQI ALLYUVIAL TUPROQLARDA  
MIKROSTRUKTURAVIY XUSUSIYATLARNING SEM-EDS ASOSIDA  
BAHOLANISHI VA ULARNING AN'ANAVIY TAHLILLAR BILAN MOSLIGI**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19637988>

**Sattarov Djurakul Sattarovich**

*M.Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti,  
Biologiya va ekologiya fakulteti  
Tuproqshunoslik kafedrası professori, q.x.f.d., akademik*

**Mahammadiyev Samad Qilichevich**

*M.Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti,  
Biologiya va ekologiya fakulteti  
Tuproqshunoslik kafedrası dotsent, q.x.f.d., dotsent*

**To'raqulova Mehriniso Oybek qizi**

*M.Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti,  
Biologiya va ekologiya fakulteti, 2-bosqich magistranti  
Email: [mahammadiyev3@gmail.com](mailto:mahammadiyev3@gmail.com)*

**Annotatsiya**

Mazkur tadqiqotda sug'oriladigan o'tloqi allyuvial tuproqlarning mikrostrukturaviy xususiyatlari zamonaviy SEM-EDS (Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive Spectroscopy) usuli yordamida o'rganildi hamda olingan natijalar an'anaviy laboratoriya tahlillari bilan qiyosiy baholandi. Tadqiqot davomida tuproq namunalari granulometrik tarkibi, fizik loy miqdori hamda mikroagregat tuzilishi aniqlanib, SEM tasvirlari orqali tahlil qilindi.

**Kalit so'zlar**

Sug'oriladigan o'tloqi allyuvial tuproqlar, mikrostrukturaviy tahlil, SEM-EDS, granulometrik tarkib, fizik loy, mikroagregatlar, tuproq strukturasi, qiyosiy tahlil.

**Kirish.** Tuproq mexanik tarkibi tuproqning asosiy fizik xossalaridan biri bo'lib, u tuproqni tashkil etuvchi mineral zarrachalarning o'lchamiga ko'ra qum, chang va loy fraksiyalariga ajralishini ifodalaydi. Ushbu ko'rsatkich tuproqning suv-fizik xossalari, aeratsiyasi, oziqa moddalarni ushlab turish qobiliyati hamda o'simliklar uchun qulaylik darajasini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi [19].

Ilmiy adabiyotlarda tuproq mexanik tarkibi bo'yicha dastlabki yondashuvlar XIX-XX asrlarda shakllangan bo'lib, bu yo'nalishda Atterberg tomonidan

tuproqning disperslik va plastiklik xususiyatlari asosida tasniflash tamoyillari ishlab chiqilgan. Keyinchalik Kachinskiy tomonidan tuproq zarrachalarini fraksiyalarga ajratishning ilmiy asoslangan tizimi yaratilgan bo'lib, u sobiq Ittifoq hududida keng qo'llanilgan [2,9,20].

Hozirgi kunda xalqaro amaliyotda USDA (United States Department of Agriculture) tasniflash tizimi eng ko'p qo'llaniladigan yondashuvlardan biri hisoblanadi [15].

Tuproq mexanik tarkibini aniqlashda bir necha klassik va zamonaviy laboratoriya usullari qo'llaniladi. Ilmiy adabiyotlarda eng ko'p qo'llaniladigan usullar sifatida sedimentatsion (gidrometr va pipetka) hamda elak (sieve) usullari qayd etiladi [17].

Gee va Bauder tomonidan ishlab chiqilgan gidrometrik usul Stokes qonuniga asoslangan bo'lib, zarrachalarning suv muhitida cho'kish tezligi orqali ularning diametrini aniqlash imkonini beradi. Ushbu usul yordamida chang va loy fraksiyalari aniq ajratiladi [6].

Elak usuli esa asosan yirik fraksiyalar, ya'ni qum zarrachalarini ajratishda qo'llaniladi. Ushbu usul agrotexnik tadqiqotlarda tuproqning mexanik tarkibini tezkor baholash imkonini beradi.

Ko'plab ilmiy ishlarda tuproq mexanik tarkibi uning suv rejimi, oziqa moddalarni saqlash qobiliyati va unumdorlik darajasiga bevosita ta'sir qilishi isbotlangan.

Hillel (2004) tadqiqotlariga ko'ra, qumli tuproqlar yuqori suv o'tkazuvchanlikka ega bo'lib, suvni tez yo'qotadi, biroq oziqa moddalarning ushlanishi past bo'ladi. Loyli tuproqlar esa aksincha, yuqori suv ushlab qobiliyatiga ega bo'lib, kation almashinish sig'imi yuqori hisoblanadi [7].

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tuproqdagi loy fraksiyasining ortishi organik moddalarning barqaror komplekslar hosil qilishi va agregatlarning mustahkamlanishiga olib keladi [3].

O'zbekiston tuproqshunos olimlari tomonidan sug'oriladigan tuproqlarning mexanik tarkibi bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar olib borilgan. Rasulov, Umarov, Tursunov va boshqa olimlarning ishlarida Amudaryo va Sirdaryo havzalaridagi allyuvial tuproqlarning granulometrik tarkibi, ularning sug'orish ta'sirida o'zgarishi hamda sho'rlanish jarayonlari bilan bog'liqligi o'rganilgan. Natijalarga ko'ra, uzoq muddatli sug'orish jarayonida tuproq profilida mayda dispers fraksiyalarning vertikal migratsiyasi kuzatiladi. Bu jarayon yuqori qatlamda yengillashuv, pastki qatlamda esa loy fraksiyasining to'planishiga olib keladi [1,10,11,13,14].

So'nggi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tuproq mexanik tarkibi va uning struktura hosil bo'lish jarayonlari o'rtasida bevosita bog'liqlik mavjudligini ko'rsatadi [4,12].

Tuproqda loy fraksiyasi miqdorining yuqoriligi mikroagregatlarning shakllanishiga yordam beradi, bu esa tuproq strukturasi barqarorligini oshiradi. Aksincha, qum fraksiyasining ustunligi strukturaviy barqarorlikning pasayishiga olib keladi.

So'nggi yillarda tuproq mexanik tarkibini o'rganishda zamonaviy instrumental usullar keng qo'llanilmoqda. Lazer difraksiya tahlil usuli zarrachalarning juda kichik fraksiyalarini yuqori aniqlikda aniqlash imkonini beradi [5].

Shuningdek, SEM (Scanning Electron Microscopy) usuli yordamida tuproq zarrachalarining mikrostrukturaviy holati o'rganilmoqda. Bu usul tuproq agregatlarining ichki tuzilishi, g'ovaklik tizimi va mineral zarrachalarning joylashuvini vizual tarzda tahlil qilish imkonini beradi [8,18].

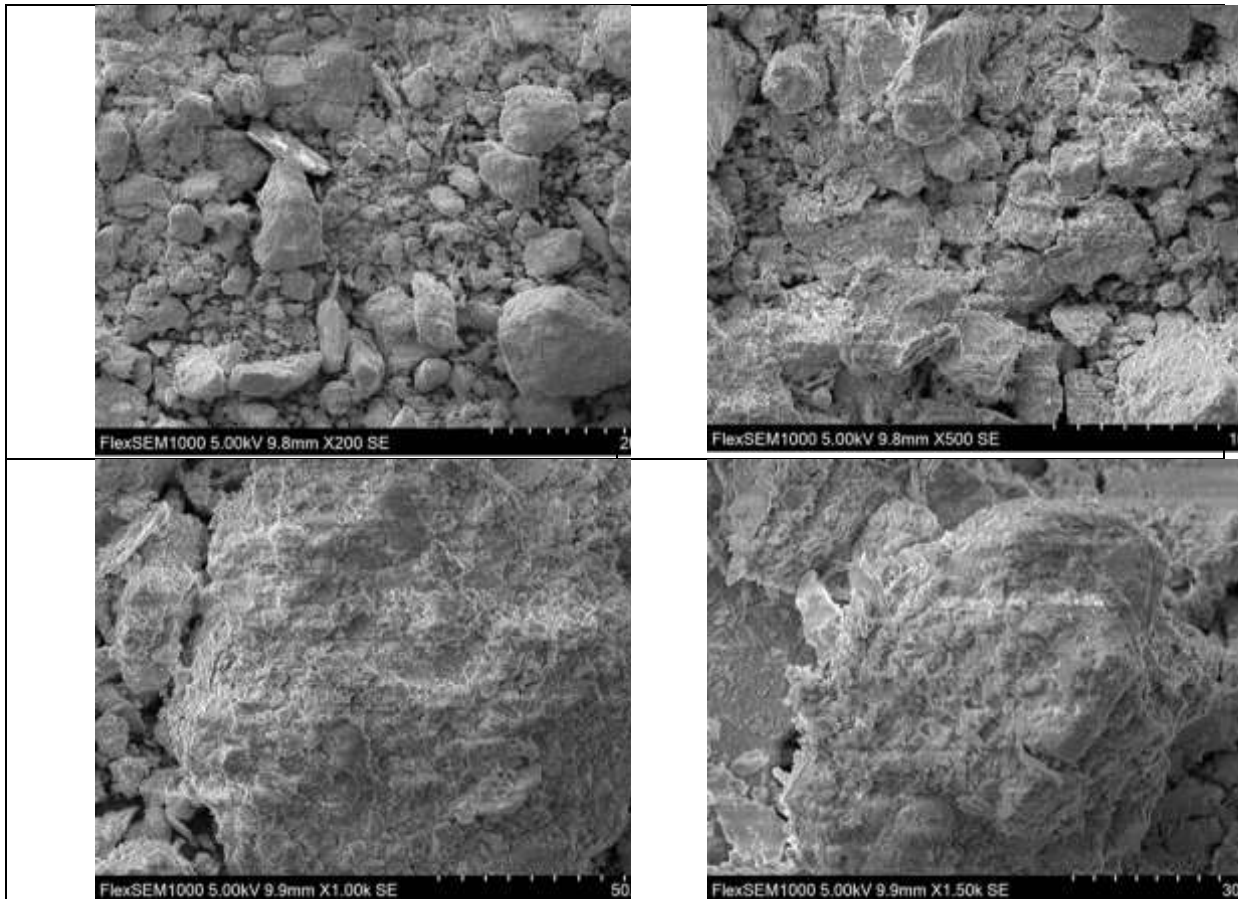
Tuproq mexanik tarkibi bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ushbu ko'rsatkich tuproqning asosiy fizik xossalarini belgilovchi fundamental omillardan biri hisoblanadi. Klassik laboratoriya usullari (gidrometrik va elak usullari) hozirgacha asosiy standart sifatida qo'llanilmoqda, biroq zamonaviy instrumental usullar tuproqning mikro darajadagi tuzilishini yanada chuqur tahlil qilish imkonini bermoqda [16,18].

**Materiallar va uslublar.** Buxoro viloyati Qorako'l tumani sug'oriladigan o'tloqi allyuvial tuproqlaridan 0-30 sm qatlamdan namunalar olindi. Mikrotuzilma tahlili Jeol JSM-IT200LA (Yaponiya) SEM-EDS energiya dispersiyasini tahlil qilish uskuna bilan amalga oshirildi Bunda nurlanishning energiya spektrini o'rganish orqali namunaning sifat va miqdoriy tarkibi haqida xulosa chiqariladi. Mexanik tarkib Kachenskiy usulida aniqlangan.

**Natijalar va munozara.** Mikrotuzilma tahlili Jeol JSM-IT200LA (Yaponiya) SEM-EDS energiya dispersiyasini tahlil qilish uskuna bilan amalga oshirildi. Sug'oriladigan o'tloqi allyuvial tuproqlarning skanerlovchi elektron mikroskop (SEM-EDS) orqali olingan tasviri (1-rasm).

Bu rasm – tuproqning SEM-EDS (skanerlovchi elektron mikroskop) ostidagi 200 marta kattalashtirilgan mikrostrukturasi bo'lib, ilmiy jihatdan tahlil qilamiz.

Granulometrik (mexanik tarkib) baho – rasmda ko'ringan 200  $\mu\text{m}$  shkalaga nisbatan: yirik agregatlar:  $\sim 150\text{--}300 \mu\text{m}$ ; o'rtacha zarrachalar:  $\sim 50\text{--}100 \mu\text{m}$ ; mayda fraksiya:  $< 20 \mu\text{m}$ . Qum deyarli sezilmaydi, chang va loy ustun. Xulosa - o'rta qumoq tuproq.



*Izox:* Rasm pastidagi yozuvlarga tushuntirish:

- FlexSEM1000 – ishlatilgan mikroskop modeli;
- 5.00 kV – elektron nurning kuchlanishi (5 kilovolt);
- 9.8 mm – ishchi masofa (objective bilan namuna orasidagi masofa);
- X200-1500 – kattalashtirish darajasi (200-1500 marta kattalashtirilgan);
- SE (Secondary Electrons) – tasvir olish rejimi (yuza tuzilishini ko'rsatadi);
- 200-150  $\mu\text{m}$  (mikron) – pastdagi o'lchov shkalasi bo'lib, bu shuni bildiradi: rasmda pastdagi chiziq uzunligi 200-1500 mikron (0.2-1,5 mm) ga teng. Mikron ( $\mu\text{m}$ ) –uzunlik o'lchov birliklari, bo'lib 1 mm = 1000 mikron ( $\mu\text{m}$ ) ga teng.

**1-rasm. Sug'oriladigan o'tloqi allyuvial tuproqlarning SEM - EDS ostidagi kattalashtirilgan mikrostrukturasi ko'rinishi.**

Laboratoriyada mexanik tarkib Kachinskiyning silindr usulida aniqlanganda ham yuqoridagi holatga o'xshash natija qayd etildi (1-jadval).

Tadqiqot olib borilgan maydonning 0–30 sm haydalma qatlamida tuproqning granulometrik tarkibi aniqlanib, uning asosiy fraksiyalari ulushi baholandi. Olingan natijalarga ko'ra, barcha variantlarda tuproqning mexanik tarkibi mayda va o'rta dispers zarrachalar ustunligi bilan tavsiflanadi.

Yirik fraksiyalar ulushi ( $>0,25$  mm va  $0,25-0,1$  mm) barcha variantlarda juda past bo'lib, mos ravishda  $1,0-1,6$  % va  $2,0-3,5$  % ni tashkil etdi. Bu holat tuproq tarkibida qum fraksiyasi deyarli kam ekanligini ko'rsatadi va tuproqning og'ir mexanik tarkibga ega ekanligidan dalolat beradi.

Asosiy ulushni  $0,1-0,05$  mm va  $0,05-0,01$  mm o'lchamdagi zarrachalar tashkil etib, ularning miqdori mos ravishda  $27,9-38,5$  % va  $23,9-31,8$  % oralig'ida qayd etildi. Ayniqsa, V5 variantda  $0,1-0,05$  mm fraksiya  $38,5$  % ga yetib, eng yuqori ko'rsatkichni namoyon etdi. Ushbu fraksiyalar tuproqning chang (silt) komponenti ustunligini ko'rsatadi va uning fizik xossalariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Mayda dispers fraksiyalar ( $<0,01$  mm) miqdori ham barcha variantlarda sezilarli bo'lib,  $0,01-0,005$  mm fraksiya  $12,7-27,0$  %,  $0,005-0,001$  mm fraksiya  $2,4-11,9$  % hamda  $<0,001$  mm fraksiya  $3,2-11,9$  % oralig'ida o'zgarib turdi. Bu esa tuproq tarkibida loy fraksiyasining muhim o'rin tutishini bildiradi. Ayniqsa, V2 variantda mayda zarrachalar ulushining yuqoriligi uning nisbatan og'ir mexanik tarkibga ega ekanligini ko'rsatadi.

### 1-jadval.

#### Sug'oriladigan o'tloqi allyuvial tuproqlarning mexanik tarkibi

№	Qatlam urligi, cm	Faraksiyalar massasi, %							
		$>0,25$	$0,25-0,1$	$0,1-0,05$	$0,05-$	$0,01-$	$0,005-$	$<0,001$	Fiz. loy $<0,01$
V1	0-30	1,5	2,0	32,1	29,4	12,7	10,3	11,9	35,0
V2	0-30	1,5	3,0	27,9	29,4	15,9	11,9	10,3	38,2
V3	0-30	1,2	2,1	32,3	31,8	23,9	4,8	4,0	32,6
V4	0-30	1,0	2,5	33,7	30,2	27,0	2,4	3,2	32,6
V5	0-30	1,6	3,5	38,5	23,9	15,1	9,5	8,0	32,6

Fizik loy ( $<0,01$  mm) miqdori bo'yicha variantlar o'rtasida ma'lum farqlar kuzatildi. Jumladan, V1 variantda  $35,0$  %, V2 da  $38,2$  %, V3, V4 va V5 variantlarda esa  $32,6$  % ni tashkil etdi. Fizik loy miqdorining  $30$  % dan yuqori bo'lishi tuproqning o'rtacha og'ir mexanik tarkibga mansubligini ko'rsatadi.

Olingan natijalarga asoslanib, tadqiqot maydonidagi tuproqlar asosan o'rtacha og'ir (silty clay loam) mexanik tarkibga ega ekanligi aniqlandi. Bunday tuproqlar suvni yaxshi ushlab turish xususiyatiga ega bo'lib, oziqa moddalarning yuvilib ketishini cheklaydi. Shu bilan birga, ularning suv o'tkazuvchanligi nisbatan past bo'lib, ortiqcha namlik sharoitida zichlashish va aeratsiya rejimining yomonlashishi kuzatilishi mumkin.

Shu sababli, bunday tuproqlarda agrotexnik tadbirlarni to'g'ri tashkil etish, xususan organik o'g'itlardan foydalanish, chuqur yumshatish hamda optimal sug'orish rejimini qo'llash muhim ahamiyat kasb etadi.

Mexanik tarkibda mayda fraksiyalar (chang va loy) ko'p bo'lgani sababli suvning yuqoriga ko'tarilishi tezlashadi va tuzlar aynan haydalma qatlamda to'planadi. Natijada tuproq zichlashib, strukturasi buziladi va fizik-mexanik xossalari yomonlashadi.

Ayrim joylarda natriy tuzlari ustun bo'lsa, sho'rtoblanish (sodali sho'rlanish) belgilari ham kuzatiladi. Bunda tuproq kuchli yopishqoq bo'lib, quruq holatda qattiqlashadi, suv o'tkazuvchanligi keskin kamayadi. Umuman olganda, Qorako'l sug'oriladigan o'tloqi allyuvial tuproqlari uchun xos sho'rlanish turi – bu sug'orish bilan bog'liq ikkilamchi, asosan xlorid-sulfatli sho'rlanish bo'lib, u tuproqning mexanik holatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

**Xulosa.** Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, tadqiqot obyektidagi tuproqlar asosan chang va loy fraksiyalar ustun bo'lgan o'rtacha og'ir mexanik tarkibga ega. SEM tasvirlarida mikroagregatlarning zich joylashgani, makrog'ovaklikning kamligi va mayda dispers zarrachalarning ustunligi kuzatildi. Bu holat an'anaviy granulometrik tahlil natijalari bilan mos kelib, fizik loy miqdorining 30 % dan yuqori ekanligi bilan tasdiqlandi.

Tadqiqot natijalari SEM-EDS usulining tuproq mikrostrukturasi va element tarkibini aniqlashda yuqori aniqlikka ega ekanligini hamda an'anaviy laboratoriya usullarini to'ldiruvchi muhim metod ekanligini ko'rsatdi. Ushbu yondashuv tuproqning agrofizik xossalarini chuqurroq baholash, ayniqsa ularning suv o'tkazuvchanligi, aeratsiyasi va strukturaviy barqarorligini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Abdullayev I. Sug'oriladigan tuproqlarda fizik degradatsiya jarayonlari. – Ilmiy maqolalar to'plami, Toshkent, 2018.
2. Atterberg A. Die plastizität der tone. – Berlin, 1911. – 45 p.
3. Brady N.C., Weil R.R. The Nature and Properties of Soils. – Pearson Education, 2016.
4. Dexter A.R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture and structure. *Geoderma*, 2004.
5. FAO. Guidelines for Soil Description. – Rome: Food and Agriculture Organization, 2006.
6. Gee G.W., Bauder J.W. Particle-size analysis. In: Methods of Soil Analysis, Part 1. – ASA-SSSA, Madison, 1986. – p. 383–411.
7. Hillel D. Introduction to Environmental Soil Physics. – Elsevier Academic Press, 2004. – 494 p.

8. ISO 11277:2009. Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material.
9. Kachinsky N.A. Soil mechanical composition and its classification. – Moscow: USSR Academy of Sciences, 1958. – 210 p.
10. Mirzajonov Q.M. O'zbekiston tuproqlarining genezisi va geografiyasi. – Toshkent: Fan, 2001.
11. Rasulov A. O'zbekiston tuproqlari va ularning xossalari. – Toshkent: Fan, 1990.
12. Six J., Bossuyt H., Degryze S., Denef K. A history of research on the link between (micro)structure and soil organic matter dynamics. *Soil & Tillage Research*, 2004.
13. Tursunov T. Tuproqshunoslik asoslari. – Toshkent: O'qituvchi, 2012.
14. Umarov U.U. Sug'oriladigan tuproqlarning fizik xossalari va unumdorligi. – Toshkent, 2005.
15. USDA. Soil Survey Laboratory Methods Manual. – Washington D.C., 2014.
16. Wilding L.P. Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys. – Soil Science Society of America, 1994.
17. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – Москва: Агропромиздат, 1986.
18. Гост 12536-79. Почвы. Методы лабораторного определения гранулометрического (механического) состава. – Москва, 1979.
19. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его определения. – Москва: Наука, 1965.
20. Розанов Б.Г. Морфология и генезис почв. – Москва: МГУ, 1983.