

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.29:68.31.21

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.1.15](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.1.15)

Ж.М. Сманов^{1*}, А.И. Сулейменова¹, М.Н. Пошанов¹, С.Н. Дүйсеков¹,
А.С. Вырахманова¹

**«АЗИА АГРО ГРУПП» АӨК МЫСАЛЫНДА СУАРМАЛЫ ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ҚАЗІРГІ
МЕЛИОРАТИВТІК ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ОНЫ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ**

*¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми
зерттеу институты, 050060, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,
e-mail: zhassulan.smanov1307@gmail.com

Аннотация. Құрғақ және жартылай құрғақ аймақтардағы, соның ішінде Қазақстанның оңтүстік бөлігінде орналасқан Сырдария өзені бассейнінің суармалы алқаптарын қоса алғанда, топырақтың шамадан тыс тұздануы салдарынан «тастанды» немесе жәй ғана «тыңайған» жерлер санатына жатқызылған алқаптарының көлемі ұлғайып, нәтижесінде күрделі әлеуметтік-экономикалық және экологиялық мәселелер күннен күнге артуда. Қазіргі таңда суармалы егін алқаптарының мелиоративтік жағдайының нашарлауы салдарынан Қазақстанның оңтүстігіндегі төрт облыстың 1,55 млн га суармалы жердің 236,9 мың га немесе 15,2 % қолданыстан шығып қалған. Осыған байланысты бірінші кезекте тұздану мәселесін шешу жолдарын және оның кеңістікте таралуын анықтауда экономикалық тиімділігі жоғары, сонымен қатар уақытты ұтымды пайдалану үшін ГАЖ әдістерін қолдана оырып зерттеу өте маңызды. Бұл зерттеу жұмысының негізгі мақсаты «Азия Агро Групп» АӨК суармалы топырақтарының қазіргі мелиоративтік жағдайын бағалауда топырақтың тұздану дәрежесін, сондай-ақ кеңістікте таралуын анықтау үшін далалық зерттеу жұмыстарын жүргізу және кері қашықтық салмағы (IDW) мен қарапайым кригинг (ОК) интерполяция әдістері арасында салыстыру жұмыстарын жүргізіп дәлдігі жоғары болған интерполяция әдісі арқылы топырақтың тұздану картасын құрастыру. Осы мақсатта 300 га суармалы егін алқабына бір метр тереңдікте 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттарынан алынған топырақ үлгілерінің химиялық құрамы бойынша топырақтың су сүзіндісін талдау нәтижесінде алған иондар мен катиондарды, тұздану соммасы және натрийдің адсорбциялық коэффициентін (SAR) жан-жақты талқылайтын, иондардың уыттылық шегін көрсететін статистикалық талдау әдістері көрсетілді. Содан кейін, далалық зерттеу нәтижесінде алынған топырақтың тұздылығы туралы өңделген мәліметтерді пайдалана отырып, IDW және ОК интерполяциясы арқылы әрбір қабаттың тұзданған топырақтарының контуры анықталып, тұздану карталары жасалды. Аталған екі интерполяцияны қолдану барысында IDW іріктелген нүктелердің мәндерін картаға түсіруде толық қамтып, ОК интерполяциясына қарағанда тұздану дәрежелерінің контурларын толық көрсетті. Нәтижесінде топырақтың 0-20 см қабатында 224 га тұзданбаған, әлсіз тұзданған – 66 га, орташа тұзданған – 10 га және 20-50 см қабаттарының мәндері осыған ұқсас. Ал төменгі 50-100 см қабаттарында тұзданбаған – 100 га, әлсіз тұзданған – 54 га, орташа тұзданған 92 га және күшті тұзданған – 54 га, өте күшті тұзданған топырақ анықталмаған.

Түйінді сөздер: тұзданған топырақтар, суармалы алқап, тұздану соммасы, интерполяция, кері қашықтық салмағы, қарапайым кригинг, натрийдің адсорбциялық коэффициенті.

КІРІСПЕ

Құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда топырақтың тұздануы, дегра-
дация процесінің негізгі және ең көп
тараған түрі болып табылады [1], оның

қоршаған ортаға және егістік алқапта-
рының өнімділігіне теріс әсер етуіне
байланысты әлуметтік және экономи-
калық салдары бар [2]. Топырақтың
тұздануы табиғи жолмен немесе егін

алқаптарын нашар басқарудың нәтижесінде адам әрекетінен болуы мүмкін және топырақтағы тұздардың кеңістікте сонымен қатар топырақ қабаттарындағы мезгілдік өзгермелілігі жергілікті жер бедері, қатал климаттық жағдайымен топырақтың ерекшеліктеріне, суару және жер асты суларының сапасына байланысты [3, 4]. Суармалы егін алқаптары топырақтарының бірінші және екінші реттік тұздануының күшеюіне байланысты бұл процесс әлемнің әртүрлі аймақтарында, Қазақстан Республикасын қоса алғанда бұл жағдайдың күрделі мәселеге айналып отырғаны бірнеше рет құжатталған [5]. Дүние жүзіндегі топырағы шамадан тыс тұзданған суармалы егін алқаптарының 25 %-да егіннің өнімділігі төмендеген [6], ал Республиканың жалпы ауылшаруашылығы алқаптарының 43 % тұзданған деп есептелген [7].

Суармалы егін алқаптардың басым бөлігі Қазақстан Республикасының оңтүстігі, Сырдария өзені алабының ірі атраулары мен ежелгі аллювиалды жазықтарында орналасқан. Халық санының жылдам өсуі, антропогендік әсердің күшеюімен және климаттық ерекшеліктердің қосындысы осы аймақтағы суармалы топырақтардың тұздануының жоғарылауына және ластануына әкеліп соқтырады, нәтижесінде топырақтың сортаңдануы егін шаруашылығы мен аймақтық экожүйелер үшін негізгі тежеушіге айналды [8]. Қазіргі таңда республиканың суармалы алқаптарында олардың мелиоративтік жағдайының мәселесі күрт шиеленісе түсті, «пайдаланылмайтын», «тастанды» деп аталатын жерлер көлемі ұлғайды. Қазақстан Республикасы Жер ресурстарын басқару агенттігінің мәліметтері бойынша қазіргі таңда республиканың оңтүстігіндегі төрт облысында 1,55 млн га суармалы жердің 236,9 мың га немесе 15,2 % пайдаланылмайды [9]. Сонымен қатар, жыл сайын пайдаланылатын жерлердің ішінде де оларды экстенсивті

пайдалану нәтижесінде гумустың, негізгі қоректік заттардың жоғалуы, топырақтың физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттерінің нашарлауы нәтижесінде тұрақты төмен өнім беретін алқаптар жиі пайда бола бастады.

Сырдария өзенінің орта ағысында орналасқан Шәуілдір суармалы алқабын жүгері, мақта, жоңышқа және бау-бақша егістігіне қарқынды пайдаланылады, сондай-ақ маусымдық суару кезінде топырақты бастырып суару әдісін қолданылады. Нәтижесінде топырақтың тұздану дәрежесі әр түрлі болды және ол тереңдеген сайын арта түсетіні анықталды. Топырақтың мелиоративтік гипотезасы топырақта жиналған тұздардың концентрация деңгейі мен қазіргі егіннің жағдайы арасындағы тығыз байланысты көрсетті [10]. Аталған тыңайған «пайдаланылмайтын» топырағы бар жер учаскелері тозудың жоғарғы дәрежесіне жетіп, одан әрі пайдалану мүмкін емес екендігіне байланысты қарапайым тыңайған жерлер санатына ауыстырылды. Қазіргі таңда бұл аймақтарда бірте-бірте сортаңдар түзіліп, галофиттер өсіп, Арал теңізінің құрғаған табаны сияқты эолдық тұзды тасымалдау көздеріне айналууда.

Бүгінгі күні топырақ-мелиоративтік және топырақ-агрохимиялық зерттеулердің нәтижелері топырақ құнарлылығы деңгейіне шаруашылық қызметтің оң және теріс салдарын анықтауға мүмкіндік беретін негізгі бағалау көрсеткіштерінің бірі болып қала береді. Оларды жүзеге асыру топырақ құнарлылығы деңгейін өзгерту үрдістерінің бағытын анықтауға ғана емес, сонымен қатар әрбір нақты шаруашылықта топырақ құнарлығын тұрақтандыру және молайту шараларын әзірлеуге мүмкіндік береді [11]. Топырақтың тұздылығын анықтауда, негізінен Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} катиондарынан және Cl^- , HCO_3^{2-} , SO_4^{2-} аниондарынан тұратын концентрациялармен, сондай-ақ натрийдің топырақ қасиеттеріне әсері,

ерекше иондардың уыттылық шегі сияқты сипаттамаларды аналитикалық анықтауды қамтиды [12]. Олар натрий адсорбциялық коэффициенті (Sodium Adsorption Ratio (SAR)) сияқты индекстермен бірге жүреді [13].

Жергілікті зерттеулерге сүйенсек, суармалы топырақтың тұздануының дамуы мен негізгі көздері туралы мәліметтер бар болғанымен, оның көлемін сандық анықтау және кеңістікте таралуын картаға түсіру жетіспейді [14]. Топырақ қасиеттерін білу ауылшаруашылық жерлерінде, әсіресе шөлді оазистерде топырақ пен суды тиімді және тұрақты басқару үшін өте маңызды [15], және оларды картаға түсіру фермерлердің топырақты игеру кезінде туындаған мәселелерді оңтайлы шешу үшін қалай әрекет ете алатынын түсінуге мүмкіндік береді. Геоистатистика топырақ қасиеттерін немесе тұзды аймақтарды және олардың кеңістіктік-уақыттық өзгерістерін анықтау, бақылау және картаға түсірудің тиімді құралы болып саналады [16]. Көптеген жағдайларда үлкен масштабта жүргізілген далалық зерттеу жұмысы кезінде алынған топырақ үлгілерінің көрсеткіштері бойынша тақырыптық карта жасағанда «Кригинг» әдісі ең жақсы бағалаушы болып шықты, яғни қарапайым Кригинг (ordinary Kriging (OK)), ал басқа жағдайларда кері қашықтықты салмағы (inverse distance weighting (IDW)) немесе сплайнды (splines) қолайлы әдістер болып саналды [17]. Сырдария өзенінің ортаңғы ағысында орналасқан суармалы егін алқаптарының топырақтарын әртүрлі интерполяциялық әдістермен топырақтың тұздылығын картаға түсіруде кері қашықтық салмағына (IDW) негізделген әдісі дәл және таңдаулы болып табылады [18]. Сонымен қатар, топырақ ландшафтық талдауды қолданатын көптеген зерттеулер, оның топырақ қасиеттерінің кеңістікте таралуының өте жақсы көрсеткіші бола алатынын көрсетті [19-21].

Топырақ құнарлылығының деңгейін шектейтін факторларды білу және оларды жою бойынша ғылыми негізделген ұсыныстар ауылшаруашылық жерлерді тиімді басқаруға және экономикалық тиімділікті арттыруға тиісті оң шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Топырақтағы тұздардың кеңістікте таралуын тудыратын негізгі факторлардың бір-бірімен өзара әрекеттесуіне назар аударылған зерттеулер аз және бұл туралы ғылыми еңбектер жеткіліксіз [22]. Сондықтан суармалы егін алқаптарындағы шамадан тыс тұзданған топырақтарды «тастанды» немесе жәй ғана «тыңайған» жерлер санатына жатқызбай одан әрі деградациялануын болдырмау және ауыл шаруашылығының тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін кеңістік пен уақыт бойынша топырақтың тұздылығын анықтау, бақылау және картаға түсіру қажет [23].

Дегенмен, Қазақстанның оңтүстігіндегі Сырдария өзенінің орта және төменгі ағысында орналасқан суармалы алқаптарында топырақ қасиеттерінің кеңістіктік таралуы мен өзгермелілігі бойынша аз жұмыстар жүргізілді, сондықтан біз бұл зерттеуді Сырдария өзенінің орта ағысында орналасқан Шәуілдір суармалы алқабындағы «Азия Агро Групп» АӨК-де топырақ қасиеттерінің сапасын және топырақтың тұздануының қазіргі жағдайын бағалау, топырақ тұздарының кеңістікте таралуын көрсету үшін кеңістіктік интерполяцияның екі әдісін (IDW, OK) салыстыру және құрғақ, жартылай құрғақ аймақтардағы суармалы алқаптардың агрожүйесінің сақталуы мен тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін тұздылыққа қатысты негізгі мәселелерді анықтау.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Зерттеу нысаны. «Азия Агро Групп» АӨК Қазақстанның оңтүстігіндегі Сырдария өзені алабында (өзеннің орта ағысының оң жағалауында) Шәуілдір суармалы алқабында орналасқан. Нақты зерттеу аймағы

Е68.76981248° ~ Е68.82461537° бойлық пен N42.73576099° ~ N42.75180308° ендік арасында шектелген (сурет 1). Жалпы зерттеу нысаны орналасқан Шәуілдір суармалы алқабы Сырдарияның көне аллювиалды жазығында орналасқан, рельефі сәл толқынды горизонталь бетімен бейнеленген. Топырақ жамылғысы ашық және кәдімгі сұр топырақ пен сұр-қоңыр шөл топырағының субзонасына сәйкес келеді [24]. Өсімдік жамылғысы нашар және монотонды флорамен сипатталады. Жылдық орташа температура 12-13°C, шілдеде орташа 28-30°C, қаңтарда 4-6°C. Жылы кезеңнің орташа ұзақтығы 280-300 күн, ал аязсыз кезең 170-190 күн. Атмосфералық жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері 200-300 мм, олардың максималды көрсеткіші қыста және көктемде (жылдық мөлшерінің 80-85%). Өзендер әдетте желтоқсан айының басында қатады, мұз наурыз айына дейін сақталып, көбінесе көктемде Сырдария мен Арыс арнасынан асып, үлкен аумақты су басып қалады. Ауыл шаруашылығында астыққа арналған жүгері, жоңышқа суармалы жерлерде өсірілетін жетекші дақылдар, ал мақта соңғы жылдары іс жүзінде егілмеген. Суармалы судың негізгі көздері – Сырдария, Арыс және ішінара Шаян, Бөген өзендері. Суару жүйесі Арыс өзенінен басты су алатын магистральдық каналдан және су сорғы қондырғылары арқылы Сырдария өзенінен су алатын кішірек каналдардан тұрады. Суару жүйесі табиғи топыраққа төселген әртүрлі тәртіптегі ашық типті суару каналдарымен ұсынылған.

Зерттеу әдістері. Біз зерттеу нысаны ретінде Шәуілдір суармалы алқабында орналасқан бұрын қарқынды игеріліп, кейін арада 15-20 жылдай тастанды немесе тыңайған жерлер санатына еніп қалған жер учаскесін, «Азия Агро Групп» АӨК өз иелігіне алып қайта қолданысқа енгізген, әртүрлі дәрежеде тұзданған суармалы топырағын таңда-

дық. Зерттеу кезеңі ретінде 2017 жылы суармалы топыраққа, топырақ-мелиоративтік және топырақ-агрохимиялық зерттеу жүргізілген уақыт таңдалды. Осы зерттеудің негізінде алынған нәтижелері, топырақтың артық тұздануы дақылдың нашар және біркелкі емес өсуіне, сондай-ақ тұздану дәрежесі бойынша топырақтағы тұздардың мөлшері артқан сайын еккен егіннің өнімділігі де төмендейтінін көрсетті. Бұл топырақтардың әртүрлі дәрежедегі тұздануын бағалауға және топырақ тұздарының кеңістікте таралуын картаға түсіру үшін кеңістіктік интерполяцияның екі әдісін (IDW, OK) салыстыруға қызықты сынақ алаңын қамтамасыз етеді. Бүгінгі күнге дейін Сырдария бассейнінде орналасқан суармалы алқаптары топырақтарының тұздануы дәрежесі бойынша таралуы туралы жалпыға қолжетімді кеңістіктік ақпарат жоқ. Топырақтың тұздылығын және кеңістікте таралуын бағалау үшін топырақ-мелиоративтік және топырақ-агрохимиялық зерттеу нәтижелерінің негізінде кеңістіктік интерполяцияның тиімді деп танылған әдісіне сүйене отырып тақырыптық карталарды жасадық.

Далалық жұмыс кезінде топырақ үлгілерін алу және тұзды зерттеу «Топырақты зерттеу және жерді пайдаланудың ірі масштабты топырақ карталарын құрастыру жөніндегі Бүкілодақтық нұсқаулық» [25] және «Қазақ КСР-де кең ауқымды топырақ зерттеуін жүргізу бойынша әдістемелік нұсқаулар», ал агрохимиялық зерттеу «Ауыл шаруашылығы топырақтарына кешенді агрохимиялық зерттеу жүргізуге арналған әдістемелік құрал» бойынша жүргізілді. 2017 жылдың жазында сапалы картографиялау және топырақ тұздылығын тексеру мақсатында Шәуілдір суармалы алқабында орналасқан «Азия Агро Групп» АӨК жағдайын ескере отырып, классикалық нұсқауларға сәйкес жаз айында әрбір 5 га жерден 1 топырақ үлгісін, яғни таңдалған 54 нүктеден

1 метрге дейінгі тереңдіктен 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттарына бөлініп топырақ үлгілері алынды [26].

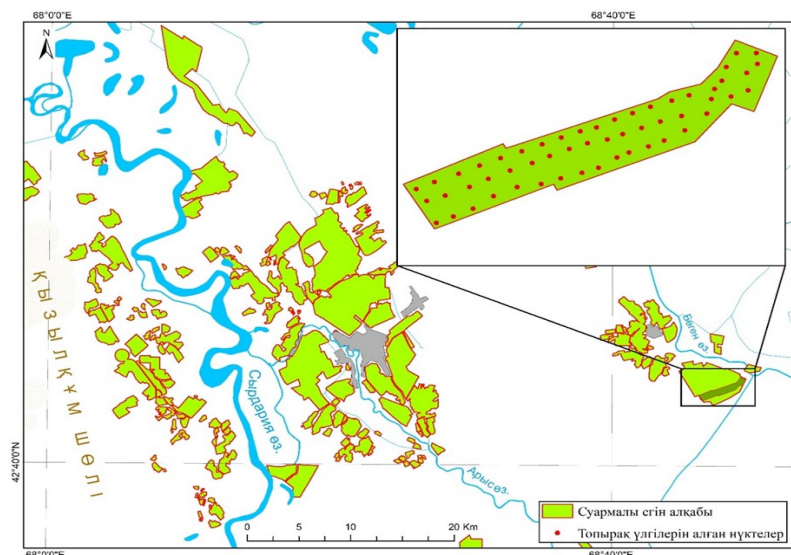
Бұл қажетті топырақ деректерін жинау үшін, далалық зерттеу кезінде Garmin 62s қолмен ұсталатын жаһандық позициялау жүйесі (GPS) бойлық пен ендікті тіркеу үшін пайдаланылды, ал химиялық талдау үшін топырақ бұрғысымен әрбір нүктесінен 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттарынан топырақ үлгілері алынды.

Топырақтың тұздануын бағалау үш көрсеткіш бойынша беріледі: тұздану химиясы, тұздану дәрежесі және тұздың уыттылық шегі. Тұзды топырақтардың химиясы аниондар мен катиондардың құрамымен анықталды. Ең алдымен, аниондар мен олардың топырақтың су сүзіндісіндегі қатынасының мәндері ескерілді [27-30]. Топырақтың су сүзіндісінің химиялық құрамы жалпы топырақ талдауы бойынша нұсқаулықта егжей-тегжейлі сипатталған әдіс бойынша анықталды [31]. ҚР Қоршаған ортаны қорғау министрлігі ұсынған стандартты аналитикалық процедураларға сәйкес, Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия

ғылыми-зерттеу институтының зертханасында топырақ үлгілеріне химиялық талдау жүргізілді. Тұздылық индикаторының параметрлері Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} катиондарының және CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- және SO_4^{2-} аниондарының құрамы жиналған топырақ үлгілері зертханада талданды [32]. Бұл көрсеткіштерді өлшеу суармалы егін алқаптарының топырағындағы тұздың деңгейін жеткілікті түрде көрсете алады. Бұл параметрлерді талдау үшін зертханалық талдау процедуралары қолданылды. Ал, SAR мәні мг-экв/л көрсетілген Na^+ , K^+ және Mg^{2+} концентрацияларын есептеу арқылы және төменде көрсетілген 1-теңдеу бойынша есептелді.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{1}{2} (Ca^{2+} + Mg^{2+})}} \quad (1)$$

Деректердің статистикалық сипаттамасын алу үшін стандартты талдау жасалды, атап айтқанда, орташа, минимум және максимум, стандартты ауытқу, өзгеріс коэффициенті, асимметрия, эксцесс, үлгі дисперсиясы, медиана.



Сурет 1 – Шәуілдір суармалы алқабы және топырақ үлгілері алынған зерттеу нысаны

Бұл талдау деректердің қалыпты таралуын анықтау үшін және алдын ала болжалдық карталарды құрастыруда геостатистиканы қолданбас бұрын деректердің қалыптылығын бағалауда пайдаланылатын ең көп таралған статистикалық параметр болып табылады, талдау топырақтың су сүзіндісі нәтижесінің пайыздық көрсеткішпен берілген тұздану соммасына және SAR мәндеріне жасалды. Сонымен қатар уытты, негізгі еритін иондардың уыттылық шегін анықтап көрсетуде, жекелеген иондарды қорап сызбасы (boxplot) арқылы, медиана сызығы, үлгінің 50 % үлесі шоғырланған ауқымды көрсететін 25-75 % қорап, ауытқуларсыз ауқымды көрсететін шектік сызықтар және ауытқулар мен шектен тыс ауытқу мәндерін талдау негізінде толық сипаттама жасалды.

Топырақ тұздылығының кеңістіктік өзгермелілігін анықтау үшін IDW және ОК геостатистикалық әдістері қолданылды. Кері қашықтықты өлшеу (IDW) интерполяциясы геофизикалық кеңінен қолданылатын кеңістіктік болжау әдіс болып табылады [33]. Бұл құрал әрбір енгізу нүктесінен қашықтық артқан сайын мәндері азайып жергілікті жағдаймен байланыстырады және белгілі деректер нүктесі мәндерінің ортасын салмақтау арқылы белгісіз интерполяцияланған нүкте үшін болжау мәндерін есептейді.

Бұл әдісті жергілікті масштабта зерттеу жүргізілетін аумақты алып жатқан іріктеу нүктелерінің (топырақ үлгілері алынған нүктелер) таралуы жеткілікті болған жағдайда қолдануға болады. Ол алыста орналасқан болжам нүктесіне қатысты жақын нүктелерді салмақтау арқылы жүргізіледі. Тағы да бір кең тараған интерполяция әдісінің бірі қарапайым кригинг (ОК). Бұл әдіс жақын орналасқан және зерттеуге қол жетімді аймақтардан алынған іріктеу нүктелерінің міндерін талдау арқылы бақылау жүргізуге мүмкіндігі шектеулі не-

месе қолжетімсіз аймақтық айнымалылардың мәндерін интерполяциялауға арналған геостатистикалық әдістер тобына жатады [34].

Барлық деректерді өңдеу және талдау ArcGIS 10.4 бағдарламалық жиынтығымен, сондай-ақ статистикалық өңдеулер Microsoft Excel және STATISTICA 12 бағдарламалары арқылы жүзеге асырылды.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Топырақтың тұздануына және агрохимиялық зерттеу жүргізудегі жұмыстың негізгі мақсаты «Азия Агро Групп» АӨК топырақ жамылғысының ағымдағы жағдайын бағалау болып табылады. Жұмыстың негізгі мақсатына жету үшін зерттеу нысаны аумақтарының топырақтарына тұздық түсірілім (1:10000 масштабта) және агрохимиялық зерттеу жүргізілді (сурет 1).

Суармалы егін алқаптарындағы топырақтардың жырту қабатындағы тұздардың жоғарғы концентрациясы қатаң климаттық жағдайларға және басқа да табиғи факторларға, сондай-ақ адам әрекетінен, жерді тиімсіз және дұрыс пайдаланбауына байланысты артады. Топырақта шамадан тыс жинақталған тұз топырақтың сапасына кері әсерін тигізеді және ауылшаруашылығы дақылдарының өсіп-өнуін тежеп, өнімділігін шектейді, себебі өсімдік тамыр аймағында жинақталған тұздарды қоректік зат ретінде қабылдайды [35, 36]. Суармалы топырақтардағы тұздардың жиналуы суару кезеңдерінде судың жеткіліксіз, жерді ұзақ өңдеуінен және аймақта булану көрсеткіші өте жоғары болғандықтан болуы мүмкін. Бірақ тұздардың топырақта біркелкі таралмауы суару суының сапасының әртүрлі болуына байланысты. Суармалы алқапты қамтамасыз ететін судың негізгі көздері Сырдария, Арыс және ішінара Бөген өзендерінің соңғы ағысы болып табылады және олардың су сапасы әртүрлі [37]. Ал зерттеу нысанындағы суармалы

егістіктердің топырақтары оларды пайдаланудың қалыптасқан жүйесіне байланысты өте ерекше. Олардың ерекшелігі, ең алдымен, бүкіл вегетациялық кезеңде жыл сайынғы мерзімді суару және кейіннен шөлді климатта топырақты қарқынды кептіру жағдайында болатын топырақ түзу процесінің ерекшеліктерімен анықталады. Суармалы агроценоздарда топырақ түзілу процесі қабылданған ауыспалы егіс схемасы бойынша суару, кептіру және егістерді ауыстыру маусымдарына сәйкес циклдық сипат алады. Бұл циклдардың бір-біріне қарама-қарсылығы соншалық, топырақта топырақ түзілудің сапалық жағынан мүлдем басқа циклдық режимдері қалыптасады. Әрбір цикл топырақ түзілу жағдайына сәйкес топырақтың құрамы мен қасиеттерінде сәйкес өзгерістерді тудырады. Мұндай жағдайларда топырақтың өзгеру жылдамдығы мен дәрежесі негізінен оның қалай пайдаланылғанына және аумақтың мелиоративтік жағдайын жақсартуға бағытталған іс-шаралардың мерзімінің сақталуына байланысты екені сөзсіз. Сондықтан да осы жұмыстарға ұқсас топырақ-мелиоративтік зерттеулерді жүйелі түрде жүргізу топырақ құнарлылығының жай күйін және оның өзгеру процестерінің бағытын бақылаудың таптырмас құралы болып табылады.

Топырақтың құрамындағы әртүрлі тұздар мәдени өсімдіктерге уыттылық дәрежесі бойынша айтарлықтай ерекшеленеді. Осы жағдайды ескере отырып, топырақтың тұздану дәрежесін бағалау Базилевич пен Панкова ұсынған әдіс бойынша улы тұздардың «жалпы әсерінің» мәні бойынша жүргізілді [27]. Бұл әдіс бойынша кез келген ионның уыттылығы Cl эквиваленттерінде көрсетіледі, ал улы емес тұздардың иондары есепке алынбайды. Ол үшін топырақтың су сүзіндісінің құрамы бойынша аналитикалық деректерді пайдалана отырып, есептелген топырақ қабаттары үшін улы тұздардың «жалпы

әсерінің» мәндері есептелді және топырақтар тұздану дәрежесіне қарай топтастырылды.

Топырақтың су сүзіндісінің нәтижелерін статистикалық талдауда (кесте 1) 0-20 см қабатында (топырақтың жырту қабаты) тұздану соммасының мәні 0,05% және 0,70% аралығында өзгереді, өзгеріс коэффициенті 0,88 және SAR мәні 0,2, 3% және 19,71% аралығында өзгереді, максимум көрсеткіші басқа қабаттармен салыстырғанда ең жоғары, ал өзгеріс коэффициенті 1,96. 20-50 см қабатында тұздану соммасының мәні 0,04%-дан 0,53%-ға дейін өзгерді, өзгеріс коэффициенті болса 0,94-ті құрады және SAR мәні 0,40 пен 6,06 аралығында өзгереді, өзгеріс коэффициенті 1,10. 50-100 см қабатында тұздану соммасының мәні 0,05 пен 1,57 аралығында өзгеріп, максимум мәнінің көрсеткіші алғашқы екі қабатта бір-біріне шамалы ұқсас болып келіп, үшінші қабатта ең жоғары мәнге ие болады. Ал SAR мәндерінде топырақтың жырту қабатынан кейінгі 20-50 см қабатындағы мәндерден айтарлықтай айырмашылық жоқ, өзгеріс коэффициенттері де ұқсас болып келеді. Өзгеріс коэффициенті (CV) кездейсоқ шамалардың дисперсия дәрежесін көрсете алады: $CV < 10\%$ әдетте әлсіз өзгергіштікті білдіреді, ал $10\% < CV < 100\%$ орташа өзгергіштікті білдіреді, және $CV > 100\%$ күшті өзгергіштікті білдіреді, мұны екі жағдайдың да күшті вариациясын көрсететінін білдіреді [38]. Біздің жағдайда барлық үш қабаттан алынған топырақ үлгілерінің тұздану соммасы мен SAR мәндерінің айтарлықтай өзгергіштікке ие емес екендігі айқындалды. Стандартты ауытқу мен өзгеріс коэффициентіде барлық қабаттарда бірдей төмен болды, бұл сынама алу нүктелерінің орналасуына байланысты көп айырмашылық жоқ екендігін көрсетеді.

Топырақтың тұздануы дақылдардың өнімділігін төмендетеді, кейде олардың жаппай қурап қалуына әкеледі.

Топырақта жиналатын тұздардың мөлшері (топырақтың тұздану дәрежесі) мен өсімдіктің сол мезеттегі күйі арасында тығыз байланыс бар екені дәлелденді. Топырақтың тұздану дәрежесіне байланысты дақылдардың тұзға төзімділігі өсу фазасында және өнімінде анық байқалады. Тұзданбаған топырақта топырақтың тұздану дәрежесіне байланысты өсімдіктердің өсуі мен дамуы жақсы және ішінара сол байқалмайды, қалыпты өнім алады. Ал әлсіз тұзданған топырақтарда өсімдіктердің өсуі аздап бәсеңдеген, өнімділігі 10-20 %-ға дейін төмендеуі байқалды, сонымен қатар орташа тұзданған топырақтарда өсімдіктердің жартысына жуығы солып, өнім-

ділігі 30 %-дан 50 %-ға дейін төмендейді, қатты тұзданған топырақтарда өсімдіктердің өсуі қатты құлдырауға ұшыраған және өнімділігі 50-80 %-ға төмендеген болып келеді. Сорларға келетін болсақ, топырақтағы тұздардың «уыттылық шегінен» асып, бірен-саран ғана өсімдіктер тірі қалған, іс-жүзінде өнімділігі жойылған болады [39]. Тұздардың жоғары концентрациясы топырақтағы осмостық қысымды арттырады және жалпы ландшафттың микробиологиялық белсенділігін төмендетеді. Мұндай ландшафттарда биологиялық қалдықтар баяу ыдырайды және соның салдарынан топырақ түзілу үрдісі өте баяу жүреді [40].

Кесте 1 - Топырақ үлгілерінің 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттары бойынша топырақ тұздылығының орташа мәндері мен статистикасы

Көрсеткіштер	0-20 см		20-50 см		50-100 см	
	Тұздану соммасы	SAR	Тұздану соммасы	SAR	Тұздану соммасы	SAR
Орташа	0.14	1.44	0.15	1.26	0.47	1.46
Минимум	0.05	0.23	0.04	0.40	0.05	0.20
Максимум	0.70	19.71	0.53	6.06	1.57	6.68
Стандартты ауытқу	0.13	2.82	0.14	1.39	0.46	1.77
Өзгеріс коэффициенті (CV)	0.88	1.96	0.94	1.10	0.97	1.21
Асимметрия	2.70	5.53	1.80	2.40	0.91	1.93
Эксцесс	7.83	34.39	2.14	5.38	-0.44	2.80
Үлгі дисперсиясы	0.02	7.97	0.02	1.93	0.21	3.13
Медиана	0.09	0.73	0.09	0.73	0.26	0.67

Топырақта тез еритін тұздардың аккумуляциялануы кезінде ауыл шаруашылығы өсімдіктерінің қоректену жағдайларының бұзылуы әртүрлі себептерге байланысты болуы мүмкін. Мысалы, топырақ ерітіндісіндегі тұздардың жоғары концентрациясы диссоциация дәрежесін төмендетіп, кейбір элементтердің ерітіндіден бөлініп қосылыс түріндегі шөгіндіге айналуы мүмкін, ал бұл жағдай өсімдіктердің ерітінді күйдегі қоректік элементтерінің шектелуіне алып келеді. Осылайша, сілтілі топырақтарда Ca, Fe және кейбір микроэлементтердің карбонаттарға айналып, ерігіштіктері төмендеуі жатады. Топырақтың

тұздануы кезінде иондардың антагонизмдену құбылысы күрт жоғарылайды. Атап айтқанда, топырақ ерітіндісінде натрий иондарының шамадан тыс жиналуы өсімдіктердің Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} және басқа катиондарды сіңіріуіне жол бермейді, ал артық мөлшерде хлордың жинақталуы дақылдардың аниондарды сіңіруіне кері әсер тигізеді. Тұздардың уытты әсері жасушалардың цитоплазмасының зақымдалуымен байланысты, нәтижесінде химиялық элементтердің таңдамалы сіңуі баяу сіңуге ауысады және өсімдік бойына тұздардың қалыптан тыс жоғары жинақталуына әкеліп соғады [41]. Топырақтың тұздану дәре-

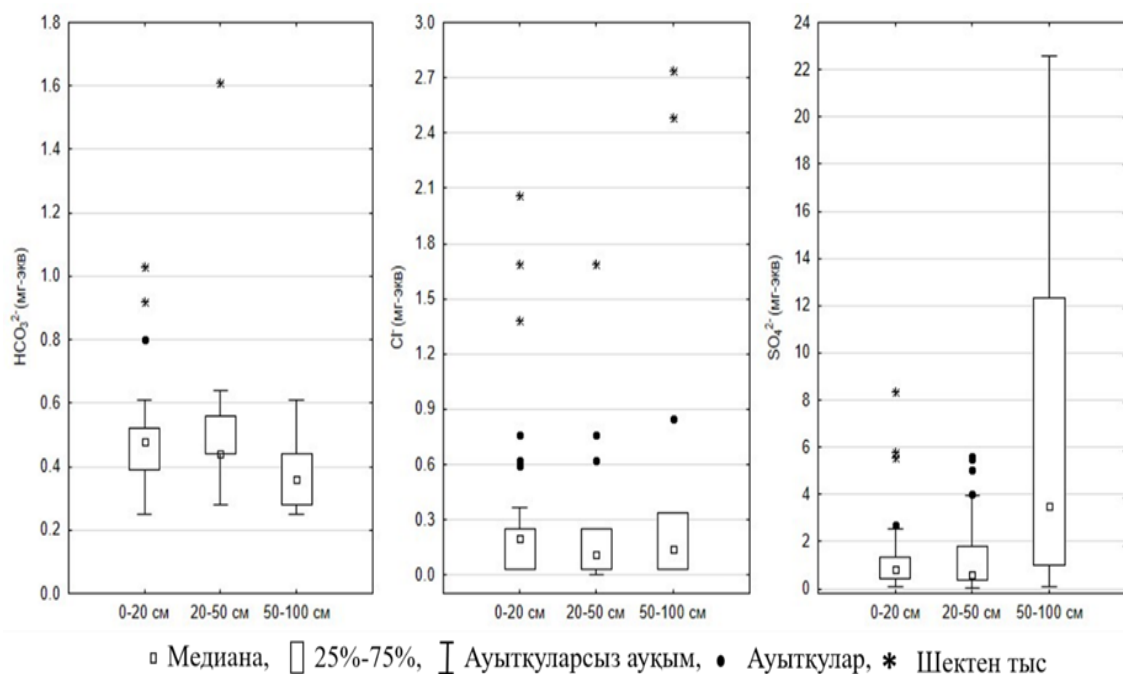
жесі әр түрлі болуының басты себебі, топырақтағы тұздардың жалпы мөлшерінің бірдей болғанымен, құрамы әртүрлі болуы мүмкін. Бұл өсімдіктерге әртүрлі тұздар мен иондардың уыттылығының көрсеткіштері мен әсерінің әртүрлілігімен байланысты. Сондықтан сортаң топырақтарды агрономиялық тұрғыдан бағалағанда тұздардың сапалық құрамы ерекше мәнге ие болады. Топырақтың су сүзіндісін талдау мәліметтері арқылы уытты тұздардың мөлшерін анықтау нәтижесінде, топырақтағы тұздардың уыттылық шегі анықталып, топырақтың тұздану типі мен деңгейі анықталады. Уыттылық шегі орташа тұзға төзімді өсімдіктерде өсу мен дамудың тежелуі байқалатын топырақтағы тұздардың шекті мөлшері ретінде анықталады, жеке иондар үшін келесі уыттылық шектері 100 г топыраққа мг-экв-пен төмендегідей көрсеткіштермен бекітілген: CO_3^{2-} - 0,03; HCO_3^- - 0,8; Cl^- - 0,3; SO_4^{2-} - 1,7 [42].

Негізгі еритін иондардың концентрациясы, яғни карбонат (CO_3^{2-}) зерттеу нысандағы суармалы топырақтардың 0-20 см жырту қабатынан алынған жалпы 54 дана үлгінің, 5 данасынан 0,03 мг/экв пен 0,17 мг/экв арасында анықталды, ал қалған 49 дана үлгілер мен 20-50 см және 50-100 см қабаттарынан алынған үлгілердің мәндері 0-ге тең. Бикарбонат (HCO_3^-) топырақтың үш қабатта да медиана сызығы уыттылық шегінен төмен, олар: 0-20 см қабатында 0,48 мг/экв, 20-50 см қабатта 0,44 мг/экв, және 50-100 см қабатта 0,36 мг/экв. Ал ауытқусыз ауқымды қамтитын топырақ үлгілерінің төменгі шегі 0,25, жоғарғы шегі 0,64. 0-20 см қабатында ауытқулар бойынша 1 үлгі және шектен тыс ауытқыған 2 үлгі бар, ал 20-50 см қабатында 1 үлгі шектен тыс ауытқыған. Хлор ионы (Cl^-) 0-20 см қабатында ауытқусыз ауқымның жоғарғы шегі 0,37 мг/экв-пен шектеледі, яғни хлор ионына бекітілген уыттылық шектен шамалы жоғары жә-

не 50-100 см қабаттарында үлгілердің 50 % шоғырланған ортасын көрсететін 25-75 % қорапшасы мен ауытқусыз ауқымның жоғарғы шегі 0,34 мг/экв-ті құрады, ал медиана сызығы үш қабатта да 0,3 мг/экв-тен төмен орналасқан. 0-20 см қабатында ауытқулар саны 3, шектен тыс ауытқулар 3, 20-50 см қабатында 2 ауытқыған және 1 шектен тыс ауытқыған үлгі бар, сондай-ақ 50-100 см қабатында ауытқыған үлгілер саны 1, шектен тыс ауытқыған үлгілер саны 2. Зерттеу аймағындағы суармалы топырақтардағы сульфат (SO_4^{2-}) қарастырып отырған зерттеу қабаттары төмендеген сайын жоғары мәнге ие, медиана сызығы 0-20 см қабатта 0,8 мг/экв, 20-50 см қабатта 0,62 мг/экв және 50-100 см қабатында 3,33 мг/экв. 25-75 % қорапшасының жоғарғы шегі 0-20 см қабатында сульфат үшін бекітілген уыттылық шегінен төмен (1,33), ал 20-50 см қабатында жоғарғы шегі 1,81 мг/экв-ке тең және ең жоғарғы мәнге ие болған 50-100 см қабатта төменгі шегі 0,73 мг/экв болса жоғарғы шегі 12,35 мг/экв. Ауытқуларсыз ауқымның жоғарғы шегі 0-20 см қабатта 2,52 мг/экв, 20-50 см қабатта 3,94 мг/экв және 50-100 см қабатта 22,56 мг/экв. Ауытқулар 0-20 см қабатта 1 үлгі, 20-50 см қабатта 4 үлгі, ал шектен тыс ауытқығандар 0-20 см қабатта ғана 3 үлгі бар. Зерттеу нысанынан қабаттар бойынша алынған топырақ үлгілерінің негізгі еритін иондардың уыттылық шегіне «қорап сызбасы» арқылы талдау жасауда медиана сызығымен салыстырғанда сульфат, топырақтың 50-100 см қабатында уыттылық шегінен жоғары болды, ал карбонат, бикарбонат және хлор аталған үш қабатта, сонымен қатар сульфат жоғарғы 0-20 см және ортаңғы 20-50 см қабатта медиана сызықтары уыттылық шегінен төмен болды (сурет 2). Ауытқуларсыз ауқымның жоғарғы шегін, ауытқулар және шамадан тыс ауытқыған мәнді көрсеткен топырақ үлгілері зерттеу нысанының оңтүстігінде немесе оңтүстік-батысында орналасқан. Далалық

бақылау кезінде алынған топырақ үлгілерін талдау нәтижесінде тұздану дәрежесі бойынша топырақтар-дың әрбір тобының үлесін бағалау мақсатында мәліметтер кестеде жинақталды (2-кесте). Талдау нәтижесіне сәйкес топырақтың жырту қабатында (0-20 см) тұзданбаған топырақтардың үлесі 90,74 %-ды құраса, бұл көрсеткіш 20-50 см қабатта 78,11 %-ға дейін төмендейді, ал ең төменгі 50-100 см қабатта тұзданбаған топырақтың мөлшері жырту қабатына қарағанда шамамен екі есеге дейін төмендеп, 48,15 %-ды құрайды. Әлсіз тұзданған топырақ 0-20 см қабатында 5,56 % болса, 20-50 см және 50-100 см қабаттарында 14,81 %-ды құрап, шамалы өскен. Орташа тұзданған топырақтардың үлесі 0-20 см қабатында 3,70 %-дан 20-50 см қабаттарында 7,41 %-ға өсіп, төменгі қабаты 50-100 см қабатында 14,81 %-ға жетеді. Ал күшті және өте күшті тұзданған топырақтар 0-20 см және 20-50 см қабаттарында пайыздық үлесі 0-ге тең болса, 50-100 см қабаттарында 22,23 %

күшті тұзданған топырақтарға жатады. Сонымен қатар, бұл талдау топырақ үлгілерінің ұқсас, бірдей нүктелерін алынған және біркелкі суару жүйелерімен суару суын тұтынғанның өзінде, егістік алқаптарының әртүрлі жағдайда орналасуы салдарынан тұздылықтың кеңістікте таралуы бойынша айтарлықтай айырмашылықтар байқалатынын көрсетеді. Алдыңғы зерттеулерде, топырақтың жырту қабатындағы тұздардың көлемінің азаюы, маусымдық кезеңдерге байланысты әлсіз, орташа немесе күшті тұзданған топырақтардың 20-50 см және 50-100 см ұлғаюы, суармалы топырақтардағы тұздардың үздіксіз қозғалыста болатындығы анықталған [43] және бұл жағдай суару кезеңдері мен бастырып суару арасында тығыз байланыс бар екендігін көрсетті [23]. Топырақтағы бірінші және екінші реттік тұзданудың кеңістікте таралу аймағын анықтау ауылшаруашылығы жерлерін тиімді басқаруға сондай-ақ өнімділікті арттыру үшін өте



Сурет 2 - Топырақтағы негізгі еритін ұйтты иондардың максимум, минимум және орташа мәндері үшін қорап сызбасы (барлық мәндер мг/экв)

Кесте 2 -Топырақ үлгілерінің тұздану дәрежесі бойынша жіктелуі пайызбен берілген

№	Тұздану деңгейлері	Тұздану соммасы	Қабаттар		
			0-20 см, (%)	20-50 см, (%)	50-100 см, (%)
1	Тұзданбаған	<0,25	90,74	78,71	48,15
2	Әлсіз тұзданған	0,25-0,5	5,56	14,81	14,81
3	Орташа тұзданған	0,5-1,0	3,70	7,41	14,81
4	Күшті тұзданған	1,0-2,0	0	0	22,23
5	Өте күшті тұзданған	>2,0	0	0	0

Бұл зерттеуде суармалы егін алқаптары топырақтарының тұздану дәрежесі мен және оның кеңістікте таралуын бағалау үшін интерполяцияның IDW (кері қашықтықты өлшеу) және ОК (қарапайым Кригинг) әдістері қолданылды. IDW – іріктеу нүктелерін интерполяциялаудың ең кең таралған әдістерінің бірі болып табылады және интерполяция аймағына ең жақын нүктелермен, сондай-ақ алыста, аз орналасқан нүктелер арасында өзара әсер ететін ілгері болжамға негізделген. Интерполяция ауданы іріктеу нүктелерінің мәніне тікелей байланысты, шашырау нүктелерінің орташа өлшенген шамасы болып табылады және интерполяция нүктесі мен шашырау нүктесі арасындағы қашықтық артқан сайын әрбір шашырау нүктесіне бекітілген салмақ азаяды. Белгісіз нүктелердегі мәндер белгілі нүктелердегі қолжетімді мәндердің орташа өлшенген мәні ретінде бағаланады [44].

IDW және ОК интерполяциясын (сурет 3) топырақ үлгілері алынбаған нүктелер үшін жақсырақ кеңістіктік интерполяция әдісін, біздің зерттеу нысанымыздағы суармалы топырақтың тұздану дәрежесінің таралу үлгісін алу үшін пайдаланылды. Топырақтың су сүзіндісін талдау барысында анықталған тұздану соммасына негізделе отырып, жіктелген тұздылық дәрежесі «Азия Агро Групп» АӨК аумағы топырақтарының жоғарғы метрлік қабатында біршама алуан тұздылығымен ерек

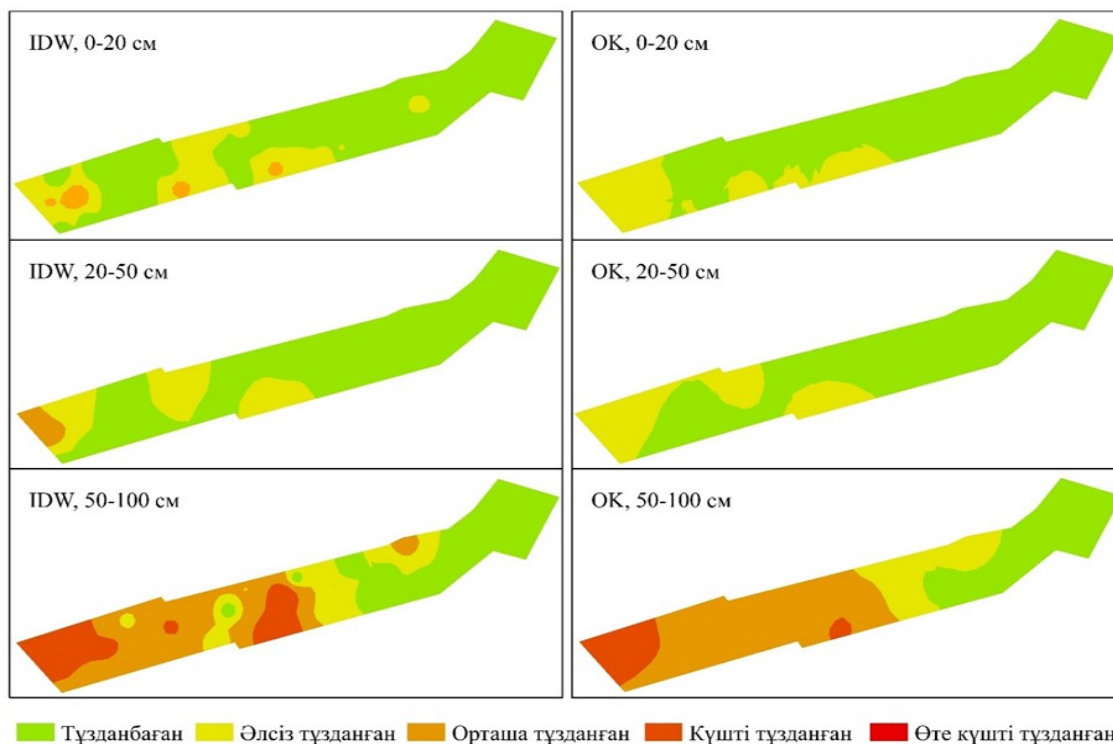
шеленеді жә-не біркелкі таралмаған, оны картографиялық мәліметтерді талдауда IDW және ОК интерполяциясын пайдалана отырып құрастырылған топырақтың тұздану картасынан көруге болады. IDW әдісі арқылы талданған жоғарғы 0-20 см қабаттағы топырақтарда күшті және өте күшті тұзданған топырақ дәрежесінен басқа топырақтың тұздану дәрежесінің барлығы дерлік кездеседі (сурет 3, IDW, 0-20 см). Территорияның бас бөлігі, өзенге жақын орналасқан аумағындағы топырақ тұздарының мөлшері бойынша салыстырмалы түрде қауіпсіз деп айтуға болады. Аумақтың ортаңғы бөлігінің шеткі бөлігі мен оңтүстік жартысы күрделі мелиоративтік жағдайлармен сипатталады, әлсіз және орташа тұзданған топырақтардың едәуір үлкен контурлары бар. Екінші 20-50 см қабаттың топырақтарында да тұздылық дәрежесінің барлығы дерлік болатын контурлар болғанымен, бұл қабат жоғарғы горизонтпен салыстырғанда тұздылығы жағынан аз ала-құла (сурет 3, IDW, 20-50 см). Тұзданған топырақтардың контурлары зерттелетін аумақтың шеткі және соңғы бөліктерінде шоғырланған. Жоғарғы қабаттан айырмашылығы, кішкентай болса да, бірақ орташа тұзданған топырақтардың контурлары бар. Топырақтағы ең төменгі 50-100 см қабатты біршама алуан тұздылықпен сипатталады, өте күшті тұзданған топырақтан басқа күшті, орташа және әлсіз

тұзданған топырақтардың барлығы дерлік дәрежелері бар – тұзданбағаннан жоғары өте күшті тұзданғанға дейін (сурет 3, IDW, 20-50 см).

ОК әдісі арқылы құрастырылған карталар IDW негізінде жасалған карталарға ұқсас болып келгенімен, бір-біріне жақын орналасқан ұқсас мәндері бар шашырау нүктелерінің салмағы артып, жекелеген мәнге ие болған шашырау нүктелерінің салмағы өте азайып кетеді, нәтижесінде тұздану дәрежесі толық қамтылған контурлар қалыптаспайды. Әрі қарай, жалпы зерттелген аумақтың тұздану дәрежесі бойынша топырақтардың әрбір тобының үлесін бағалау үшін алынған мәліметтер кестеде жинақталды (кесте 3).

Нәтижесінде 300 га суармалы егіс алқабының 0-20 см қабатында IDW бойынша 224 га, ОК бойынша 235 га тұзданбаған, әлсіз тұзданған топырақ-

тың ауданы ұқсас мәнге ие 66 га және 65 га. Ал орташа тұзданған топырақтар IDW әдісі бойынша 10 га құраса, ОК әдісі бойынша құрастырылған картада 0-ге тең, себебі ОК бірдей мәндегі шашырау нүктелердің салмағына басымдылық беріп жекелеген мәндегі шашырау нүктелерінің салмағы азаюы салдарынан тұздану дәрежесінің контурларын қалыптастыра алмаған және мұндай жағдай келесі 20-50 см, 50-100 см қабаттарында да қайталанатын. Тұтастай алғанда, топырақ тұздануының ең үлкен аумақтары төменгі 50-100 см қабаттарының топырақтары алып жатыр, IDW бойынша тұзданбаған – 100 га, әлсіз тұзданған – 54 га, орташа тұзданған 92 га және күшті тұзданған – 54 га, өте күшті тұзданған топырақ анықталмаған. Ал ОК бойынша тұзданбаған – 90 га, әлсіз тұзданған – 45 га, орташа тұзданған 153 га және күшті тұзданған – 30 га.



Сурет 3 – Кері қашықтық салмағы (IDW) және қарапайым кригинг (ОК) бойынша топырақ тұздылығының таралу карталары (0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттары бойынша)

Аталған барлық қабаттардағы тұздану дәрежесі негізінен зерттеу аймағының оңтүстік, оңтүстік-батыс бөліктерінде, Бөген өзенінен алыс және суару суының бастау алатын арнасынан қашықтаған сайын байқалды, ол барлау кезінде байқалған суару су ағынының бағытымен байланысты. Бұл суару суын табиғи түрде ағызатын жақын маңда ойпаттың немесе қашыртқы суларды ағызып жіберетін кәріздердің болмауына байланысты суару суын соңғы болып ішкен танаптарда ұстап тұруы немесе топыраққа сіңдіріп жіберуі салдарынан сумен бірге ерітінді күйінде келген тұздар топырақ құрамында қалып қояды. Зерттеу нысанында топырақтағы тұздардың жинақталуының тағыда басты себептерінің бірі, булануға ұшыраған сулардың көп мөлшері. Тұздың жинақталуын бағалау және бақылау үшін топырақтың тұздану картасы қажет. Бұл ақпаратты фермерлер агроэкожүйеге әсер ететін мәселелерді шешуге және алдын алуға көмектесетін тиімді құрал ретінде пайдалануға болады. Сондай-ақ бұл тәсілдің қарапайымдылығы оның қанағаттанарлық дәлдігімен топырақтың тұздануын болжауға және картаға түсіруге үлкен септігін тигізеді [45]. Тұздану дәрежесі жоғары топырақтардың контурлары негізінен мелиоративтік жағдайы нашарлаудың бастапқы кезеңіне тән сипатқа ие. Суармалы алқаптың мелиоративтік жағдайын жақсарту шаралары қазір қабылданбаса, онда бұл шағын контурлар ұлғайған, тұздану үрдісі

жүріп жатқан сипатқа ие болады және одан әрі жағдайдың нашарлауымен үздіксіз тұздануға айналады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл зерттеу жұмысының негізінде «Азия Агро Групп» АӨК суармалы топырақтарының тұздану дәрежесін, сондай-ақ тұздардың кеңістікте таралуын анықтау үшін далалық зерттеу жұмыстары жүргізілді және кері қашықтық салмағы (IDW) мен қарапайым кригинг (OK) интерполяция әдістері арасында салыстыру жұмыстары жүргізіліп, дәлдігі жоғары болған интерполяция әдісі арқылы топырақтың тұздану картасы жасалып, талдау жүргізілді. Топырақтың тұздылығының кеңістікте таралуын бағалауда тиімділігі нақтыланған әдісті таңдау, тұзданған топырақтарды оңтайлы басқару және екінші реттік тұзданудың қауіптілігін алдын алу мүмкіндіктерін қарастыру үшін өте маңызды. Бұл зерттеуде 300 га суармалы егін алқабына бір метр тереңдікте 0-20 см, 20-50 см және 50-100 см қабаттарындағы тұздылықты зерттеу үшін топырақтың химиялық құрамы бойынша су сүзіндісін талдау нәтижесінде алған иондар мен катиондарды, тұздану соммасы және натрийдің адсорбциялық коэффициенті (SAR) және IDW және OK интерполяция әдістері бағаланды. Нәтижесінде, тұздан зардап шеккен аймақтарды бағалау үшін OK интерполяциясы арқылы алынған нәтижелерге қарағанда IDW әдісі дәлірек болды.

Кесте 3 – IDW және OK әдістерімен анықталған тұздану дәрежесінің кеңістікте таралу көлемі

№	Тұздану деңгейлері	0-20 см, (га)		20-50 см, (га)		50-100 см, (га)	
		IDW	OK	IDW	OK	IDW	OK
1	Тұзданбаған	224	235	238	232	100	90
2	Әлсіз тұзданған	66	65	52	68	54	45
3	Орташа тұзданған	10	0	10	0	92	135
4	Күшті тұзданған	0	0	0	0	54	30
5	Өте күшті тұзданған	0	0	0	0	0	0

Біздің жағдайда кәріз жүйесі мен топырақтың тұздылығы арасындағы байланыс агрожүйені басқарудың негізгі факторы болып, суармалы алқап жүйелердегі суды тұрақты басқарудың маңыздылығын атап көрсетеді. Қорыта келе тұздану соммасына және топырақтың тұздылығының таралу карталарына сүйенсек, аталған барлық қабаттардағы алынған нәтижелер топырақтың тұздылығы жоғары дәрежесі негізінен зерттеу аймағының оңтүстік, оңтүстік-батыс бөліктерінде, Бөген өзенінен алыс және суару суының бастау алатын арнасынан қашықтаған сайын 0-20 см қабатта аздап және 50-100 см қабатында көп мөлшерде тұздардың шоғырланғаны анықталды. Ал өзенге жақын орналасқан аумақтарда өсімдіктердің төзімділігіне сәйкес келетін тұздылық тобына жататынын көрсетті, бірақ бұл жоғарыда аталған тұздардың шоғырланған аумағына ұсынылмайды.

Осылайша, топырақ тұздылығының кеңістікте таралуын бағалауға арналған бұл әдіс (IDW) жақсы көрсеткіш болып табылады және оны «Азия Агро Групп» АӨК суармалы топырақтарында пайдалана алды, нәтижесінде топырақтың 0-20 см қабатында 224 га тұзданба-

ған, әлсіз тұзданған – 66 га, орташа тұзданған – 10 га және 20-50 см қабаттарының мәндері осыған ұқсас. Ал төменгі 50-100 см қабаттарында тұзданбаған – 100 га, әлсіз тұзданған – 54 га, орташа тұзданған 92 га және күшті тұзданған – 54 га, өте күшті тұзданған топырақ тіркелмеген болып топырақ тұздылығының дәрежесі мен кеңістікте таралу туралы карта құрастырылып бағаланды. Сонымен қатар ауыл шаруашылығы жүйелерін тиімді басқару бағдарламаларын және тұрақты пайдалануды жүзеге асыру үшін осыған ұқсас аймақтарға шешім қабылдауға болады. Топырақтың тұздылығын анықтауда интерполяция әдісін қолдану, далалық зерттеулерде көп уақытты қажет ететін және шығынды деп есептелетін ауқымды деректерді жинау, сынама нүктелерінің санын азайтуға мүмкіндік берді. Алайда, құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда суармалы және суарылмайтын (жаңбырмен суарылатын) егіншілікпен айналысатын аумақтар үшін топырақтың тұздылығын картаға түсірудің дәлдігін мүмкіндігінше арттыруды қарастыратын болсақ, қашықтықтан зерделеу әдістерін қолдану үшін қосымша зерттеулер қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Shrivastava P., Kumar R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation// Saudi journal of biological sciences. – 2015. – T. 22. – №. 2. – C. 123-131.
- 2 Li S. et al. Remediation of saline-sodic soil using organic and inorganic amendments: physical, chemical, and enzyme activity properties// Journal of Soils and Sediments. – 2020. – T. 20. – C. 1454-1467.
- 3 Singh A. Soil salinization management for sustainable development: A review// Journal of environmental management. – 2021. – T. 277. – C. 111383.
- 4 Eswar D., Karuppusamy R., Chellamuthu S. Drivers of soil salinity and their correlation with climate change// Current Opinion in Environmental Sustainability. – 2021. – T. 50. – C. 310-318.
- 5 Zaman M. et al. Soil salinity: Historical perspectives and a world overview of the problem// Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques. – 2018. – C. 43-53.
- 6 Mao W. et al. Yellow River sediment as a soil amendment for amelioration of saline land in the Yellow River Delta// Land Degradation & Development. – 2016. – T. 27. – №. 6. – P. 1595-1602.

7 Tokbergenova A., Kiyassova L., Kairova S. Sustainable Development Agriculture in the Republic of Kazakhstan// Polish Journal of Environmental Studies. – 2018. – Т. 27. – № 5. – P. 1923–1933.

8 Suska-Malawska M. et al. Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan// Agronomy. – 2022. – Т. 12. – № 5. – P. 1207.

9 Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2006 год. Астана, 2007, 179 с.

10 Laiskhanov, S. U. et al. A Study of the Effects of Soil Salinity on the Growth and Development of Maize (*Zea Mays* L.) by using Sentinel-2 Imagery// OnLine Journal of Biological Sciences. – 2022. – Т. 22. – № 3. – P. 323-332.

11 Мазиров М.А. и др. Комплексный мониторинг плодородия почв различных агроландшафтов: учебное пособие. – 2020. – С. 5-111.

12 Duan Y. et al. Driving factor identification for the spatial distribution of soil salinity in the irrigation area of the SyrDarya river, Kazakhstan / Agronomy. – 2022. – Т. 12. – № 8. – P. 1912.

13 Allison L. E., Richards L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. – Soil and Water Conservative Research Branch, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, 1954. – № 60. – P. 17-19.

14 Duisikov S. N. et al. The operational method of conducting large-scale salt survey and drawing salinity level maps of irrigated lands of the Akdalinsky array// Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015. – Т. 12. – P. 547-557.

15 Yang Y. et al. Sustainable intensification of high-diversity biomass production for optimal biofuel benefits// Nature Sustainability. – 2018. – Т. 1. – № 11. – P. 686-692.

16 Juan P. et al. Geostatistical methods to identify and map spatial variations of soil salinity// Journal of Geochemical Exploration. – 2011. – Т. 108. – № 1. – P. 62-72.

17 Mousavi S. R. et al. Evaluating inverse distance weighting and kriging methods in estimation of some physical and chemical properties of soil in Qazvin Plain// Eurasian Journal of Soil Science. – 2017. – Т. 6. – № 4. – P. 327-336.

18 Pulatov A. et al. Soil salinity mapping by different interpolation methods in Mirzaabad district, Syrdarya Province// IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 883. – №. 1. – P. 012089.

19 Tunçay T. et al. Assessment of Inverse Distance Weighting IDW Interpolation on Spatial Variability of Selected Soil Properties in the Cukurova Plain// Journal of Agricultural Sciences. – 2016. – Т. 22. – №.3. – P. 377-384.

20 Robinson T. P., Metternicht G. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties// Computers and electronics in agriculture. – 2006. – Т. 50. – №. 2. – P. 97-108.

21 Emadi M., Baghernejad M. Comparison of spatial interpolation techniques for mapping soil pH and salinity in agricultural coastal areas, northern Iran// Archives of Agronomy and Soil Science. – 2014. – Т. 60. – № 9. – P. 1315-1327.

22 Laiskhanov S. U. et al. Dynamics of Soil Salinity in Irrigation Areas in South Kazakhstan// Polish Journal of Environmental Studies. – 2016. – Т. 25. – № 6. – P. 2469-2475.

23 Smanov Z. M. et al. Mapping of Cornfield Soil Salinity in Arid and Semi-Arid Regions// Journal of Ecological Engineering. – 2023. – Т. 24. – № 1. – С. 146-158.

24 Pachikin K., Erokhina O., Funakawa S. Soils of Kazakhstan, their distribution and mapping// Novel measurement and assessment tools for monitoring and management of land and water resources in agricultural landscapes of Central Asia. – 2014. – P. 519-533.

- 25 Носин В. А., Федорин Ю. В., Фриев Т. А. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований. - М.: Колос, - 1973. - С. 43.
- 26 Варенников В.М., Губин Е.И., Котляров В.Н., Тажмагамбетов Т.К. и др. Инструкция по проведению крупномасштабных (1:1000–1:100000) геоботанических изысканий природных кормовых угодий Республики Казахстан. – Алматы, 1995. – С. 4-5.
- 27 Базилевич Н. И., Панкова Е. И. Опыт классификации почв по засолению// Почвоведение. – 1968. – № 11. – С. 3-16.
- 28 Панкова Е. И. Оценка засоления и опыт составления крупномасштабных карт засоления почв (на примере Джизакской степи)// Бюллетень почвенного Института им. ВВ Докучаева. – 1972. – №. 5. – С. 41-51.
- 29 Корниенко В. А., Коробкин В. А. К вопросу составления карт засоленности //Вестник АН КазССР. – 1976. – № 1. – С. 54-56.
- 30 Кан В. М. Временные методические указания по проведению почвенно-мелиоративных изысканий, составлению проектно-сметной документации и мелиорации солонцеватых и содово-засоленных орошаемых почв Казахской ССР. – 1985. – С. 85.
- 31 Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во. МГУ, 1970. – С. 489.
- 32 Aleksandrova L. N., Naidenova O. A. Laboratory practice in soil science. Russian. Kolos, Leningrad. – 1976.– P. 294.
- 33 Lu G. Y., Wong D. W. An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique //Computers & geosciences. – 2008. – Т. 34. – № 9. – P. 1044-1055.
- 34 Shahbeik S. et al. Comparison between ordinary kriging (OK) and inverse distance weighted (IDW) based on estimation error. Case study: Dardevey iron ore deposit, NE Iran //Arabian Journal of Geosciences. – 2014. – Т. 7. – С. 3693-3704.
- 35 Mmolawa K., Or D. Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review // Plant and soil. – 2000. – Т. 222. – № 1-2. – P. 163-190.
- 36 Bernstein L. Crop growth and salinity //Drainage for agriculture. – 1974. – Т. 17. – С. 39-54.
- 37 Zhang W. et al. Hydrochemical characteristics and irrigation suitability of surface water in the Syr Darya River, Kazakhstan //Environmental monitoring and assessment. – 2019. – Т. 191. – С. 1-17.
- 38 Nielsen D. R., Wierenga P. J., Biggar J. W. Spatial soil variability and mass transfers from agricultural soils //Chemical mobility and reactivity in soil systems. – 1983. – Т. 11. – P. 65-78.
- 39 Ковда В. А. и др. Классификация почв по степени и качеству засоления в связи с солеустойчивостью растений //Ботанический журнал. – 1960. – Т. 45. – № 8. – С. 1123-1131.
- 40 Laiskhanov S. U. et al. Dynamics of Microbiological Activity of Soils in the Natural Landscapes of the Shaulder Massif (The Mid-Stream of the Syr Darya River) //Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2018. – Т. 10. – № 7. – P. 1697-1700.
- 41 Строганов Б. П., Иваницкая Е. Ф. Влияние почвенного засоления на прочность связи хлорофилла с белками хлоропластов у хлопчатника //Докл. АН СССР. – 1954. – Т. 48. – С. 497-499.
- 42 Мамутов Ж. У. и др. Интерпретация данных водной вытяжки из засоленных почв //Алматы: Полиграфия-Сервис К. – 2011. – С. 75.

43 Poshanov M. N. et al. The Effects of the Degree of Soil Salinity and the Biopreparation on Productivity of Maize in the Shaulder Irrigated Massif //OnLine Journal of Biological Sciences. – 2022. – T. 22. – № 1. – С. 58-67.

44 Wackernagel H., Wackernagel H. Ordinary kriging //Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications. – 2003. – С. 79-88.

45 Jordán M. M. et al. Spatial dynamics of soil salinity under arid and semi-arid conditions: geological and environmental implications //Environmental geology. – 2004. – T. 45. – С. 448-456.

REFERENCES

1 Shrivastava P., Kumar R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation// Saudi journal of biological sciences. – 2015. – T. 22. – № 2. – С. 123-131.

2 Li S. et al. Remediation of saline-sodic soil using organic and inorganic amendments: physical, chemical, and enzyme activity properties //Journal of Soils and Sediments. – 2020. – T. 20. – С. 1454-1467.

3 Singh A. Soil salinization management for sustainable development: A review// Journal of environmental management. – 2021. – T. 277. – С. 111383.

4 Eswar D., Karuppusamy R., Chellamuthu S. Drivers of soil salinity and their correlation with climate change// Current Opinion in Environmental Sustainability. – 2021. – T. 50. – С. 310-318.

5 Zaman M. et al. Soil salinity: Historical perspectives and a world overview of the problem//Guideline for salinity assessment, mitigation and adaptation using nuclear and related techniques. – 2018. – С. 43-53.

6 Mao W. et al. Yellow River sediment as a soil amendment for amelioration of saline land in the Yellow River Delta //Land Degradation & Development. – 2016. – T. 27. – № 6. – С. 1595-1602.

7 Tokbergenova A., Kiyassova L., Kairova S. Sustainable Development Agriculture in the Republic of Kazakhstan //Polish Journal of Environmental Studies. – 2018. – T. 27. – № 5.

8 Suska-Malawska M. et al. Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan// Agronomy. – 2022. – T. 12. – № 5. – С. 1207.

9 Svodnyj analiticheskij otchet o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazahstan za 2006 god. Astana, 2007, 179 s.

10 Laiskhanov, S. U. et al. A Study of the Effects of Soil Salinity on the Growth and Development of Maize (Zea Mays L.) by using Sentinel-2 Imagery// OnLine Journal of Biological Sciences. – 2022. – T. 22. – № 3. – С. 323-332.

11 Mazirov M. A. i dr. Kompleksnyj monitoring plodorodiya pochv razlichnyh agrolandshaftov: uchebnoe posobie. – 2020. – P. 5-111.

12 Duan Y. et al. Driving factor identification for the spatial distribution of soil salinity in the irrigation area of the SyrDarya river, Kazakhstan//Agronomy. – 2022. – T. 12. – № 8. – P. 1912.

13 Allison L. E., Richards L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. – Soil and Water Conservative Research Branch, Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, 1954. – № 60. – С. 17-19.

14 Duisekov S. N. et al. The operational method of conducting large-scale salt survey and drawing salinity level maps of irrigated lands of the Akdalinsky array// Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015. – T. 12. – С. 547-557.

- 15 Yang Y. et al. Sustainable intensification of high-diversity biomass production for optimal biofuel benefits// *Nature Sustainability*. – 2018. – Т. 1. – № 11. – С. 686-692.
- 16 Juan P. et al. Geostatistical methods to identify and map spatial variations of soil salinity// *Journal of Geochemical Exploration*. – 2011. – Т. 108. – № 1. – С. 62-72.
- 17 Mousavi S. R. et al. Evaluating inverse distance weighting and kriging methods in estimation of some physical and chemical properties of soil in Qazvin Plain// *Eurasian Journal of Soil Science*. – 2017. – Т. 6. – № 4. – С. 327-336.
- 18 Pulatov A. et al. Soil salinity mapping by different interpolation methods in Mirzaabad district, Syrdarya Province// *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – IOP Publishing, 2020. – Т. 883. – № 1. – С. 012089.
- 19 Tunçay T. et al. Assessment of Inverse Distance Weighting IDW Interpolation on Spatial Variability of Selected Soil Properties in the Cukurova Plain// *Journal of Agricultural Sciences*. – 2016. – Т. 22. – № 3. – С. 377-384.
- 20 Robinson T. P., Metternicht G. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties// *Computers and electronics in agriculture*. – 2006. – Т. 50. – № 2. – С. 97-108.
- 21 Emadi M., Baghernejad M. Comparison of spatial interpolation techniques for mapping soil pH and salinity in agricultural coastal areas, northern Iran// *Archives of Agronomy and Soil Science*. – 2014. – Т. 60. – № 9. – С. 1315-1327.
- 22 Laishanov S. U. et al. Dynamics of Soil Salinity in Irrigation Areas in South Kazakhstan// *Polish Journal of Environmental Studies*. – 2016. – Т. 25. – № 6. – С. 2469-2475.
- 23 Smanov Z. M. et al. Mapping of Cornfield Soil Salinity in Arid and Semi-Arid Regions// *Journal of Ecological Engineering*. – 2023. – Т. 24. – № 1. – С. 146-158.
- 24 Pachikin K., Erokhina O., Funakawa S. Soils of Kazakhstan, their distribution and mapping// *Novel measurement and assessment tools for monitoring and management of land and water resources in agricultural landscapes of Central Asia*. – 2014. – С. 519-533.
- 25 Nosin V. A., Fedorin YU. V., Frieв T. A. Obshchesoyuznaya instrukciya po pochvennym obsledovaniyam i sostavleniyu krupnomasshtabnyh pochvennyh kart zemlepol'zovaniy// M.: Kolos-S. – 1973. – S. 43.
- 26 Varennikov V.M., Gubin E.I., Kotlyarov V.N., Tazhmagambetov T.K. i dr. Instrukciya po provedeniyu krupnomasshtabnyh (1:1000 – 1:100000) geobotanicheskikh izyskanij prirodnih kormovyh ugodij Respubliki Kazahstan. – Almaty, 1995. – S. 4-5.
- 27 Bazilevich N. I., Pankova E. I. Opyt klassifikacii pochv po zasoleniyu// *Pochvovedenie*. – 1968. – № 11. – S. 3-16.
- 28 Pankova E. I. Ocenka zasoleniya i opyt sostavleniya krupnomasshtabnyh kart zasoleniya pochv (na primere Dzhizakskoj stepi)// *Byulleten' pochvennogo Instituta im. VV Dokuchaeva*. – 1972. – № 5. – S. 41-51.
- 29 Kornienko V. A., Korobkin V. A. K voprosu sostavleniya kart zasolennosti// *Vestnik AN KazSSR*. – 1976. – № 1. – S. 54-56.
- 30 Kan V. M. Vremennye metodicheskie ukazaniya po provedeniyu pochvenno-meliorativnyh izyskanij, sostavleniyu proektno-smetnoj dokumentacii i melioracii soloncevatyh i sodovo-zasolennyh oroshaemyh pochv Kazahskoj SSR. – 1985. – S. 85.
- 31 Arinushkina E. V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. M., izd. MGU// Moskva. – 1970. – S. 489.
- 32 Aleksandrova L. N., Naidenova O. A. Laboratory practice in soil science// (Russian.) Kolos, Leningrad. – 1976. – С. 294.
- 33 Lu G. Y., Wong D. W. An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique// *Computers & geosciences*. – 2008. – Т. 34. – № 9. – P. 1044-1055.

- 34 Shahbeik S. et al. Comparison between ordinary kriging (OK) and inverse distance weighted (IDW) based on estimation error. Case study: Dardevey iron ore deposit, NE Iran// Arabian Journal of Geosciences. – 2014. – Т. 7. – P. 3693-3704.
- 35 Mmolawa K., Or D. Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review// Plant and soil. – 2000. – Т. 222. – № 1-2. – P. 163-190.
- 36 Bernstein L. Crop growth and salinity// Drainage for agriculture. – 1974. – Т. 17. – С. 39-54.
- 37 Zhang W. et al. Hydrochemical characteristics and irrigation suitability of surface water in the Syr Darya River, Kazakhstan// Environmental monitoring and assessment. – 2019. – Т. 191. – P. 1-17.
- 38 Nielsen D. R., Wierenga P. J., Biggar J. W. Spatial soil variability and mass transfers from agricultural soils //Chemical mobility and reactivity in soil systems. – 1983. – Т. 11. – С. 65-78.
- 39 Kovda V. A. i dr. Klassifikaciya pochv po stepeni i kachestvu zasoleniya v svyazi s soleustojchivost'yu rastenij //Botanicheskij zhurnal. – 1960. – Т. 45. – № 8. – С. 1123-1131.
- 40 Laishanov S. U. et al. Dynamics of Microbiological Activity of Soils in the Natural Landscapes of the Shoulder Massif (The Mid-Stream of the Syr Darya River)// Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2018. – Т. 10. – № 7. – С. 1697-1700.
- 41 Stroganov B. P., Ivanickaya E. F. Vliyanie pochvennogo zasoleniya na prochnost' svyazi hlorofilla s belkami hloroplastov u hlochatnika// Dokl. AN SSSr. – 1954. – Т. 48. – С. 497-499.
- 42 Mamutov ZH. U. i dr. Interpretaciya dannyh vodnoj vytyazhki iz zasolennykh pochv// Almaty: Poligrafiya-Servis K. – 2011. – С. 75.
- 43 Poshanov M. N. et al. The Effects of the Degree of Soil Salinity and the Biopreparation on Productivity of Maize in the Shoulder Irrigated Massif// OnLine Journal of Biological Sciences. – 2022. – Т. 22. – № 1. – С. 58-67.
- 44 Wackernagel H., Wackernagel H. Ordinary kriging// Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications. – 2003. – С. 79-88.
- 45 Jordán M. M. et al. Spatial dynamics of soil salinity under arid and semi-arid conditions: geological and environmental implications// Environmental geology. – 2004. – Т. 45. – С. 448-456.

РЕЗЮМЕ

Ж.М. Сманов^{1*}, А.И. Сулейменова¹, М.Н. Пошанов¹, С.Н. Дүйсеков¹, А.С. Вырахманова¹
СОВРЕМЕННОЕ МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ И МЕТОДИКА
ИХ ИЗУЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ СПК «АЗИА АГРО ГРУПП»

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75В, Казахстан,

*e-mail: zhassulan.smanov1307@gmail.com

В засушливых и полувзасушливых регионах, в том числе на орошаемых территориях бассейна реки Сырдарья, расположенных в южной части Казахстана, из-за чрезмерного засоления почв, увеличивается площадь земель, отнесенная к категории «бросовых» или «залежных», что приводит к серьезным социальным, возрастающим день ото дня экономическим и экологическим проблемам. В настоящее время из-за ухудшения мелиоративного состояния орошаемых пахотных земель в четырех южных областях Казахстана выведено из оборота 236,9 тыс. га, что составляет 15,2 % от 1,55 млн га. В связи с этим, в первую очередь экономически целесообразно определить пути решения проблемы засоления и его пространственного распространения, и в то же время очень

важно тщательное изучение их рационального использования методом ГИС, что намного эффективнее традиционных методов исследования. Основной целью данной научно-исследовательской работы являлось проведение полевых исследований для определения степени засоления почв, а также его пространственного распределения и сравнение методов интерполяции методом обратного взвешивания по расстоянию (IDW) и обычного кригинга (OK) при оценке текущего мелиоративного состояния орошаемых почв СПК «Азия Агро Групп», составление карты засоления почв методом высокоточной интерполяции. Для этого по химическому составу водной вытяжки почвенных проб, отобранных из слоев 0-20 см, 20-50 см и 50-100 см на 300 га орошаемой пашни, были определены степень засоления и коэффициент адсорбции натрия (SAR). В результате изучения почвенных данных были применены методы статистического анализа, показывающие предел токсичности ионов. Затем с использованием обработанных данных о засолённости почв, полученных в результате полевого обследования, были созданы карты засоления и определены контуры засоленных почв каждого слоя путем интерполяции IDW и OK. Во время применения этих двух интерполяций IDW полностью покрывала значения выбранных точек на картировании и показывала более полные изолинии засоленности, чем интерполяция OK. В результате установлено, что в верхнем 0-20 см слое почвы на 224 га не засолены, на 66 га слабозасолены, а на 10 га средnezасолены, на 20-50 см почв получены аналогичные данные. В нижнем 50-100 см слое, незасоленных - 100 га, слабозасоленных - 54 га, средnezасоленных - 92 га и сильнозасоленных - 54 га, очень сильнозасоленных почв не выявлено.

SUMMARY

Zh.M. Smanov^{1*}, A.I. Suleimenova¹, M.N. Poshanov¹, S.N. Duysekov¹, A.S. Vyrahmanova¹
MODERN RECLAIM STATE OF IRRIGATED SOILS AND THE METHOD OF ITS STUDY ON
THE EXAMPLE OF APC "AZIA AGRO GROUP"

¹ *Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after
U.U. Usmanov, 050060, Almaty, 75B, al-Farabi, Ave., Kazakhstan,
e-mail: zhassulan.smanov1307@gmail.com

In arid and semi-arid regions, including the irrigated areas of the SyrDarya River basin in the southern part of Kazakhstan, due to excessive soil salinization the area of land classified as "abandoned" or "virgin lands" is growing. This causes significant daily socio-economic and environmental issues. Currently, 236.9 thousand hectares, or 15.2% of the 1.55 million hectares, have been removed from circulation due to the deterioration of the irrigated arable land reclamation condition in Kazakhstan's four southern regions. In this regard, it is first and foremost economically viable to identify solutions to the salinity and its spatial distribution problems, and it is also crucial to carefully study their rational application by GIS, which is much more effective than conventional research methods. The main goal of this research was to conduct field studies to assess the current state of reclamation of irrigated soils of the APC "Asia Agro Group", map soil salinity by high-precision interpolation, and compare the methods of interpolation by the method of IDW and OK. For this, soil samples were collected from layers of 0–20 cm, 20–50 cm, and 50–100 cm per 300 ha of irrigated arable land. The chemical composition of the water extract was used to calculate the degree of salinity and the sodium adsorption coefficient (SAR). The limit of ion toxicity was revealed by statistical analysis techniques after the analysis of sediment data. As a result of the study of soil data, statistical analysis methods were analyzed, showing the limit of ion toxicity threshold. The contours of the saline soils of each layer were then determined by interpolating IDW and OK using the processed soil salinity data from the field survey to generate salinity maps. During the application of these two interpolations, IDW completely covered the values of the chosen mapping points and displayed more thorough salinity contours than the OK interpolation. As a result, in the upper 0-20 cm layer, 224 ha of non-saline, 66 ha of slightly saline, 10 ha of moderately saline, and similar data are obtained for 20-50 cm of soils. In the lower 50-100 cm layer, non-

saline - 100 ha, slightly saline - 54 ha, moderately saline - 92 ha and strongly saline - 54 ha, very strongly saline soils were not found.

Key words: saline soils, irrigated area, sum of salts, interpolation, inverse distance weight, ordinary kriging, sodium adsorption coefficient.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР

1 Сманов Жасұлан Маратұлы – Тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің кіші ғылыми қызметкері, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, e-mail: zhassulan.smanov1307@gmail.com

2 Сулейменова Алтынай Изтелеуовна – Тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің ғылыми қызметкері, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, e-mail: s.altynai87@mail.ru

3 Пошанов Мақсат Нұрбайұлы – Тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің меңгерушісі, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, e-mail: maksat_90.okkz@mail.ru

4 Дүйсеков Сәкен Нұржанұлы – Тұзданған топырақтарды мелиорациялау бөлімінің ғылыми қызметкері, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, e-mail: saken-muslim@mail.ru

5 Вырахманова Асем Сабиткановна – Ғылыми хатшы, PhD, e-mail: asem-v80@mail.ru