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 xossalar, 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 ishlarida 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 ishlarida 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 zaxiralarining kamayishi va ayrim kimyoviy elementlarning to‘planishini qayd etganlar [10]. Ibragimov va Raxmatov Farg‘ona vodiysi tuproqlarida sanoat korxonalari 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.

ISSN 2181-0826 1/2026 y.

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								
	>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)	Mexanik tarkibi
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_2O mg/kg	P_2O_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 indekslari (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-iqtitsodiy hayotchanlikni o'zida mujassam etishi kerak.

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

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

Tuproq sifat indeksini hisoblash jarayoni ikki asosiy bosqichda amalga oshiriladi.

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

ISSN 2181-0826 1/2026 y.

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

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

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 sifatini baholash.

Har bir ko‘rsatkich uchun alohida sifat indekslari hisoblab chiqilgandan so‘ng umumiy tuproq sifat 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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. To'th 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.

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 agrokimyo. – 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.