







Г.Т. Исанова^{1,2} , К.М. Тыныбаева¹ , А.Б. Садуахас^{1*} ,
Қ.Қ. Құлымбет¹ , А.К. Калыбаева¹ , С.И. Танирберген¹ 

¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану

және агрохимия ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан, Алматы қ.

²Орталық Азия экология және қоршаған орта ғылыми-зерттеу орталығы (Алматы),

Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail: saduakhas.amandyk@gmail.com

СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС АРАЛ ТЕҢІЗІНІҢ ҚҰРҒАҒАН ТАБАНЫНЫҢ ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛГІЛЕРІ МЕН ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ТАЛДАУ

Арал теңізінің құрғаған бетінде топырақ түзілудің өзіндік үрдістері жүреді. Алдымен құрғаған теңіз бетінде теңіз маңының топырақтары түзіледі де, олардың ары қарай дамуы шөлді зоналық тип бойынша жүреді. Бастапқы қатты тұздану мен карбонаттылық фонында топырақ түзілу үрдістерінің әлсіз түрде дамуы жалпы заңдылық болып табылады.

Жүргізілген далалық зерттеулер нәтижесінде Солтүстік-шығыс Арал маңында таралған негізгі топырақ типтері мен олардың морфологиялық белгілері, химиялық құрамдары (катиондар мен аниондар, гумус, CO₂, рН, сіңірілген негіздер), топырақтардағы ауыр металдар мөлшерлері (жалпы және жылжымалы) және ол топырақтардың тұздануының белгілі бір жақтары анықталды. Зерттеу аймағында келесі топырақ типтері анықталды: кәдімгі сор топырақ, тақыр тәрізді сор топырақ, тақырланған сор топырақ, шалғынды сор топырақ, теңіз маңының сор топырағы, шөлдің құмы, шөлдің тұзданбаған қоңыр топырағы. Арал теңізінің құрғауы нәтижесінде Солтүстік-шығыс Арал маңы топырақтарының өзгерістеріне салыстырмалы бағалау жүргізілді.

Теңіздің түбінің жалаңаштанған бетінде топырақ жамылғысының қалыптасуы мен дамуының басты факторы – шөлдік климат болып табылады. Бұл фактор теңіз тартылғаннан кейін тұздану үрдісінің дамуы мен аумақтың ары қарай тез аридизациялануына себепші болады.

Түйін сөздер: топырақ, сор топырақ, тұздану, топырақтар морфологиясы, карбонаттар, сіңірілген негіздер, ауыр металдар, дефляция, аридизация.

G.T. Issanova^{1,2}, K.M. Tynybaeva¹, A.B. Saduakhas^{1*},
K.K. Kulymbet¹, A.K. Kalybaeva¹, S.I. Tanirbergenov¹

¹U.U. Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Kazakhstan, Almaty

²Research Centre for Ecology and Environment of Central Asia (Almaty), Kazakhstan, Almaty

*e-mail: saduakhas.amandyk@gmail.com

Analysis of morphological features and chemical properties of the dried seabed soils of the North-Eastern Aral Sea region

On the dried-out surface of the Aral Sea, peculiar soil-formation processes take place. First, littoral soils whose development proceeds according to the zonal desert type. The general pattern is weak development of soil-forming processes on the background of strong initial salinity and carbonation.

As a result of conducted field researches the basic types of soils and their morphological, chemical properties, content of heavy metals (gross and mobile) and specific features of salinization of soils of north-eastern Aral region are determined.

The following soil types have been identified: typical solonchak, takyr-like and takyr solonchak, meadow solonchak, seaside solonchak, desert sand, brown desert non-saline soils. A comparative assessment of soil changes in the Eastern Aral Sea region as a result of the Aral Sea desiccation has been carried out. The leading factor of soil cover formation and development on the exposed seabed surfaces is the desert climate, which determines the development of salinization process after the sea receded, followed by rapid aridization of the area.

Key words: soil, solonchak, salinity, soil morphology, carbonates, absorbed bases, heavy metals, deflation, aridization.

Г.Т. Исанова^{1,2}, К.М. Тыныбаева¹, А.Б. Садуахас^{1*},
К.К. Кулымбет¹, А.К. Калыбаева¹, С.И. Танирбергенов¹

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения
и агрохимии имени У.У. Успанова, Казахстан, г. Алматы

²Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды
Центральной Азии (Алматы), Казахстан, г. Алматы

*e-mail: saduakhas.amandyk@gmail.com

Анализ морфологических признаков и химических свойств почв обсохшего дна Северо-Восточного Приаралья

На высохшем дне Аральского моря происходят своеобразные процессы почвообразования. В первую очередь, приморские почвы, развитие которых протекает по зональному пустынному типу. Общей закономерностью является слабое развитие процессов почвообразования на фоне сильного исходного засоления и карбонатности.

В результате проведенных полевых исследований определены основные типы почв и их морфологические, химические свойства, содержание тяжелых металлов (валовый и подвижный) и специфические черты засоления почв Северо-Восточного Приаралья.

Определены следующие типы почв: солончак обыкновенный, солончак такыровидный и отакыренный, солончак луговой, солончак приморской, песок пустынный, бурая пустынная незасоленная почва. Проведена сравнительная оценка изменения почв Восточного Приаралья в результате обсыхания Аральского моря. Ведущий фактор формирования и развития почвенного покрова на обнажившихся поверхностях морского дна – пустынный климат, определяющий после отступления моря развитие процесса засоления с последующей быстрой аридизацией территории.

Ключевые слова: почва, солончак, засоление, морфология почв, карбонаты, поглощенные основания, тяжелые металлы, дефляция, аридизация.

Кіріспе

Арал маңы топырақтарының экологиялық және химиялық жағдайы көптеген отандық және шет елдік зерттеулердің арқауы болды. Соған қарамастан, бұл қазіргі таңда егжей-тегжейлі зерттеуді қажет ететін маңызды мәселелердің бірі.

Арал теңізінің құрғаған табанының бетін және Арал маңы топырақтарының мониторингін жүргізу, ондағы жүріп жатқан үрдістердің динамикасын зерттеу, аймақтың экологиялық жағдайын бағалау әлі күнге дейін өзекті сұрақ болып табылады (Томина, 2009: 11-15; Козыбаева, 2015; Международный Фонд спасения Арала, 2003).

Арал теңізінің құрғаған жерлеріндегі түп шөгінділерінде топырақ түзілу үрдістері тән. Теңіздің құрғаған табанының жалпы ауданы 1,8 млн. га, олардың 60 %-ы – сор топырақтар (Issanova, 2015, 12:3213-3224).

Қазіргі таңда Арал теңізінің құрлық белдеулері жүз елу шақырымнан астам. Жалаңаштанған түп шөгінділері теңіз, өзен және аралас генезисті шөгінділерден тұрады.

Теңіздің құрғаған табанының жазық жер бедері, территорияның ағынсыз тегіс болуы және жер асты суларының жер бетіне жақын орналасуы топырақтардың қарқынды тұздануына

жағдай жасайды. Сол себепті құрғаған жерлердің негізгі бөлігінде сор топырақтар таралған.

Арал теңізінің құрғаған жерлерінде топырақ түзуші факторлардың әсерімен дамуы негізінде шөлді-зоналық типтегі теңіз маңы топырақтары түзіледі.

Теңіз түбінің топырақтары кешенінде шалғынды-батпақты, тақыр тәрізді, сор (алғашқы, теңіз маңы, қабыршақты, қабыршақты-үлпекті, сор), теңіз маңы топырақтары, құмдар басым болып келеді (Почвы Казахской ССР, 1983: 238-248; Фаизов, 2003: 97-101).

Өзгеріп отыратын гидрогеологиялық жағдайлар мен аридті климаттың әсерінен уақыт бойынша топырақтардың дамуы гидроморфтыдан автоморфтыға алмаса отырып жүреді.

Жеңіл литологиялық құрамда топырақтардың дамуы әдетте эолдық эрозиялық-аккумулятивті жер бедерінің түзілуімен аяқталады. Ауыр механикалық құрамда жетілген сор типтегі шөл топырақтары түзіледі, олар уақыт өте келе тақыр топырақтарға өзгереді. Жабық бассейндер мен лагуналарда әдетте сор топырақтар түзіледі.

Топырақ түзілу үрдістерінің негізгі бағыты Арал теңізінің түбінен шыққан топырақ литологиясына байланысты екені ескерілетін жағдай. Жеңіл топырақтарда тұздарды кептіру және шашырату үрдістері қарқынды жүреді, ал ауыр топырақтарда баяу жүреді. Нәтижесінде

ауыр топырақтарда тақыр тәрізді топырақтар қалыптасса, жеңіл топырақтарда теңіз жағалауы топырақтары қалыптасады.

Топырақ жамылғысының қалыптасуы ландшафт түзілудің әр түрлі факторларымен байланысты және түп шөгінділерінің литологиясына, теңіз түбінің жер бедеріне, теңіз суының минерализациясына және климат әсеріне қарай анықталады (Issanova, 2017: 243-250).

Құрғаған теңіз түбінде дамитын геоморфологиялық үрдістер акваторияның әр түрлі бөліктерінде біртекті емес, яғни, құрғаған жағалау түрімен анықталады.

Бұған құрғаған белдеулерінің ені, көлбеуі, литологиясы, микро жер бедері, тұздануы және т.б. тығыз байланысты болады (Stulina, 2004: 121-125).

Арал теңізінің құрғау үрдістері теңіздің құрғаған табанының топырақ жамылғысының жаңа формациясының түзілуіне әкелді. Жаңадан түзілген құрлық топырағын зерттеу өте маңызды. Өйткені ол айтарлықтай қашықтыққа таралатын шанды дауылдар мен тұздардың қайнар көзі болып табылады (Kotlyakov, 2010: 4-38). Демек, қазіргі кезде шанды-тұзды дауылдар топырақтың және өсімдіктердің деграциясының негізгі факторларының бірі болып отыр.

Дефляция үрдістері, топырақтың су және тұз режимдері көбінесе Арал теңізінің құрғап жатқан белдеуінің ландшафттарының даму динамикасын анықтайды. Сондықтан шөлейттену дәрежесін бағалауда, құрғаған жолақтардан тұздардың көшуін бақылауда, өсімдік жамылғысымен топырақтарды бекіту мүмкіншіліктерін анықтауда және экологиялық жағдайды жақсартуда оларды ескеру қажет (Каражанов, 2005: 123-124).

Арал теңізінің құрғаған табанында қалыптасқан ірі массивтегі тұзды жерлер (маршты сортаңтар, теңіз маңы сортаңдары, т.б.) аймақтағы экологиялық ахуалдың шиеленісуіне әкеліп соқты. Осыған орай солтүстік-шығыс Арал өңіріндегі топырақтың морфологиялық белгілері мен химиялық құрамын зерттеу және талдау маңызды болып табылады. Өйткені, топырақ дефляция кезіндегі ұшқан материалдардың химиялық құрамын білу қажет. Себебі, құрғаған теңіз табанынан ұшқан тұзды-шанды аэрозольдер топырақтың және өсімдіктердің деграциясына, сонымен қатар климаттың өзгеруіне ықпал етеді. Нәтижесінде, Арал теңізі аумағы топырақтары қатты сортаңдануына ұшырайды, бұл ішкі дренажды бассейндерде сортаң шөлді

аймақтардың өсуіне, суармалы жерлердің сортаңдануына және жалпы прогрессивті шөлейттенуге, соның ішінде өсімдіктердің деграциясына әкеледі. Сондықтан құрғаған теңіз табанының топырағын жан-жақты зерттеу маңызды.

Зерттеу нысаны мен әдістері

Зерттеу нысаны Арал маңының құрғаған табанының топырақ жамылғысы болып табылды. Арал маңының климаттық жағдайы өте қатаң. Көлемі шағын Арал теңізінің тропикалық емес шөл аймағында орналасуы климаттың күрт континенталдылығына әкеліп соғады. Жазы құрғақ және ыстық, қысы суық, ауа-райы тұрақсыз (Pankova, 1996).

Мұндағы аумақтың едәуір бөлігін дельта-аллювиалды жазықтар алып жатыр. Олардың кейбіреулері салыстырмалы түрде тұщы шөгінділерден (оңтүстік-шығыс бөлігі), ал көп бөлігі айнала қоршап тұрған үштік бор кезеңі үстірттерінен аққан сулармен әкелінген тұзды саздардан тұрады (шығыс және солтүстік) (Qadir, 2009: 134-149).

Далалық экспедиция 2020 жылдың жазының басында жүргізілді. Арал теңізінің солтүстік-шығыс бөлігіне далалық экспедициялар кезінде топырақ кескіндері салынып, топырақ сынамалары алынды және сынамалар алынған нүктелерінің координаттары анықталды. Далалық зерттеу барысында 21 топырақ кескіндері алынып, топырақтың морфологиялық белгілері мен химиялық құрамдары бойынша 7 топырақ типіне топтастырылды.

Зерттеу әдістемесі топырақтың морфологиялық белгілерін, химиялық құрамын, сондай-ақ микроэлементтерді егжей-тегжейлі зерттеуге арналған далалық зерттеулерді қамтыды.

Далалық зерттеулер кешенді сипатта жүргізіліп, топырақ кескіндерін салу кезінде жергілікті жердің өсімдік жамылғысы, өсімдіктердің қай туысқа жататындығы және нақты түрлері (құрамы, жай-күйі және жобалық жабыны) анықталды. Далалық зерттеуге келесі міндеттер кірді: жер бедерін сипаттау, негізгі учаскелерді таңдау, топырақ кескіндерін салу, генетикалық қабаттары бойынша топырақ бетін морфологиялық сипаттау, топырақ үлгілерін алу. Топырақты сипаттау стандартты үлгі бойынша жүргізілді. Топырақ үлгілері Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми-зерттеу институтының зертханасында

талданды және топырақтардың келесі химиялық құрамдары анықталды: су сүзіндісінің толық құрамы бойынша тұздардың мөлшері, яғни оның аниондары (CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) мен катиондары (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) ГОСТ 26425-85 бойынша, су сүзіндісінің рН көрсеткіші ГОСТ 26423-85 арқылы, органикалық заты (гумус) ГОСТ 23740 – 79 бойынша, карбонаттар (CO_2) ГОСТ 26425-85 бойынша, сондай-ақ микроэлементтердің (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Mn және т.б.) құрамы ГОСТ 27262-87 арқылы анықталды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Зерттеу нәтижесінде топырақтың келесі түрлері анықталды: кәдімгі сор топырақ, тақыр тәрізді сор топырақ, тақырланған сор топырақ, шалғынды сор топырақ, теңіз маңы сор топырағы, шөлді құм, шөлдің қоңыр топырағы. Зерттелген топырақ түрлері морфологиялық белгілері және химиялық құрамы бойынша өзара айрықшаланды.

Кәдімгі сор топырақ. N 45,65578, E 60,98423, H=51м.

Морфологиялық белгілері: Далалы жазық. Өсімдік жамылғысы: тетыр-бұта. Жобалық өсімдік жабыны – 25%. Кескіннің тереңдігі – 100 см. Гумус қабатының қалыңдығы A + B = 35 см. Тұз қышқылынан қайнауы беткі қабатынан бастап байқалады. Көрінетін карбонаттар жоқ (1A-сурет).

Жоғарғы (0-10 см) горизонттағы гумус мөлшері айтарлықтай емес, 0,99% құрайды, кескін тереңдеген сайын оның мөлшері 0,66%-ға дейін төмендеді (2-сурет). CO_2 карбонаттарының мәні кескіннің төменгі бөлігіндегі максимуммен 7,73-тен 8,51%-ға дейін өзгереді (3-сурет). Топырақ ерітіндісінің реакциясы бүкіл кескін бойынша сілтілі, яғни, рН 8,29-8,46 аралығында өзгереді (4-сурет). Топырақ горизонттарындағы сіңірілген негіздер жиынтығының максималды мәні 100 г топыраққа – 55,37 мг-экв және топырақ тереңдігіне қарай 45,72 мг-экв-ке дейін төмендейді. Сіңірілген негіздердің құрамында натрий катионы басым, кальций мен магний катионының үлесі де жоғары (5-сурет). Кәдімгі сор топырақ басқа сор топырақтардан қарағанда жоғары CO_2 мөлшерімен және сіңірілген негіздерімен ерекшеленді. Сіңірілген негіздерінің құрамында натрий иондары көп болды (47 %). Na^+ болуы топырақтың рН көрсеткішімен тығыз байланысты. Натрий кати-

оны топырақ ортасына сілтілі реакция беріп, көп мөлшерде өсімдіктердің жойылуына әкеледі, топырақ құрылымын бұзады (Semenov, 2009: 30-32).

Ауыр металдардың жалпы мөлшері топырақтың 0-50 см қабатында келесі шектерде болды: мырыш 37,06-45,86 мг/кг, мыс 21,33-32 мг/кг, кадмий 9-11,7 мг/кг, қорғасын 13,2-17,46 мг/кг, никель 25,2-30,4 мг/кг, кобальт 7,7-9,06 мг/кг, марганец 236-343,8 мг/кг. Кадмийден басқа барлық зерттелген элементтер топырақтағы кларк шегінде екені анықталып, мөлшері ШРК-дан аспады. Кадмий мөлшері ШРК-дан 10 есе жоғары болды.

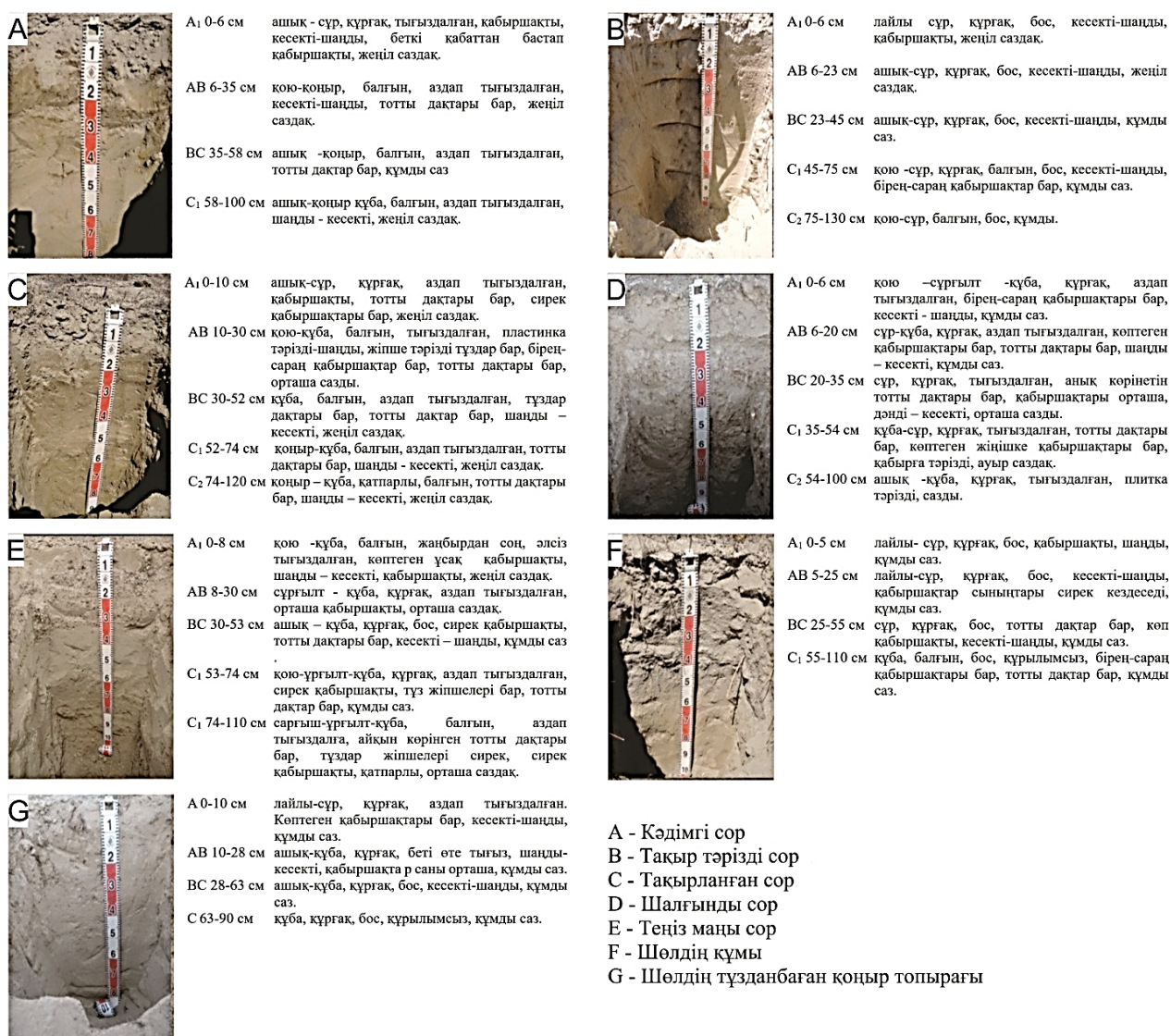
Ауыр металдардың жылжымалы мөлшері топырақтың 0-50 см қабатында келесідей өзгерді: мырыш 3,76-6,03 мг/кг, мыс 0,7-1,4 мг/кг, кадмий анықталмады, қорғасын 2,1-3,1 мг/кг, никель 0,13-0,5 мг/кг, кобальт 0,06-0,2 мг/кг, марганец 161,46-206,1 мг/кг, темір 22,4-49,63 мг/кг. Жылжымалы формалардың ішінен тек марганец ШРК-дан асты.

Көптеген микроэлементтер үшін булану концентрациясы литосфераның кларкына жақын. Топырақтар өздері қалыптасқан топырақ түзуші жыныстардың элементтік құрамына ұқсас құрамды болады. Топырақтағы микроэлементтердің негізгі тасымалдаушылары сазды минералдар, Fe және Mn гидроксидтері, күкірт, карбонаттар және органикалық заттар болып табылады (Ильин, 2012: 220; Kabata-Pendias, 2011: 548).

Тақыр тәрізді сор топырақ. N 45,77021 E 61,01485; H=45 м.

Морфологиялық белгілері: Тегіс жазық. Өсімдік жамылғысы эфемерлі-жүзгінді-сексеуілді. Өсімдіктердің биіктігі – 10-15 см, бұталары 1,5 м-ге дейін. Жобалық жабыны – 40 %. Кескін тереңдігі – 130 см. Гумус қабатының қалыңдығы A+B=23 см. Жоғары қабатынан бастап тұз қышқылынан қайнайды. Көзге көрінетін карбонаттар мен тұздар жоқ (1B-сурет).

Әдетте бұл топырақтар ежелгі аллювиалды-дельталық шөлейттенген жазықтарда кездеседі. Мұндай тегіс тұйық ойпатты тақыр тәрізді беттерге тұздар маңайындағы сәл көтеріңкі кеңістіктердің топырақ бетінен атмосфералық жауын-шашынның ағынымен шайылып келеді. Жер асты сулары өте терең, минералданған, топырақтың жоғарғы қабаттарымен тікелей байланысы жоқ (Боровский, 1978).



1-сурет – Солтүстік-Шығыс Арал маңы топырақтарының топырақ профилі және морфологиялық белгілері

Бұл сор топырақтарда гумустың мөлшері аз, яғни 0,49-0,14% болды және кескін бойымен тереңдігіне қарай төмендеді (2-сурет). CO₂ карбонаттарының мәні 4,86-дан 5,38% дейін өзгереді және кескін тереңдігі бойынша біркелкі таралды (3-сурет). Топырақ ерітіндісінің реакциясы 7,79-8,18 аралығында болды (4-сурет). Сіңірілген негіздердің жиынтығы шамалы, 100 г топыраққа шаққанда 8,08-13,07 мг-экв аралығында болды. Сіңірілген негіздердің құрамында кальций катиондары басым (90-95 % дейін), екінші кезекте магний катиондары (2-5 %) болды (5-сурет).

Ауыр металдардың жалпы мөлшері топырақтың 0-50 см қабатында келесі шектерде өзгерді: мырыш 28,8-32,8 мг/кг, мыс 2,5-5,4 мг/

кг, кадмий анықталмады, қорғасын 3,8-4,9 мг/кг, никель 10,2-13,8 мг/кг, кобальт 2,8-2,26 мг/кг, марганец 142,5-188,53 мг/кг.

Ауыр металдардың жылжымалы мөлшері топырақтың 0-50 см қабатында келесідей өзгерді: мырыш 2,26-3,36 мг/кг, мыс 0,8-0,86 мг/кг, кадмий анықталмады, қорғасын 2,1 мг/кг, никель 0,2-0,33 мг/кг, кобальт 0,03-0,05 мг/кг, марганец 96,7-119,36 мг/кг, темір 31,1-41,8 мг/кг. Барлық ауыр металдардың жалпы және жылжымалы формалары ШРК-дан аспады.

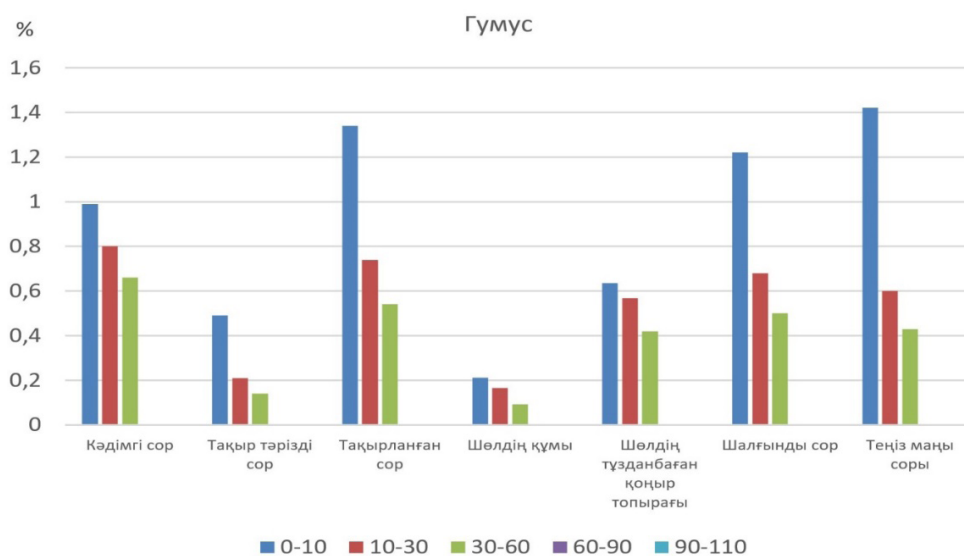
Тақырланған сор топырақ. N 45,68805; E 61,00987; H=46 м

Морфологиялық белгілері: Тегіс жазықтық. Өсімдік жамылғысы бұталы – эфемерлі-жүзгінді. Өсімдіктердің биіктігі 5-10 см, бұталары 1,5 м-ге

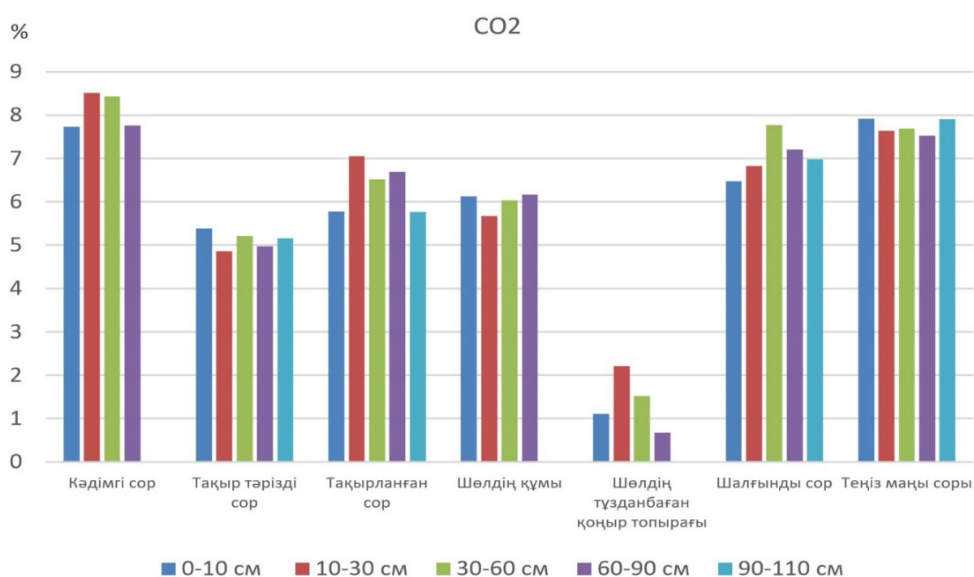
дейін. Жобалық жабыны – 30 %. Кескіннің тереңдігі – 120 см. Гумус қабатының қалыңдығы А+В=30 см. Жоғары қабатынан бастап тұз қышқылынан қайнайды. Карбонаттар көзге байқалмайды. Тұздар 10 – 30 см бастап тамырлар түрінде, 30 – 52 см-де тұз дақтары түрінде байқалады (1С-сурет).

Тақырланған сор топырақтарда гумус 1,34-0,54 % шегінде болды, ең көп мөлшері жоғарғы қабатта болды (0-10 см), аз мөлшері, сәйкесінше,

40-50 см қабатта байқалды (2-сурет). CO₂ карбонаттарының мәні 5,77-ден 7,07%-ға дейін өзгереді, профиль бойынша таралуы біркелкі (3-сурет). Топырақ ерітіндісінің реакциясы 7,79-8,32 аралығында болды, сәл сілтіліден жоғары сілтілікке дейін өзгереді (4-сурет). Сіңірілген негіздердің 100 г топырақтағы мөлшері 17,72 – 29,9 мг-экв аралығында болды. Сіңірілген негіздердің құрамында кальций мен магний катиондары басым болды (5-сурет).



2-сурет – Солтүстік-Шығыс Арал маңы топырақтарындағы гумус мөлшері



3-сурет – Солтүстік-Шығыс Арал маңы топырақтарындағы CO₂ мөлшері

Микроэлементтердің жалпы мөлшері топырақтың 0-50 см қабатында келесі аралықтарда өзгерді: мырыш 30,2-34,9 мг/кг, мыс 11,6-13,31 мг/кг, кадмий 7,6-8,11 мг/кг, қорғасын 8,4-8,6 мг/кг, никель 17,8-21,9 мг/кг, кобальт 4,9-5,7 мг/кг, марганец 282,2-304,8 мг/кг.

Микроэлементтердің жылжымалы мөлшері топырақтың 0-50 см қабатында келесідей өзгерді: мырыш 3,45-4,21 мг/кг, мыс 1,68-2,4 мг/кг, кадмий анықталмады, қорғасын 1,38-1,71, никель 0,2-0,48 мг/кг, кобальт 0,14-0,38 мг/кг, марганец 142,8-223,5 мг/кг, темір 29,9-43,82 мг/кг. Зерттелген барлық ауыр металдар ШРК-дан аспайды, тек жылжымалы марганец топырақтағы ШРК-дан 1,59 есе асып түседі.

Шалғынды сор. N 46,07393. E 60,88898. H=38 м.

Әдетте микрорельеф элементтерінің беткейлерінде және аз мөлшері ағып жатқан өзен арнасындағы арықтарында, өзен жайылмаларында қалыптасады. Бұл топырақ бетінің қатты тұздануымен және кескін тереңдігі бойынша салыстырмалы түрде әлсіз тұздануымен сипатталады. Минерализациясы орташа немесе әлсіз, жер асты сулары жақын орналасуымен сипатталады.

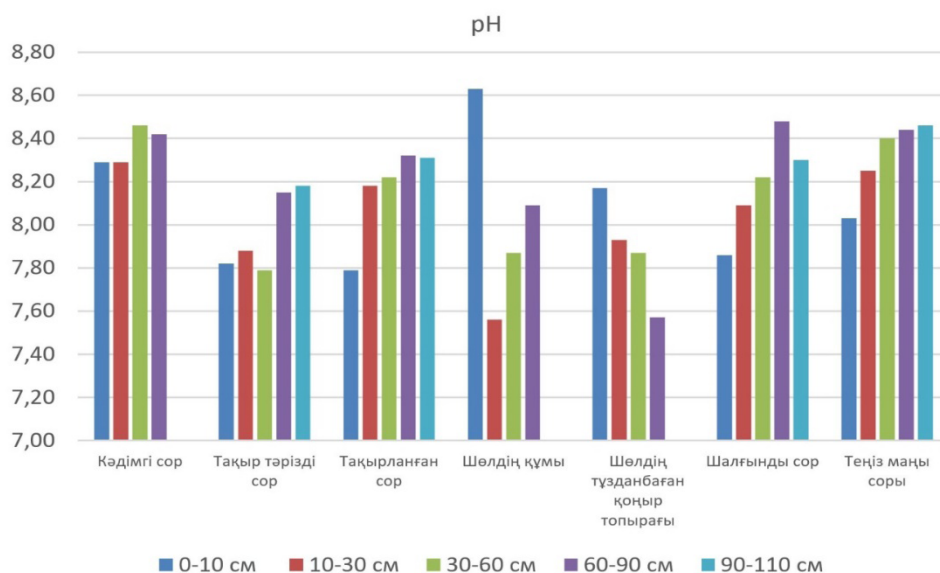
Морфологиялық белгілері: Тегіс жазықтық. Өсімдік жамылғылары жыңғылды-соранды. Өсімдіктердің биіктігі 10-15 см, бұталары 1-2 м. Жобалық жабыны – 40 %. Кескін тереңдігі – 100 см. Гумус қабатының қалыңдығы A+B=20 см.

Тұз қышқылынан (HCl) топырақ бетінен бастап қайнайды. Көзге көрінетін карбонаттар мен тұздар байқалмады (1D-сурет).

Сор топырақтардың бұл түрлерінде гумус мөлшері топырақтың 0-10 см қабатында 1,22%, 40-50 см қабатта 0,50% болды (2-сурет). CO₂ карбонаттарының мәні 6,47-ден 7,77%-ға дейін өзгерді, профиль бойынша таралуы біркелкі (3-сурет). Топырақ ерітіндісінің реакциясы 7,86-8,48 аралығында болады (4-сурет). Сіңірілген негіздердің қосындысы 100 г топыраққа 13,78-16,87 мг-экв аралығында болды. Сіңірілген негіздердің құрамында кальций мен магний катиондары басым (5-сурет).

Ауыр металдардың жалпы мөлшерлері топырақтың 0-50 см қабатында келесі аралықтарда өзгерді: мырыш 29,3-78,9 мг/кг, мыс 10,4-13,1 мг/кг, кадмий 16,5-18,4 мг/кг, қорғасын 7,1-9,5 мг/кг, никель 18-20 мг/кг, кобальт 4,6-5,6 мг/кг, марганец 119,1-173,2 мг/кг. Кадмийдің жалпы мөлшері ШРК-дан және литосферадағы кларктан 36 есе жоғары.

Топырақтардың кадмиймен ластануының негізгі көзі өндірістік қалдықтар және ақаба сулар болып табылады, сонымен қатар кадмийдің айтарлықтай мөлшері топыраққа фосфор тыңайтқыштарымен, әкті материалдармен түсуі мүмкін. Біздің зерттеулерімізде кадмийдің ШРК-ны жоғарылатуы осы топырақтағы мырыштың жоғары мөлшерімен байланысты болуы мүмкін.



4-сурет – Солтүстік-Шығыс Арал маңы топырақтарының pH көрсеткіші

Ауыр металдардың жылжымалы мөлшерлері топырақтың 0-50 см қабатында келесі аралықта ауытқыды: мырыш 4,1-7,02 мг/кг, мыс 2,92-3,52 мг/кг, кадмий анықталмады, қорғасын 1,77-2,25, никель 0,6-0,42 мг/кг, кобальт 0,1-0,17 мг/кг, марганец 188,57-227,35 мг/кг, темір 55,85-80,82 мг/кг. Марганецтің жылжымалы формасы ШРК-дан 1,62 есе жоғары болды.

Теңіз маңы сор топырағы. N 45,95825; E 60,94990; H=35 м.

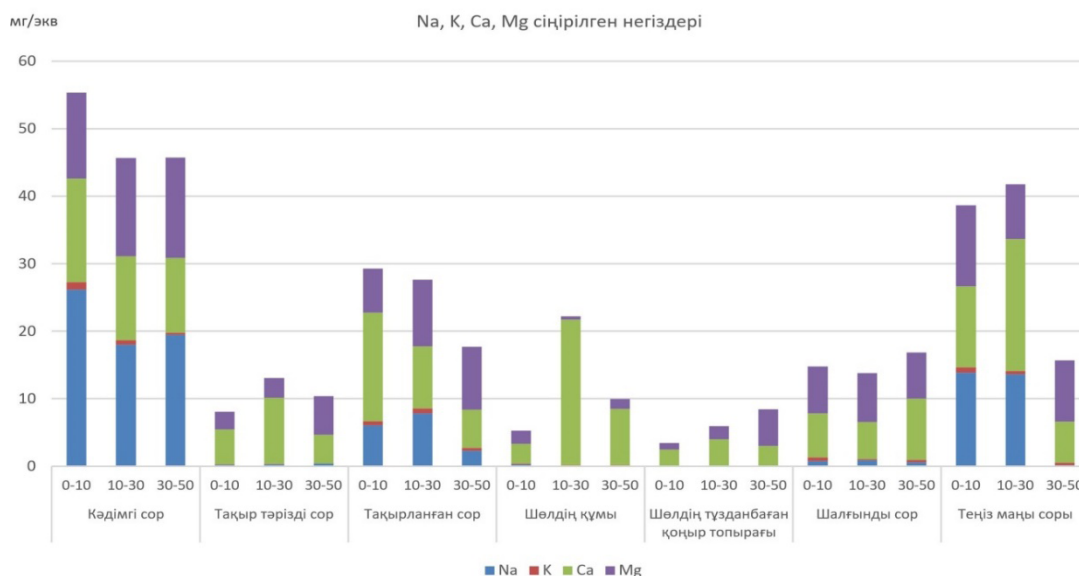
Морфологиялық белгілері. Құрғаған теңіз табаны тегіс жазықтық. Өсімдік жамылғысы: сор шөпті – бұталы. Өсімдік жамылғысының биіктігі – 5 см, бұтақтар – 1-1,5 м. Жобалық жабыны – 60 %. Кескіннің тереңдігі – 110 см. А+В=30 см. Топырақтың беткі қабатынан бастап тұз қышқылынан (НСІ) қайнайды. Карбонаттар көзге байқалмайды. Тұздар 52-110 см тереңдіктен бастап сирек қылдар түрінде кездеседі (1Е-сурет).

Гумус мөлшері 0-10 см топырақ қабатында 1,42 %, ал 40-50 см топырақ қабатында 0,43 % мөлшерін құрады (2-сурет). CO₂ мөлшері топы-

рақтың 0-100 см қабатында 7,52-7,9 % аралығында болды (3-сурет). Топырақ ерітіндісінің реакциясы келесі шектерде болды: 8,03-8,46 (4-сурет). Сіңірілген негіздер жиынтығы 100 г топырақ мөлшеріне 15,68-41,77 мг-экв болды. Сіңірілген негіздер құрамында кальций мен натрий катиондары басым болды (5-сурет).

Ауыр металдардың жалпы мөлшері топырақтың 0-50 см қабатында келесі шектерде өзгерді: мырыш 16,6-38,6 мг/кг, мыс 9,6-11,4 мг/кг, кадмий 8-14 мг/кг, қорғасын 6,8-8,6 мг/кг, никель 17-17,8 мг/кг, кобальт 5-5,4 мг/кг, марганец 24,6-226,6 мг/кг. Микроэлементтер арасында тек кадмий ШРК мөлшерінен 28 есе жоғары болды.

Ауыр металдардың жылжымалы мөлшері топырақтың 0-50 см қабатында келесідей ауытқыды: мырыш 6,2-10,4 мг/кг, мыс 3,4-7,65 мг/кг, кадмий анықталмады, қорғасын 0,9-2,15, никель 0,3-0,7 мг/кг, кобальт 0,05-0,3 мг/кг, марганец 214,35-288,75 мг/кг, темір 24-63,45 мг/кг. Мыстың жылжымалы формалары ШРК-дан 2,55 есе, ал марганец 2,06 есе жоғары болды.



5-сурет – Солтүстік-Шығыс Арал маңы топырақтарындағы сіңірілген негіздердің мөлшері

Шөлдің құмы. N 45,82428; E 61,01455; H=46 м.

Морфологиялық белгілері. Аздап кең толқынды жазықтық. Өсімдік жамылғысы жүзгінді-бұтақта. Өсімдіктердің биіктігі 10-15 см, бұтақтар 1,5 метрге дейін. Жобалық жабыны – 40%. Кескіннің тереңдігі – 110 см. Гумусты қабаттың қалыңдығы А+В=25 см. Топырақтың

беткі қабатынан бастап тұз қышқылынан қайнайды. Көзге айқын көрінетін карбонаттар мен тұздар жоқ (1F-сурет).

Гумус мөлшері 0,21 %-0,09 % аралығында, топырақ тереңдігіне қарай гумус мөлшері азаяды (2-сурет). Топырақтың 0-100 см қабатындағы CO₂ карбонаттар мөлшері 5,97-ден 6,17 %-ға дейін өзгереді (3-сурет). Топырақ ерітіндісінің

реакциясы 7,56-8,63 шектерінде (4-сурет). Сіңірілген негіздер жиынтығы 100 г топырақ мөлшеріне 5,3-22,22 мг-экв. Сіңірілген негіздер құрамында кальций мен магний катиондары басым болды (5-сурет).

Ауыр металдардың жалпы мөлшері топырақтың 0-50 см қабатында келесі шектерде өзгерді: мырыш 30-32,8 мг/кг, мыс 2,8-3,6 мг/кг, кадмий анықталмады, қорғасын 3,2-3,6 мг/кг, никель 10,8-13,2 мг/кг, кобальт 1,6-2,4 мг/кг, марганец 169,2-304,4 мг/кг.

Ауыр металдардың жылжымалы мөлшерлері топырақтың 0-50 см қабатында келесідей ауытқыды: мырыш 3,1-3,7 мг/кг, мыс 0,7-0,9 мг/кг, кадмий анықталмады, қорғасын анықталмады, никель 0,04-0,5 мг/кг, кобальт 0,2 мг/кг, марганец 110,3-136,6 мг/кг, темір 66,6-89,7 мг/кг.

Бұл топырақ типінде қарастырылып отырған барлық элементтердің жалпы және жылжымалы мөлшерлері ШРК мөлшерінен жоғары болмады.

Шөлдің тұзданбаған қоңыр топырақтары. N 45,76625; E 61,31009; H=63 м.

Морфологиялық белгілері. Кескін су аңғарында. Толқынды-жазықтық. Өсімдік жамылғысы эфемерлі-ерменді. Өсімдіктердің биіктігі – 5-10 см. Жобалық жабыны – 60%. Кескін тереңдігі – 90 см. Гумус қабатының қалыңдығы A+B=28 см. Тұз қышқылынан қайнауы беткі қабаттан бастап. Карбонаттар көзге көрінбейді. Тұздар да жоқ (1G-сурет).

Гумус мөлшері 0,64%-0,42% шектерінде болды (2-сурет). CO₂ карбонаттар мәні топырақтың 0-100 см қабатында 0,68-2,21 % аралығында өзгерді (3-сурет). Топырақ ерітіндісінің реакциясы 7,57-8,17 шектерінде болды (4-сурет). Сіңірілген негіздер жиынтығы 100 г топыраққа 3,46-8,41 мг-экв аралығында болды. Сіңірілген негіздер құрамында кальций мен магний катиондары басым болды (5-сурет).

Ауыр металдардың жалпы мөлшері топырақтың 0-50 см қабатында келесі шектерде өзгерді: мырыш 28,8-34 мг/кг, мыс 3,6-6,8 мг/кг, кадмий 8-18,4 мг/кг, қорғасын 3,2-5,2 мг/кг, никель 10-20,4 мг/кг, кобальт 2-3,6 мг/кг, марганец 320-500,8 мг/кг. Кадмийдің жалпы формасы ШРК-дан 36 есе жоғары болды.

Ауыр металдардың жылжымалы мөлшерлері топырақтың 0-50 см қабатында келесідей ауытқыды: мырыш 0,1-3,3 мг/кг, мыс, кадмий, қорғасын, никель, кобальт анықталмады, марганец 120,5-210 мг/кг, темір 1,6-16,6 мг/кг. Марганецтің жылжымалы формасы ШРК-дан 1,5 есе жоғары болды.

Қорытынды

Аумақтың айтарлықтай бөлігінде топырақ түзуші жыныстар үшінші кезеңнің шөгінділері (делювий және элювий) және төртінші кезеңнің аллювиалды шөгінділері болып табылады. Арал теңізінің солтүстік-шығыс бөлігіне далалық экспедициялар кезінде топырақ кескіндері салынып, зерттеу нәтижесінде топырақтардың келесідей түрлері анықталды: кәдімгі сор, тақыр тәрізді сор, тақырланған сор, шалғынды сор, теңіз маңы сор топырағы, шөл құмдары, шөлдің қоңыр топырағы. Аймақта таралған топырақтар морфологиялық белгілері және химиялық құрамдары бойынша айрықшаланды.

Гумус мөлшері бойынша барлық кескіндерде ерекше айырмашылық жоқ, оның кескін бойынша таралуы бірдей. Гумус мөлшері беткі қабыршақты қабатта және оның төменгі қабатында аздап жоғары, төменге қарай азаяды. Зерттелген аумақ территориясындағы гумус мөлшері өте төмен қамтылған санатқа жатады (2%-ға дейін).

Топырақ ерітіндісінің реакциясы (рН) зерттелген барлық топырақ типтерінде беткі қабаттарда әлсіз сілтілі, төменге қарай орташа және күшті сілтіліге айналады, топырақ ортасының реакциясы 7,6-ден 8,8 дейінгі аралықта ауытқыды.

Карбонаттар барлық топырақ типтерінде анықталды, яғни, Қазақстан топырақтарының карбонаттылығын көрсетеді. CO₂ жоғары мөлшері кәдімгі сор топырақтарда (7,73-8,51%), теңіз маңы сор топырақтарында (7,52-7,9%), тақырланған сор топырақта (5,77-7,07%) анықталды, топырақтың беткі қабаттарында төменгі қабаттарға қарағанда жоғары болды.

Сіңірілген негіздердің жиынтығы кәдімгі сор топырақтарда (45,72 – 55,37 мл-экв), теңіз маңы сор топырағында (15,68 – 41,77 мл-экв) жоғары болды.

Біздің зерттеулерімізде Cd мен Pb кларк мәндерінен жоғары, сонымен қатар Cd, Mn ШРК-дан жоғары. Кадмий көптеген минералдарда, әсіресе мырыш мөлшері жоғары минералдарда көп мөлшерде болады. Бұл жағдай бұл металдардың осы территорияда белсенді техногенді миграциясымен және жергілікті жердің шоғырландырушы геохимиялық сипатымен байланысты. Сонымен қатар, Орталық Азиялық аймақтағы Арал маңының табиғи ластаушы көздері Қарақұм және Қызылқұм шөлдері, сонымен қатар бетінен тұзды шандардың үлкен массасы желмен көтеріліп, таралатын Арал

теңізінің құрғаған табаны болып табылады. Тұздармен ауылшаруашылық химикаттарының тонналары – пестицидтер мен тыңайтқыштар қалдықтары, ауыр металдар және т.б. тасымалданады.

Алғыс. Бұл мақаланың авторлары далалық экспедиция мүшелеріне (Ершибулов А., Ада-

мин Г.) далалық сапарларда көрсеткен көмектері үшін алғыс білдіреді.

Зерттеу жұмыстары ҚР БҒМ жобасы бойынша орындалды: 2020-2022 ж. «Шығыс Арал маңы топырақ жамылғысының қазіргі жағдайын бағалау және Арал теңізінің құрғауы нәтижесінде оның трансформациясы» (AP08053270).

Әдебиеттер

Томина Т.К., Хайбуллин А.С., Ажикина Н.Ж. Агроэкологические проблемы Приаралья в связи с обсыханием Аральского моря и пути их реабилитации // Известия НАН РК. Серия биологическая. – 2009. – №4. – С. 11-15.

Козыбаева Ф.Е., Бейсеева Г.Б., Ажикина Н.Ж. Влияние аридизации на трансформацию почв Казахстанского Приаралья // Проблемы рационального использования природоохозяйственных комплексов засушливых территорий: Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – Волгоград, 22–23 мая 2015 года.

Международный Фонд спасения Арала «Программа конкретных действий по улучшению экологической и социально-экономической обстановки в бассейне Аральского моря на период 2003-2010 гг.». – Душанбе, 2003 // <http://ecoportalca.kz>.

Issanova G, Abuduwaili J, Galayeva O, Semenov O, Bazarbayeva T (2015) Aeolian transportation of sand and dust in the Aral Sea region. *Int. J. Sci. Technol.*, 12:3213-3224.

Почвы Казахской ССР. Кызыл-Ординская область. Вып. 14. – Алма-Ата, 1983. – С. 238-248.

Фанзов К.Ш., Талапова А.С. Экология кризисной территории Приаралья и проблемы их решения. – Алматы, 2003. – С. 97-101.

Issanova G.T. Abuduwaili J, Mamutov Zh.U, Kaldybaev A.A, Saparov G.A, Bazarbayeva T.A (2017) Saline Soils and Identification of Salt Accumulation Provinces in Kazakhstan. *Arid Ecosystems*, Vol. 7, No. 4, pp 243-250.

Stulina G., Sektimenko V. “The Chance in soil cover on the exposed bed of Aral Sea”, *ELSEVIER*, 47, 2004, pp 121-125.21.

Kotlyakov V.M (2010) The Aral Sea Basin: A Critical Environmental Zone. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*. Vol.33, Issue 1, pp 4-38.

Каражанов К.Д., Хайбуллин А.С., Алимбаев А.К. Влияние антропогенной аридизации на почвенно-экологическую обстановку в Казахстанском Приаралье // Состояние и перспективы развития почвоведения». Мат-лы междунар. научн. конф. посвященной 60-летию образования Института почвоведения им. У.У. Успанова. – Алматы, 2005. – С. 123-124.

Pankova E.L, Aidarov I.P, Yamnova I.A, Novikova A.F, Blagovolin N.S (1996) Natural and Anthropogenic Salinization of Soils in the Aral Sea Basin: Geography. Genesis and Evolution), Moscow: V.V. Dokuchaev Inst. of Soil Science.

Qadir M, Andrew D Noble, Asad S Qureshi, Raj K Gupta, Yuldashev T, Karimov A (2009) Salt-induced land and water degradation in the Aral Sea basin: A challenge to sustainable agriculture in Central Asia. *Natural Resources Forum* 33. 134-149.

Semenov O.E. (2009) Physico-statistical modeling of carrying sandy-salt aerosol during storms in the Aral Sea region. In: Marburg International Dust & Sand Storm (DSS) Symposium “DSS and Desertification”. Marburg, 30-32.

Ильин В.Б. Тяжелые металлы и неметаллы в системе почва-растение. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 220 с.

Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. – Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. – 548 p.

Боровский В.М. Геохимия засоленных почв Казахстана. – М.: Наука, 1978.

References

Tomina T.K., Khaybullin A.S., Azhikina N.ZH. (2009) Agroekologicheskiye problemy Priaral’ya v svyazi s obsykhaniyem Aral’skogo morya i puti ikh reabilitatsii [Agro-ecological problems of Aral Sea region in connection with the desiccation of the Aral Sea and ways of their rehabilitation]. *Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Biological Series*. no 4. pp. 11-15. (In Russian)

Kozybayeva F.Ye., Beyseyeva G.B., Azhikina N.ZH. (22–23 May of 2015.) Vliyaniye aridizatsii na transformatsiyu pochv Kazakhstanskogo Priaral’ya // Problemy ratsional’nogo ispol’zovaniya prirodokhozyaystvennykh kompleksov zasushlivykh territoriy / Sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. [Influence of aridization on transformation of soils of the Aral Sea region of Kazakhstan // Problems of rational use of nature management complexes of arid territories / Collection of scientific works of the international scientific-practical conference]. Volgograd. (In Russian)

Mezhdunarodnyy Fond spaseniya Arala «Programma konkretnykh deystviy po uluchsheniyu ekologicheskoy i sotsial’no-ekonomicheskoy obstanovki v basseyne Aral’skogo morya na period 2003-2010 gg.». (2003) [The International Fund for Saving the Aral Sea “Programme of concrete actions to improve the environmental and socio-economic situation in the Aral Sea Basin for the period 2003-2010”.] Dushanbe // <http://ecoportalca.kz>. (In Russian)

Issanova G, Abuduwaili J, Galayeva O, Semenov O, Bazarbayeva T (2015) Aeolian transportation of sand and dust in the Aral Sea region. *Int. J. Sci. Technol.*, 12:3213-3224.

Pochvy Kazakhskoy SSR. Kyzyl – Ordinskaya oblast’. (1983) [Soils of the Kazakh SSR. Kyzyl – Orda region]. Alma-Ata, vol. 14, pp.238-248. (In Russian)

- Faizov K.SH., Talapova A.S. (2003) *Ekologiya krizisnoy territorii Priaral'ya i problemy ikh resheniya* [Ecology of the Aral Sea crisis area and problems of their solution]. Almaty, pp. 97-101. Almaty. 2003. S. 97-101. (In Russian)
- Issanova G.T. Abuduwaili J, Mamutov Zh.U, Kaldybaev A.A, Saparov G.A, Bazarbayeva T.A (2017) Saline Soils and Identification of Salt Accumulation Provinces in Kazakhstan. *Arid Ecosystems*, Vol. 7, No. 4, pp 243-250
- Stulina G., Sektimenko V. "The Chance in soil cover on the exposed bed of Aral Sea", *ELSEVIER*, 47, 2004, pp 121-125.21.
- Kotlyakov V.M (2010) *The Aral Sea Basin: A Critical Environmental Zone. Environment: Science and Policy for Sustainable Development*. Vol.33, Issue 1, pp 4-38.
- Karazhanov K.D., Khaybullin A.S., Alimbayev A.K (2005) *Vliyaniye antropogennoy aridizatsii na pochvenno-ekologicheskuyu obstanovku v Kazakhstanskom Priaral'ye. // Sostoyaniye i perspektivy razvitiya pochvovedeniya ». Mat-ly mezhdunar.nauchn. konf. posvyashchennoy 60-letiyu Instituta pochvovedeniya im. U.U. Uspanova* [Influence of anthropogenic aridization on soil-ecological situation in Kazakhstan Aral Sea region. // State and prospects of soil science development". Materials of international scientific conference dedicated to 60th anniversary of formation of Institute of Soil Science named after U.U. Uspanov. Institute of Soil Science named after U.U. Uspanov]. Almaty, pp. 123-124. (In Russian)
- Pankova E.L, Aidarov I.P, Yamnova I.A, Novikova A.F, Blagovolin N.S (1996) *Natural and Anthropogenic Salinization of Soils in the Aral Sea Basin: Geography. Genesis and Evolution*, Moscow: V.V. Dokuchaev Inst. of Soil Science.
- Qadir M, Andrew D Noble, Asad S Qureshi, Raj K Gupta, Yuldashev T, Karimov A (2009) Salt-induced land and water degradation in the Aral Sea basin: A challenge to sustainable agriculture in Central Asia. *Natural Resources Forum* 33. 134-149.
- Semenov O.E (2009) Physico-statistical modeling of carrying sandy-salt aerosol during storms in the Aral Sea region. In: *Marburg International Dust & Sand Storm (DSS) Symposium "DSS and Desertification"*. Marburg, 30-32.
- Il'in V.B. (2012) *Tyazhelyye metally i nemetally v sisteme pochva – rasteniye* [Heavy metals and non-metals in the soil-plant system]. Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, p. 220. (In Russian)
- Kabata-Pendias A. *Trace Elements in Soils and Plants*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. 548 p.
- V.M. Borovskiy, (1978) *Geokhimiya zasolennykh pochv Kazakhstana* [Geochemistry of saline soils in Kazakhstan]. (In Russian)