

**SUG‘ORILADIGAN MAYDONLARDA YER OSTI SIZOT SUVLARI
SATHI VA MINERALLASHUVINI GAT TEXNOLOGIYALARI
YORDAMIDA ANIQLASH VA BAHOLASH
(Qoraqalpog‘iston Respublikasi Xo‘jayli tumani misolida)**

Qulmatov Rashid Anorovich,

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti professori, k.f.d.

e-mail: rashidkulmatov46@gmail.com

Mirzaev Jasur Ashiralievich,

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti,

Ekologiya fakulteti o‘qituvchisi, b.f.n. (PhD)

e-mail: jasur_mirza86@mail.ru

Odilov Sarvar Akramovich,

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti doktoranti.

e-mail: sarvar19888@mail.ru

AlimovAtabek Xayratdin uli,

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti magistranti,

e-mail: alimovatabek480@gmail.com

Indaminova Zinayda Alimovna,

Qoraqalpog‘iston Respublikasi Xo‘jayli tumani 10 maktab biologiya fani
o‘qituvchisi.

e-mail: indaminovazinayda@gmail.com

ANNOTATSIYA

Bugungi kunda sug‘oriladigan maydonlarda yer osti sizot suvlari sathining ko‘tarilishi va minerallashuvining ortib borishi kuzatilmoqda. Bu holatlar ayniqsa, Orol havzasida joylashgan mamlakatlarning qishloq xo‘jaligi taraqqiyotiga o‘zining sa‘lbiy ta‘sirini ko‘rsatmoqda. Yer osti sizot suvlari sathining ko‘tarilishi va minerallashuvining oshishi sug‘oriladigan maydonlarda sho‘rlanish jarayonining jadallashishiga sabab bo‘ladi. Bu esa, o‘z navbatida, tuproqlarning unumdorlik xususiyatining yo‘qolishiga va oziq-ovqat tanqisligi muammosiga olib keladi.

Tadqiqot ishlarida Qoraqalpog‘iston Respublikasi Xo‘jayli tumani sug‘oriladigan maydonlarida 2011-2022 yillar davomida yer osti sizot suvlarining sathi hamda minerallashuvi o‘zgarishi baholandi. Olingan natijalarni tahlil qilish ushuni an‘anaviy usillardan va GAT texnologiyalardan foydalanildi. Tadqiqot natijalari, tumanda yer osti sizot suvlari sathining 0-1 m da 495 ga, 1-1,5 m da 2081 ga, 1,5-2 m da 14970 ga, 2-3 m da 3770 ga, 3-5 m da 208 ga va minerallashuvi

miqdorining 1-3 g/l da 12612 ga, 3-5 g/l da 7115 ga, 5-10 g/l da 1797 ga ega ekanligini ko'rsatti.

Kalit so'zlar: Sug'oriladigan maydonlar, yer osti sizot suvlari sathi va minerallashuvi, statistik tahlillar, GAT texnologiyalari.

ABSTRACT

Today, an increase in the level of seepage water and mineralization in the irrigated areas is being occurred. These circumstances have a negative impact on the agricultural development of the countries located in the Aral sea Basin. The rise in the level of seepage and the increase in mineralization will lead to the acceleration of the salinization process in the irrigated areas. This, in turn, leads to the loss of soil fertility and the problem of food shortages.

In the research work, changes in the level and mineralization of seepage water were evaluated in the irrigated fields of Khojaly district of the Republic of Karakalpakstan during the years 2011-2022. Analysis of the obtained results was done using traditional methods and GIS technologies. The results of the research showed that the seepage water level in the district is 495 ha at 0-1 m, 2081 ha at 1-1.5 m, 14970 ha at 1.5-2 m, 3770 ha at 2-3 m, 208 ha at 3-5 m and showed that the amount of mineralization is 12612 ha at 1-3 g/l, 7115 ha at 3-5 g/l, and 1797 at 5-10 g/l.

Key words. *The irrigated lands, the level and mineralization of seepage waters, statistical analysis, GIS technologies.*

KIRISH

Bugungi kunda sug'oriladigan qishloq xo'jaligi yerlarida yer osti sizot suvlari qaddining ko'tarilishi va uning minerallashuvining ortishi yer resurslaridan barqaror foydalanishga sa'lbiy ta'sir qilib va tuproq qatlamining sho'rlanishga olib kelmoqda. Sug'oriladigan maydonlarda sho'rlanish jarayoni oqibatida tuproq qatlami o'z unumdorlik xususiyatini yo'qotadi, qishloq xo'jaligi ekinlar xosildorligi keskin kamayishiga va oqibatta mamlakatlar uchun oziq-ovqat yetishmasligi muammolarini keltirib chiqaradi[4,16].

Intensiv sug'orish, yer osti suvlari sathining yuqoriligi va bug'lanishning yuqori ko'rsatkichlari sug'oriladigan maydonlarning yuqori qatlamlarida tuzlar miqdorining oshib ketishiga olib keladi[4].

O'tgan asirning oxirgi shoragida faqat O'zbekistonning o'zida paxta yetishtirish ushuni sug'oriladigan maydonlarning miqdori 3,5 million gektardan 8,5 million gektarga oshirilishi natijasida Orol bo'yiga yaqin joylashgan hududlarida sug'oriladigan maydonlar meliorativ holatining yomonlashuviga va yer osti sizot

suvlari ko‘tarilishi va minerallashuvining ortishi va natijada sho‘rlangan sug‘oriladigan maydonlarning ortishiga sabab bo‘ldi[9].

Bu esa o‘z navbatida bu hududlarda ilmiy ishlar olib borishni talab qiladi. Tadqiqot ishimizning asosiy maqsadi Qoraqalpog‘iston Respublikasi Xo‘jayli tumani sug‘oriladigan yerlari misolida an‘anaviy tadqiqot usullaridan va GAT texnologiyalaridan foydalanib 2011 – 2022 yillar davomida sizot suvlari sathi va minerallashuvi, darajalarining o‘zgarishi dinamikasini aniqlash va baholashdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Qishloq xo‘jaligi yerlarida sizot suvlari sathi va minerallashuvi jarayonini ilmiy taraftan o‘rganish bo‘yicha shet el va mamlakatimizda bir qancha olimlar ilmiy ishlar olib borganlar. Ular o‘z ishlarida asosan aniqlash va baholashning an‘anaviy usullari va GAT texnologiyalaridan foydalangan.

Krishnamurthy, Solomon va Quiel larning olib borgan tadqiqotlarining yakuniy natijasi bo‘yicha an‘anaviy usullar va GAT texnologiyalarining integratsiyasi yer osti sizot suvlari va uning minerallashuvini o‘rganishda samarali vosita ekanligini isbotlagan[8, 14,15,18]. Ularning fikricha GAT texnologiyalari masofadan zondlashni va aniq fazoviy ma‘lumotlarni taqdim etadi. Keng ko‘lamda sho‘rlanish ta‘sirida bo‘lgan hududlarni tezroq va samaraliroq aniqlash va baholash imkonini beradi. GAT texnologiyalari katta hajmdagi ma‘lumotlarni birlashtirish va tahlil qilishni osonlashtiradi. Biroq, qo‘shimcha dala tadqiqotlari GAT ga asoslangan natijalarning to‘g‘riligini asoslash va tekshirish imkonini beradi.

Kulmatov, Mirzaev, Odilov va Hasanovlar tomonidan Respublikamizning Navoiy, Jizzax va Sirdaryo viloyatlarida suv va sug‘oriladigan yer resurslaridan samarali foydalanish va sizot suvlari sathi va minerallashuvi sabablari va meliorativ holatini yaxshilash bo‘yicha an‘anaviy tadqiqot usullari va GAT texnologiyalari yordamida ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan [10,11,13]. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, so‘ngi 20-25 yil davomida ushbu viloyatlarda sug‘oriladigan yerlardan ekstensiv foydalanish, irrigatsiya va drenaj tarmoqlaridagi kamchiliklar, sizot suvlari sathining ko‘tarilishi va minerallashuvining oshishi kuzatilgan. Asosan, ular olib borgan ilmiy tadqiqot ishlari ham aniqlash va baholashning an‘anaviy usullar bilan birgalikta GAT texnologiyalaridan ham foydalangan va samarali natijalar olishga muvofiq bo‘lgan.

Bunnan tashqari, Qoraqalpog‘istonlik olimlar Izzet Aimbetov, Ruslan Bekimbetov lar tomonidan yer osti sizot suvlari minerallashuvini aniqlash bo‘yicha bir qancha ishlar amalga oshirilgan. Hususan, ular o‘z ichlarini Nukus shahri va Nukus tumani kesimida olib borgan va aniqlash va baholashning an‘anaviy va GAT

texnologiyalaridan foydalangan. Ularning yakuniy natijalarga ko‘ra yer osti sizot suvlaridagi tuzlar miqdorining ortishi kuzatilgan va kollektor-drenaj tizimlarini yaxshilashga doir ishlar amalga oshirilishi kerakligi tavsiya etilgan[7].

TADQIQOT USILLARI.

Sug‘oriladigan maydonlarda yer osti sizot suvlari sathi va minerallashuvi darajasini va uning egallagan maydonini aniqlash muhim ahamiyatga ega.

Yer osti sizot suvlari sathini aniqlashta tumandagi 142 nazorat quduqlardan foydalanildi. Aniqlash jarayonida “Qaraqalpaq Meliorativ Ekspeditsiya” si Xo‘jayli tumani bo‘limi xodimlari bilan birgalikta oktabr oyida kuzatuv ishlari olib borildi. (1-rasm). Quduqlarda sizot suvi sathini aniqlash ushuni STAYER o‘lchov lentasidan foydalanildi. Olingan ma‘lumotlar asosida tumanning yer osti sizot suvlari sathi bo‘yicha xaritasi yaratildi.

Yer osti sizot suvlari minerallashuvini aniqlashta ham 142 ta nazorat quduqlardan na‘munalar olindi. Namunalardan laboratoriya sharoitida konduktometr asbobi yordamida yer osti sizot suvlarining minerallashuvi tekshirildi(1-rasm).

1-rasm. Sizot suvlarini sathi o‘lshash va minerallashuvini baholash jarayoni.
GAT texnologiyalari yordamida 2022 yil ushuni olingan 3 ta masofadan



zondlangan kosmik suratlardan foydalanildi. Kosmik suratlarining manbasi “Landsat” hisoblanib (“Landsat” haqida qo‘shimcha ma‘lumot uchun: (<https://uz.eferrit.com/landsat/>), birlamchi ma‘lumotlarni tahlil qilish uchun “Earth Explorer” ma‘lumotlar bazasidan yuklab olindi [1].Yuklangan suratlar mos ravishda 2022 yilning oktabr oyi uchun birlamchi ma‘lumotlarga asoslanib olingan. Tahlil qilingan fazoviy suratlar dala amaliyotiga chiqmasdan turib Xo‘jayli tumaning

sugʻoriladigan yerlarida mavjud turli darajaga ega boʻlgan sizot suvlari sathi va minerallashuvdagi oʻzgarishlarni baholash uchun foydalanildi. Yuklangan suratlar “Erdas Imagine 2014” dasturi orqali suratlar sifatini oshirish va filtrlash uchun “COST” modelidan foydalanildi [2,20]. Rasmlar koordinatsiyalashgan boʻlganligiga qaramay mahalliy fazoviy koordinataga aniq tushishi uchun qayta geometrik tuzatishlandi. “ArcGIS 10.6” dasturi yordamida esa fazoviy maʼlumotlardan Xoʻjayli tumani sugʻoriladigan maydonlari uchun sizot suvlari sathi va minerallashuvi ushuncha kenglik boʻyicha tarqalishi xaritalari teskari oʻlchanib tortilgan masofa, yaʼni Inverse Distance Weighting (IDW) interpolatsiya usulini qoʻllab birlamchi maʼlumotlarni kiritgan holda yaratildi. Teskari oʻlchanib tortilgan masofa (IDW) usuli tanlanishiga sabab, ushbu usul statistik modellashtirishni ishlatuvchi oddiy matematik algoritmdan foydalanadi [17]. Bu usulda xatoliklar kvadrat ildiz osti qiymati minimallashtirib olingan. Pulatov va boshqalar [12], Sultanov va boshqalar [19], hamda Ibrakhimov [6] ilmiy ishlariga koʻra sizot suvi minerallashuvi xaritalashda eng kichik xatoliklar IDW usulida aniqlangan. Amaliy jihatdan IDW xatoliklari boshqa interpolatsiya usullaridan unchalik farq qilmaganligi va maxsus geostatistik bilimlarni talab qilmaganligi sababli suv xoʻjaligi tashkilotlari tomonidan keng qoʻllaniladi, va ularning natijalariga koʻra IDW usuli sizot suvlari sathi va minerallashuvi kenglikda taqsimlanishini aniqlashda yaxshi natija berishi isbotlangan. Olingan natijalar IDW usuli yetarlicha maʼlumot boʻlganda qoniqarli natijalar berishini koʻrsatgan [3,5].

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Yer osti sizot suvlari sathi oʻzgarishi.

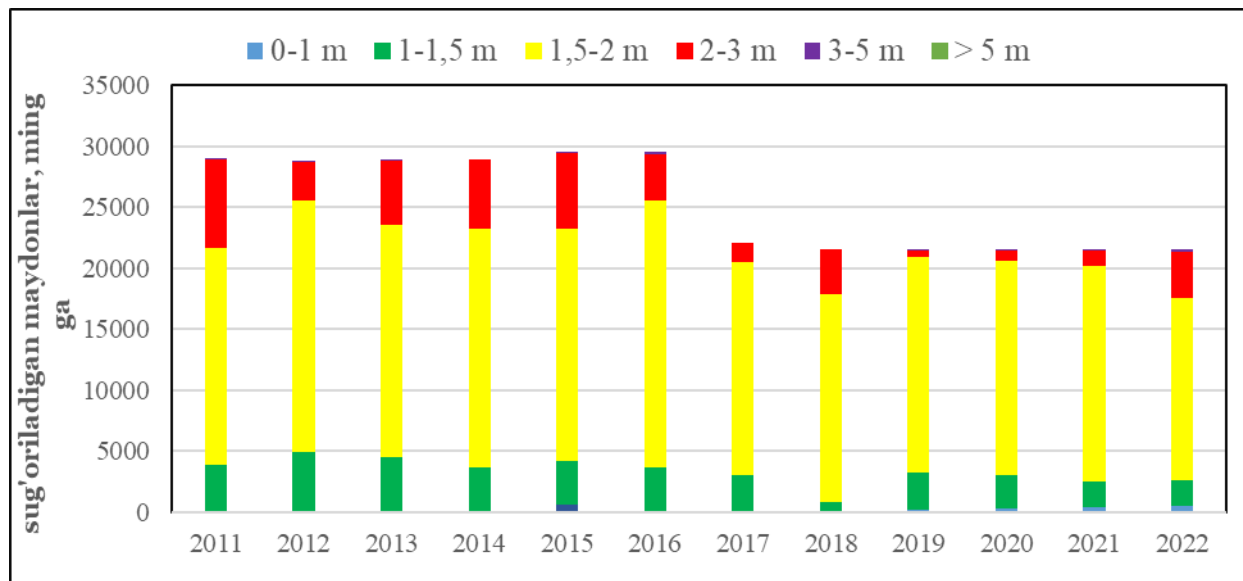
Tadqiqot natijalari yaʼni tuman sugʻoriladigan maydonlari sizot suvlari sathining oʻzgarish dinamikasi 3-rasmda koʻrsatilgan

2011 yilda yer osti sizot suvlari sathi juda sayoz (0-1 metrgacha) va juda chuqur (>5 metr) chuqurlikta boʻlgan sugʻoriladigan maydonlar qayd qilinmagan.

Oʻrtacha 1-1,5 metrgacha boʻlgan sugʻoriladigan maydonlar 2011 yilda 3923 ming gektar (13,6%) boʻlib, 2016 yilda 3722 ming gektar (12,6%) ni tashkil qilgan va 201 gektarga yoki 1% ga kamaygan. Sizot suvlari 1,5-2 metr chuqurlikta joylashgan sugʻoriladigan maydonlar esa 2011 yilda 17 711 ming gektar (61,2%) boʻlgan, 2016 yilda esa 21 873 ming gektar (74%) ni tashkil qilgan va 4162 ming gektarga yoki 12,8% ga ortgan. Bu nisbatan yomon koʻrsatgich hisoblanadi.

Sizot suvlari sathi 2-3 metr chuqurlikta joylashgan maydonlar esa 2011 yilda 7259 ming gektar (25,10%) boʻlgan, 2016 yilda esa 3725 ming gektar (12,6%) ni tashkil qilib 3534 ming gektarga yoki 12,5% ga kamaygan. Yer osti suvlari 3-5 metr chuqurlikta joylashgan sugʻoriladigan maydonlar 2011 yilda 19 gektar (0,06%), 2016 yilda esa 220 gektar (0,8%) ni tashkil qilib 201 gektarga yoki 0,74% ga ochgan.

2-rasm. Sug‘oriladigan maydonlarda sizot suvlari sathining o‘zgarish dinamikasi.



Sizot suvlari sathi 2017 yilda juda sayoz 0-1 metrgacha b‘olgan sug‘oriladigan maydonlar 105 gektar (0,5%) b‘olgan, 2021 yilda esa 380 gektar (1,7%) ni tashkil qilib 277 gektarga yoki 1,2% ga ortgan. Sizot suvlari 1-1,5 metrgacha b‘olgan sug‘oriladigan maydonlar 2017 yilda 2982 gektar (13,5%) ni tashkil qilgan, 2021 yilda 2152 gektar (9,7%) ni tashkil etib 830 gektarga yoki 3,8% ga kamaygan. Sizot suvlari sathi 1,5-2 metrgacha b‘olgan sug‘oriladigan maydonlar 2017 yilda 17 369 ming gektar (78,7%) ni tashkil qilgan, 2021 yilda 17 668 ming gektar (69,5%) ni tashkil etib 299 gektar yoki 9,2% ga kamaygan. Bu ham nisbatan yaxshi ko‘rsatgich hisoblanadi.

Sizot suvlari sathi 2-3 metrgacha b‘olgan sug‘oriladigan maydonlar 2017 yilda 1615 ming gektar (7,3%) b‘olgan, 2021 yilda esa 1305 ming gektar (6%) ni tashkil qilib 310 gektarga yoki 1,3% ga kamaygan. Sizot suvlari sathi 3-5 metr chuqurlikta joylashgan sug‘oriladigan maydonlar 2017 yilda qayd qilinmagan, ammo 2021 yilda 19 gektar (0,2%) ni tashkil etgan. Bu esa yer osti suvlar sathi 3-5 metr chuqurlikta joylashgan maydonlarning keyingi 6 yil davomida ozgina miqdorda ochganligini ko‘rsatadi.

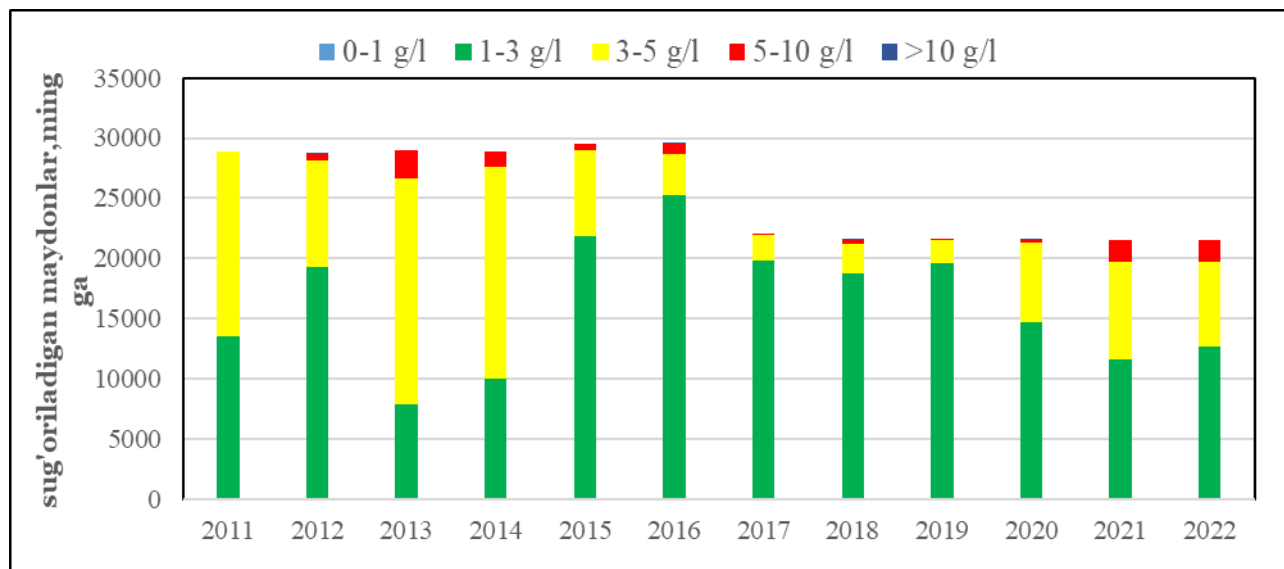
Hulosa qilib aytganda, keyingi 11 yil davomida yer osti sizot suvi sathi 3-5 metr o‘rtasida joylashgan maydonlar miqdorida uncha katta o‘zgarish kuztilmadi. Qolgan darajadagi yer osti sizot suvlari sathi da ham katta o‘zgarish kuztilmadi.

Sug‘oriladigan yerlardagi sizot suvlarining minerallasuvi o‘zgarishi.

Tuman yer osti sizot suvlarining minerallasuvi 2011-2021 yillar davomidagi statistik ko‘rsatkichlarining o‘rtacha qiymati:

Sizot suvlarining 2011 yilda minerallasuvi past (1-3 g/l) darajali b‘olgan maydonlar 13485 ming ga dan, 2016 yil 25 272 ming ga y‘ani 11 787 ming ga (38,9%) ko‘paygan va bu nisbatan yaxshi ko‘rsatgich hisoblanadi.

Sizot suvlarining órtacha minerallachuvi (3-5 g/l) bólgan maydonlar 2011 yilda 15 427 ming ga dan, 2016 yilda 3426 ming ga yáni 12 001 ming ga (41,7%) kamaygan bólsa, yuqori minerallashuv (5-10 g/l) bólgan maydonlar 2011 yilda 0 gektardan 2016 yilda 839 gektar ga kópaygan, 10 g/l va undan yuqori bólgan minerallashgan maydonlar 2011 yil 0 gektardan 2016 yilda 10 gektar ga kópaygan.



3-rasm. Sug'oriladigan maydonlardagi sizot suvlari minerallashuvi.

Yer osti sizot suvlarining 2017 yilda minerallashuvi past 1-3 g/l darajali bólgan maydonlar 19 826 ming ga dan, 2021 yilda 11 612 ming ga ya'ni 8214 gektar (35,9%) ga kamaygan, órtacha minerallashuvi (3-5 g/l) bólgan maydonlar 2017 yilda 2105 ming ga dan, 2021 yilda 8115 ming ga yáni 6010 ming ga (28,2%) kópaygan bólsa, yuqori minerallashuvi (5-10 g/l) bólgan maydonlar 2017 yil 140 gektar dan 2021 yilda 1797 ming ga yáni 1657 ming ga (7,7%) kópaygan, 10 g/l va undan yuqori minerallashuvi bólgan maydonlar 2017 va 2021 yillar oralig'ida kuzatilmagan.

Umuman olganda tadqiqot yillari davomida tuman yer osti sizot suvlari minerallashuvini ózgarish qiymatlari tahlili sezilarli darajada ijobiy kórsatkichlarni qayd qilmagan.

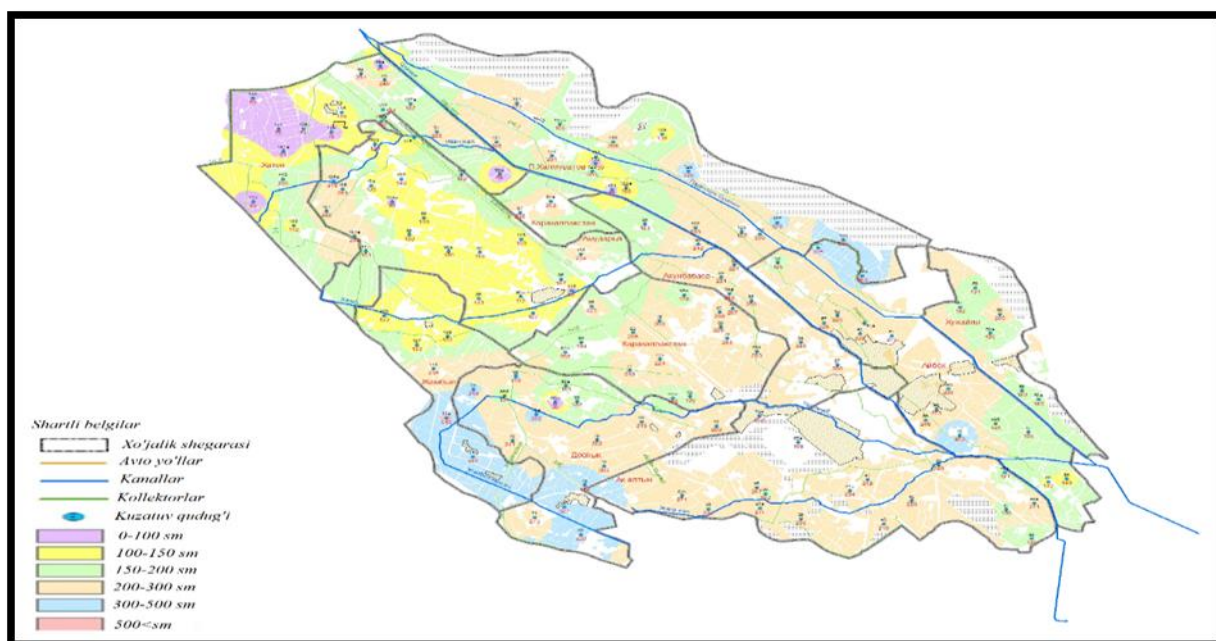
GAT texnologiyalaridan foydalangan holda tumandagi 2022 yildagi yer osti sizot suvlari sathi va minerallashuvi darajalaridagi o'zgarishlar dinamikasini aniqlash va baholash.

GAT texnologiyalari hozirgi kunda ekologik muvozanatni baholashning eng zamonaviy usullaridan hisoblanadi[5]. Eshchanov R ning fikriga ko'ra O'zbekistonda keng tarqalgan sizot suvlari sathi va minerallashuvini aniqlashda ishlatiladigan TIN usuli katta hatoliklar berishini, TIN usulida yaratilgan xaritalar bir xil bo'lmasdan va ma'lumotlar yetarli emasligini aniqlagan. TIN usulidan farqli ravishda IDW usullari

sizot suvlari sathi va minerallashuvini yuqori aniqlik bilan ko'rsatishini ta'kidlagan [3].

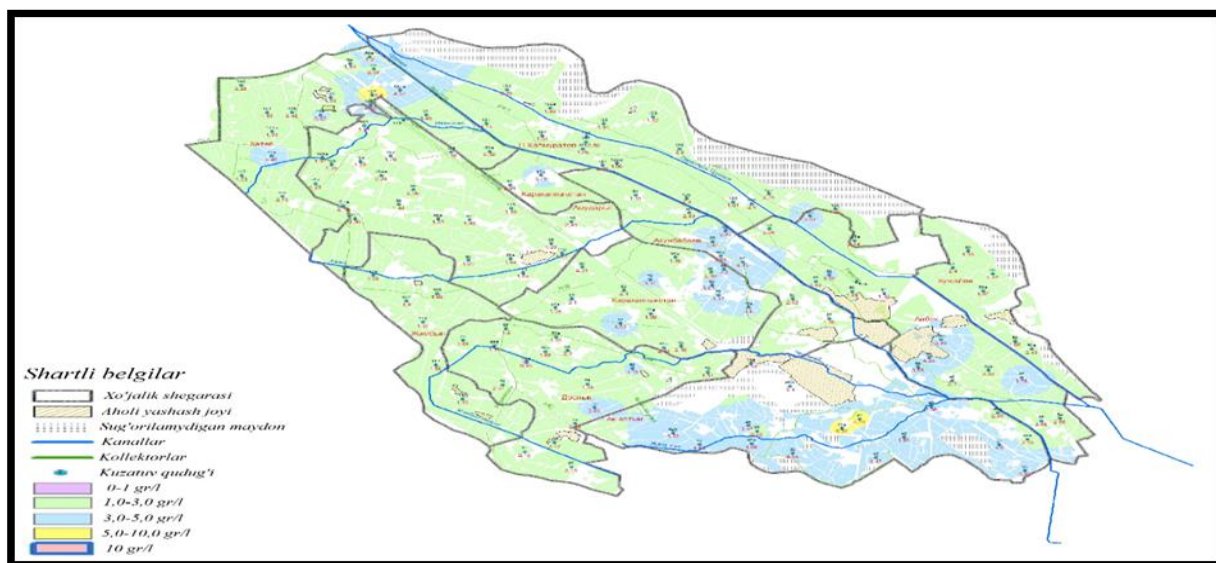
GAT orqali 2022-yil ushun sizot suvi sathi va minerallashuvi darajasi 4 va 5 rasmlarda berilgan. 2022-yil mobaynida yer osti sizot suvi sathi 2-3 metr va minerallashuvi 1-3 g/l bo'lgan hududlar boshqa darajalardagi sathi va minerallashuvga nisbatan katta maydonlarni tashkil qilgan.

Yer osti sizot suvlari sathi xaritasini tuzish uchun 142 nazorat quduqlaridan foydalanilgan. Tumanning 2022 yil holatiga ko'ra umumiy sug'oriladigan maydoni 19789 gektarni tashkil qilgan. Tadqiqot olib borilgan yil davomida yer osti sizot suvlari sathi 1-1,5 m va 1,5 -2 m bo'lgan maydonlar 2021 yilga nisbatan kamaygan.



5-rasm. Yer osti sizot suvlari sathi xaritasi.

Sathi 0-1 m 495 ga (2,3%), 1-1,5 m 2081 ga (9,7%), 1,5-2 m 14970 ga (69,5%), 2-3 m 3770 ga (17,5%), 3-5 m 208 ga (1%), >5 m dan yuqori bo'lgan maydonlar aniqlanmagan. Bu ko'rsatkishlar: 0-1 m bo'lgan maydonlar 2021 yilga nisbatan 0,5 % ga ortgan bo'lsa, 1,5-2 m bo'lgan maydonlar 0,3 % ga, 1,5-2 m bo'lgan maydonlar 12,5 % ga kamaygan, 2-3 m bo'lgan maydonlar 11,5 % ga, 3-5 m bo'lgan maydonlar 0,8 % ga ortgan.



6-rasm. Sizot suvlari minerallasuv darajasi xaritasi.

Sizot suvlari minerallasuv xaritasini tuzish vaqtida ham 142 nazorat quduqlaridan olingan namunalardan foydalanildi.. Tadqiqot ishlari mobaynida minerallasuvi 0-1 g/l maydonlar aniqlanmadi, 1-3 g/l 12612 ga (63.7%), 3-5 g/l 7115 ga (35,9%), 5-10 g/l 1797 ga (9%), 10 g/l dan yuqori bo‘lgan maydonlar aniqlanmagan. Bu ko‘rsatkishlar: 1-3 g/l minerallasuvga ega bo‘lgan maydonlar 2021 yilga nisbatan 4,6 % ga oshgan, 3-5 g/l bo‘lgan maydonlar 4,7 % ga kamaygan, 5-10 g/l bo‘lgan maydonlar 0,1 % ga ortgan.

XULOSA

1. Xo‘jayli tumani qishloq xo‘jaligi sug‘orishga asoslangan bo‘lib (40%), suvni ko‘p maydonlarda va yuqori miqdorda ishlatilishi sizot suvlari sathining oshishiga va minerallasuvining ortishi xavfini tug‘diradi.

2. Tumanda yer osti sizot suvlari sathining 2011-2016 yillarda (61,2% va 74%) va 2017-2021 yillarda (78,7% va 69,5%) gi eng ko‘p ko‘rsatkichi 1,5-2 metr da ekanligi aniqlandi.

3. Sug‘oriladigan maydonlarda yer osti sizot suvlari minerallasuvining eng ko‘p miqdori 1-3 g/l ni 2011-yil (13485 ming ga) va 2021 yil (19826 ming ga) oralig‘ida ko‘rsatti.

4. Tadqiqot davomida sizot suvlari sathi va minerallasuvini aniqlash maqsadida qo‘llanilgan an‘anaviy usullar bilan birgalikta GAT texnologiyalari tumanning qaysi hududlarda sizot suvlari sathi yaqinligi va minerallasuvini yuqori aniqlik bilan ko‘rsatti.

5. Amaliy tavsiya o‘rnida, tadqiqotimiz davomida GAT texnologiyalaridan foydalanib ishlab shiqilgan kartalardan tumanning yer osti sizot suvlari sathini va minerallasuvini kamaytirishda foydalanish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI (REFERENCES)

1. Arifjanov A. M., Samiev L. N., Akmalov Sh. B., Atakulov D. E., Yurik L. Landsat OLI ning SWIR va NIR tasvirlari orqali irrigatsiya tizimlarining uzanini geoaxborot tizimlari orqali urganish //Irrigatsiya va melioratsiya jurnali, Toshkent - 2019. t. 1, № 15. b. 43-47.
2. Country Report: for Workshop on Eco Efficient Water Infrastructure /Juraev, I. // Ministry of Agriculture and Water Resources, Republic of Uzbekistan. Tashkent – 2008.
3. Eshchanov R. Er va suv resurslaridan barqaror foydalanishning agroekologik asoslari (Xorazm viloyati misolida). Biologiya fanlari doktori ilmiy darajasini olish uchun yozilgan dissertatsiya. – Xorazm: Al-Xorazmiy nomidagi Urganch Davlat Universiteti, 2008. - 329 b.
4. Gorji T., Tanik A., Sertel E. Soil salinity prediction, monitoring and mapping using modern technologies //Procedia Earth and Planetary Science, 2015. vol. 15. Pp. 507-512.
5. Ibrakhimov M. Spatial and temporal dynamics of groundwater table and salinity in Khorezm (Aral Sea Basin), Uzbekistan. Cuvillier, 2004. 186 p.
6. Ibrakhimov M., Awan, U. K., Sultanov, M., Akramkhanov, A., Djumaboev, K., Conrad, C., Lamers, J. Combining remote sensing and modeling approaches to assess soil salinity in irrigated areas of the Aral Sea Basin //Central Asian Journal of Water Research (CAJWR) Центральноазиатский журнал исследований водных ресурсов, 2020. vol. 5. №. 2. Pp. 64-81.
7. Izzet Aimbetov., Ruslan Bekimbetov. Ecological and hydrogeological conditions of the city of Nukus. International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences ISSN: 2277-2081 An Open Access, Online International Journal Available at <http://www.cibtech.org/jgee.htm> 2022 Vol. 12, pp. 92-98.
8. Krishnamurthy J., Venkatesa Kumar, N., Jayaraman, V., Manivel, M. An approach to demarcate ground water potential zones through remote sensing and a geographical information system //International journal of Remote sensing, 1996. vol. 17, №. 10. Pp. 1867-1884.
9. Kristina Toderich., Ismail Shoaib., "Extent of Salt Affected Land in Central Asia: Biosaline Agriculture and Utilization of the Salt-affected Resources". Kier Discussion Paper Series. Kyoto Institute of Economic Research 2008.
10. Kulmatov R., Groll M., Rasulov A., Soliev I., Romic M. Status quo and present challenges of the sustainable use and management of water and land resources in Central Asian irrigation zones-The example of the Navoi region (Uzbekistan) //Quaternary international, 2018. vol. 464. Pp. 396-410.

11. Mirzaev J., Kulmatov R., Taylakov A. Iqlim uzgarishi sharoitida Jizzax viloyati suv va sug'oriladigan er resurslaridan barkaror foydalanish // Ekologiya xabarnomasi jurnali, 2018. t. 9/-2018. 26-30 betlar.
12. Pulatov A., Khamidov, A., Akhmatov, D., Pulatov, B., Vasenev, V. Soil salinity mapping by different interpolation methods in Mirzaabad district, Syrdarya Province //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2020. vol. 883. №. 1. Pp. 012-089.
13. R.Kulmatov., S.Odilov., S.Khasanov. Evaluation of the spatial and temporal changes in groundwater level and mineralization in agricultural lands under climate change in the Syrdarya province, Uzbekistan //IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012149// doi:10.1088/1755-1315/614/1/012149
14. Sander P. Remote sensing and GIS for groundwater assessment in hard rocks: Applications to water well siting in Ghana and Botswana //PhD, Chalmers University of Technology, Sweden, Publ. A. 1996. 80 p.
15. Saraf A. K., Choudhury P. R. Integrated remote sensing and GIS for groundwater exploration and identification of artificial recharge sites //International journal of Remote sensing, 1998. vol. 19, №. 10. Pp. 1825-1841.
16. Sidike A., Zhao S., Wen Y. Estimating soil salinity in Pingluo County of China using QuickBird data and soil reflectance spectra //International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2014. vol. 26. Pp. 156-175
17. Sokolov V.I. Vodnoe xozyaystvo Uzbekistana – nastoyahie, proshloe, buduhee // Tashkent, 2015. t. 1. 16 s. (in Russian).
18. Solomon S., Quiel F. Groundwater study using remote sensing and geographic information systems (GIS) in the central highlands of Eritrea //Hydrogeology Journal, 2006. vol. 14, №. 6. Pp. 1029-1041.
19. Sultanov M., Ibrakhimov, M., Akramkhanov, A., Bauer, C., Conrad, C. Modelling End-of-Season Soil Salinity in Irrigated Agriculture Through Multi-temporal Optical Remote Sensing, Environmental Parameters, and In Situ Information //PFG–Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science, 2018. vol. 86. №. 5-6. Pp. 221-233.
20. Wu J., Wang D., Bauer M. E. Image-based atmospheric correction of QuickBird imagery of Minnesota cropland //Remote Sensing of Environment, 2005. vol. 99, №. 3. Pp. 315-325.