

УДК 631.4

## СОЛОНЧАКИ, ОБРАЗОВАВШИЕСЯ НА ОСУШЕННОМ ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Каттаева Г.Н., Исмонов А.Ж.

*Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии  
Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан, Ташкент,  
e-mail: gulnozakattayeva@mail.ru, abduvahob60@mail.ru*

В статье изложены представления о почвенном покрове, сформировавшемся с 1950-х гг. в результате отступления вод Аральского моря, на почвенно-грунтовых участках, освободившихся от воды. Исследуемые районы характеризуются различным содержанием солей почвенного профиля, в результате отложения соды, хлора и сульфатов в верхних слоях почв образовались солончаки, и эти химические соединения негативно сказываются на развитии растений в солончаках. Виды растений, устойчивых к засолению, произрастающих в природных условиях, постепенно изменяются, им на смену приходят представители различных семейств «соленолобивых» растений-галофитов, и постепенно формируется своеобразная по морфологически-анатомическому облику формация растений семейства соленолобивых. Замечено, что эти галофитные растения хорошо растут даже на типичных солончаках, где содержание общих солей в почве составляет 5–8%, а некоторых их солей – до 15–20%. В засушливой части Аральского моря сложился комплекс песчано-пустынных, гидроморфных и полугидроморфных песчано-пустынных почв, остаточных приморских солончаков, полуморфных и полугидроморфных солончаков, а также песчано-пустынных и песчаных солончаков. Гидроморфные почвы исследуемой территории в настоящее время в результате истощения грунтовых вод переходят в автоморфные почвы. Литологический срез почвообразующих пород, сложенный сложнослойными аллювиальными породами Амударьинского прогиба, имеет весьма разнообразное строение. Покровы аллювиального слоя на всей территории характеризуются частым резким изменением механического состава как по сечению, так и по площади. Постоянная быстрая изменчивость почвообразовательного процесса в сочетании с грунтовыми водами и постоянное течение интенсивных солевых отложений не способствуют формированию нормального почвенного профиля.

**Ключевые слова:** осушенное дно Аральского моря, галофитная растительность, солончаки, опустынивание, деградация, засоленность, грунтовые воды, орошение, профиль почвы

## SOLONCHARS FORMED ON THE DRY BOTTOM OF THE ARAL SEA

Kattaeva G.N., Ismonov A.Zh.

*Scientific Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, Ministry of Agriculture, Tashkent,  
e-mail: gulnozakattayeva@mail.ru, abduvahob60@mail.ru*

The article deals with the issues of the soil cover, formed soils, as a result of the retreat of the Aral Sea since the 1950s. The studied areas have a different composition of salts in the soil profile; as a result of the precipitation of soda, chlorine and sulfates, solonchaks were formed in the upper layers, and these chemical compounds adversely affect the development of plants. Species of non-salt-loving plants growing in nature are gradually changing and being replaced by halophytes belonging to different families of "salt-loving" plants, and a plant formation is gradually formed that belongs to the salt-loving family of a morphological and anatomical peculiar species. It is noted that these halophytic plants grow well even on typical saline soils with a total salt content of 5-8%, and sometimes their salts up to 15-20%. In the dry part of the Aral Sea, a complex of sandy-desert, hydromorphic and semi-hydromorphic sandy-desert soils, residual coastal solonchaks, semi-automorphic and semi-hydromorphic solonchaks, as well as sandy-desert and sandy solonchaks were formed. As a result of a decrease in groundwater, the hydromorphic soils of the study area are currently turning into automorphic soils. The lithological section of soil-forming rocks consists of complex layered-silty alluvial rocks of the Amu Darya and have a very diverse structure. The layers of alluvial coatings throughout the territory are characterized by their mechanical composition, as well as their sharp changes throughout the entire area. Constant rapid variability of the soil formation process together with groundwater and a constant flow of rapid salt accumulation prevents the formation of a normal soil profile.

**Keywords:** dried bottom Aral Sea, halophytes, solonchaks, desertification, degradation, salinization, groundwater, irrigation, soil profile

Глобальное изменение климата на Земле также повлияло на районы Центральной Азии. В частности, это видно по тому, как Аральское море высыхает с 1950-х гг., на его месте образовалась Аральская песчаная пустыня. Солончаковые подводные отложения сложены маломощными солончатыми аллювиальными отложениями с преобладанием первичных пород различного возраста (глинистых, песчаных, суглинистых и др). Из-за сухого и жаркого

климата мы также можем найти соли, которые легко растворяются в воде, в горных породах под морем. В опустевшей под морем «пустыне Аралкум» в настоящее время можно наблюдать процессы первичного почвообразования. Было отмечено, что эти процессы начались на территориях, освободившихся от морской воды за 50–60 лет до этого, постепенно формируя первичную почву. Однако в нашем исследовании было отмечено, что формирование почв в дельте

Амударьи и на осушенном дне Аральского моря происходило в тесной связи с почвенно-климатическими, геоморфологическими, литологическими структурами территории, а также с рядом природных условий, таких как миграция речной воды в конечных участках дельты, водопотребление и просачивание ее в грунт. В современных условиях процесс почвообразования начался в тех частях моря, которые ранее были открыты.

Цель исследования – выявление морфогенетической особенности солончаков, образующихся в процессах, протекающих в почвенно-грунтовой покрове осушенного дна экологически деградированного Аральского моря.

#### **Материалы и методы исследования**

Методологическую основу проведенных прикладных исследований составляют опубликованные в нашей республике исследования [1; 2], а также геохимические, сравнительно-географические, лабораторно-аналитические методы анализа. Химические анализы образцов, взятых из почвы и воды в период исследований, выполнены на основе общепринятых в республике методов, разработанных в УзНИИХ и НИИПА.

#### *Степень изученности исследуемой территории*

Исследования территории Аральского моря начались с 1846 г. В частности, по заданию царской России А. Бутаков в 1848–1849 гг. исследовал и нанес на карту Аральское море. Многие из последующих организованных военных экспедиций потерпели крах, не имея возможности выполнить работу. Их цель состояла в том, чтобы узнать, куда впадают воды Амударьи, найти путь в Индию для торговли, исследовать хивинские территории (их природные богатства). В 1908 г. академик Л.С. Берг составил карты береговой структуры и типов Аральского моря и опубликовал монографию «Аральское море» [3; 4].

В исследованиях, проведенных в последующие годы, были организованы экспедиции с целью использования для орошения земель Аральского моря и дельты Амударьи, которые изучали небольшие участки, анализировали всю «живую» дельту Амударьи, составляли почвенные, мелиоративные, гидрогеологические карты [5]. Это связано с тем, что по мере осушения Аральского моря возможности освоения вновь открытых территорий были ограничены, так как почвы были засолены, заболочены, а уровень грунтовых вод был близок к поверхности. Тем не менее начиная с 1950-х гг.

работы по освоению пригодных к освоению земель с целью крупномасштабного орошения стали набирать обороты.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Накопление соли на высохшем дне Аральского моря началось с древних геологических эпох. Непрерывное поднятие гор и, следовательно, опускание островной низменности обеспечивали непрерывный поток продуктов выветривания из горной местности в сторону равнин на протяжении миллионов лет. В то же время потоки этих геологических эпох растворяли водорастворимые компоненты, образовавшиеся в меловом и третичном периодах, и в результате с годами эти растворы превращались в соленые породы и воду. Эти отложения, пришедшие в Аральскую низменность, образующие скопления отложений гипса, известняка и даже поваренной соли (толстослойные).

После 1960-х гг. в почвогрунтах, освобожденных от отступающих морских вод, стали появляться различные группы почв. В то же время в районах юго-западной части исследуемого Аральского моря на больших площадях было отмечено распространение солончаков. Почвенно-исследовательские работы были проведены в западной части территории, освобожденной от Аральского моря, и были получены почвенные разрезы. Основной целью получения почвенных разрезов является определение структуры почвенного покрова, исследование изменения свойств почвенного покрова и почв в ту или иную сторону под влиянием процессов опустынивания, геоморфологического строения, образования новых типов и видов почв.

Во время полевой экспедиции 2021 г. из этих солончаков были выкопаны почвенные разрезы, а образцы почвы из пластов были взяты для химического анализа. Данные химического анализа показывают, что из-за различной токсичности солей в почвенном профиле в верхнем 0–30-сантиметровом слое почвы засоленные почвы, содержащие более 0,6% соды, более 0,1% хлора, более 2,0% сульфатов, являются солончаками, и это количество отрицательно влияет на рост и развитие растений. В осушенной части Аральского моря встречаются более галофитные растения, растительность которых развивается поодиночке, к ним относятся такие растения, как бурьян, полынь, саксаул, тамарикс, солянокосник каспийский, камыш, лебеда, приспособленные к развитию в суровых условиях, причем эти растения имеют большую глубину

корневой системы, высокое содержание зольного вещества. Содержание золы в растениях, встречающихся на солончаковых почвах, сравнительно велико по отношению к элементам натрия, серы, хлора. Если содержание солей хлора в почве, превышающее ее «порог токсичности» ( $> 0,01\%$ ), отрицательно сказывается на урожайности, качестве и биомассе культурных растений, то виды солеустойчивых растений, произрастающих в природных условиях, постепенно изменяются, их заменяют галофиты, представители различных семейств «солелюбивых» растений, и постепенно формируются растения, принадлежащие к семейству солевых с морфологически-анатомически специфическим внешним видом [6]. Эти галофитные растения хорошо растут даже на типичных солончаках, где содержание общих солей в почве составляет 5–8%, а некоторых их солей до 15–20%. Вредное воздействие водорастворимых солей на культурные растения разнообразно, оно варьируется в зависимости от содержания в почве и растениях соли. Степень поражения бывает различной в зависимости от устойчивости растений к солям. Выявлены процессы, происходящие под влиянием высыхания Аральского моря, изменения климата. В частности, в результате усиления антропогенного давления на почвы наблюдалась интенсификация деградационных процессов и разрежение растительного покрова [7].

Основное внимание уделялось негативному влиянию на почвенно-грунтовые покровы Аральского моря, а также почвенным процессам, характерным для его осушенной дна (рис. 1).

В осушенной части Аральского моря сложился комплекс песчано-пустынных, гидроморфных и полугидроморфных песчано-пустынных почв, остаточных приморских солончаков, полуавтоморфных и полугидроморфных солончаков, а также песчано-пустынных и песчаных солончаков. Прежние «живые» дельтовые гидроморфные почвы Амударьи сегодня эволюционируют в сторону автоморфного типа почв, обусловленного опустыниванием вследствие истощения грунтовых вод. В осушенной части Аральского моря почвы зрелого профиля не развиты. На большей части территории выделяется комплекс песчаных солончаков, глинистых солончаков [8]. Профиль разрабатываемых здесь почв не дифференцирован на генетические горизонты. Литологический разрез почвообразующих пород состоит из сложных слоистых аллювиально-глинистых пород Амударьинской впадины и имеет весьма разнообразное строение. Покровы аллювиального слоя на всей территории характеризуются частым резким изменением механического состава как по сечению, так и по площади. Постоянная быстрая изменчивость почвообразовательного процесса в сочетании с солоноватыми водами и постоянное течение интенсивных солевых отложений не способствуют формированию нормального почвенного профиля. На пути развития морских донных отложений, минуя стадию лугового почвообразования и переходя в суббореал-гидрогенную стадию, они развиваются в стадии интенсивного солеобразования (гидроморфные солончаки). В почвогрунтах в этом случае также отмечались стадии трансформации.

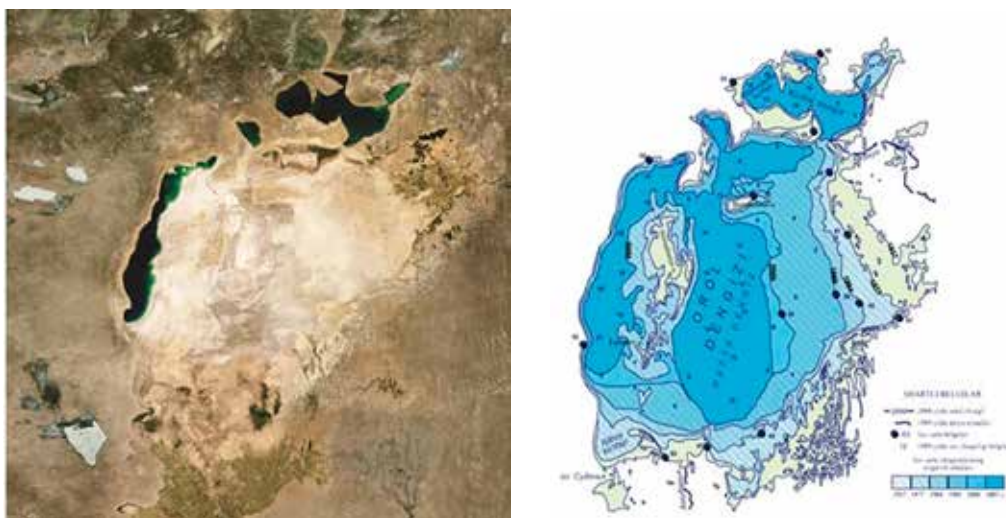


Рис. 1. Нынешний и прежний вид Аральского моря

Содержание легкорастворимых солей в воде в остаточных солончаках на осушенном дне Аральского моря, в %

Разрез №	Глубина слоя см	Сухой остаток, %	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Засоленность	
									Тип	Стадия
17	0–2	11,540	0,018	4,396	2,100	0,4	0,225	2,978	х	солончак
	2–17	3,900	0,021	1,414	0,948	0,235	0,132	0,859	х	солончак
	17–56	1,142	0,015	0,298	0,440	0,165	0,048	0,129	х/с	солончак
	56–88	1,300	0,021	0,543	0,285	0,09	0,060	0,279	х	солончак
	88–120	0,875	0,021	0,301	0,245	0,055	0,042	0,178	с/х	сильно засолен
	120–160	1,020	0,027	0,452	0,175	0,055	0,051	0,227	х	солончак
	160–200	0,525	0,024	0,193	0,128	0,045	0,015	0,115	х	сильно засолен

Несмотря на то, что засоление почв считается состоянием, протекающим под влиянием определенных факторов, вопрос оценки почв и процессов общей засоленности по степени и типам засоленности достаточно сложен, основной причиной этого является то, что образование солей не только изменяется во времени и пространстве, но и соли или ионы, их составляющие, переходят из одной фазы почвы в другую и по-разному поддаются мелиоративным воздействиям [9].

Начиная с 1990-х гг., в результате прекращения стока в реке и уменьшения глубины грунтовых вод в дельте Амударьи, на этих почвах начались процессы засоления и опустынивания. В результате процессов, происходивших на этих почвах, было отмечено, что на больших территориях началась стадия образования автоморфных почв, и они стали превращаться в остаточнo-луговые, остаточнo-болотные и песчаные почвы. В профиле этих почв наблюдается чередование песчаных, супесчаных и супесчаных последовательно, то есть слоисто [10; 11]. Легко растворимые в воде соли, хлор и сульфат, колеблются в разных количествах в верхних слоях почв. Количество сухого остатка колеблется от 3,900% до 11,540% в пределах 0–17 см в верхних слоях, до 0,525% в пределах 160–200 см в нижних слоях в зависимости от типа почвы (таблица). Все почвы имеют разную степень засоленности, а возникновение засоления обусловлено накоплением в недрах почв соляных отложений третичного периода и сильным испарением.

Из приведенной выше таблицы видно, что основная часть остаточных солончаков исследуемой территории засолена по хлоридному типу, к низкой стороне (17–56 см) – по хлоридно-сульфатному, а в интервале

(88–120 см) – по сульфатно-хлоридному типу. В почвах основной части профиля разреза содержание водорастворимых солей находится на очень высоком уровне и является солончаками. Во всех этих слоях отмечено преобладание солей хлоридного типа. В качественном составе солей хлоридно-сульфатного и сульфатного типов засоления преобладают соли CaSO<sub>4</sub>, NaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>. Встречаются в виде хлоридов в почве NaCl, KCl, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> (рис. 2). Растворимость ряда солей, содержащихся в почве, также увеличивается или уменьшается под воздействием других солей, а также одна из солей может нейтрализовать другую.

По мнению В.А. Рафикова [12], основными источниками засоленности территорий дельты Амударьи являются минерализованные воды, поступающие из гораздо более древних засоленных пород, расположенных над дельтой. Однако минерализованные грунтовые воды Амударьи далеко не везде одинаково подходят к верхнему слою почвы, а грунтовые воды вокруг русла реки в большей степени рассеиваются наружу. Несмотря на то, что в условиях пустынного климата грунтовые воды залегают на значительной глубине, процессы накопления солей в почвенном покрове протекают интенсивно. Образование и режим грунтовых вод зависят от рельефа местности, особенностей ее литолого-геоморфологического строения, климата и режима грунтовых вод. Слишком малый общий уклон и быстрое и нерегулярное чередование глинистых слоев аллювиальных пород с большим содержанием в них пылевых частиц приводят к смещению грунтовых вод даже на несколько сантиметров в год. В песчаных отложениях с однородным составом суммарный сток грунтовых вод более быстрый, чем в междуречных отложениях.

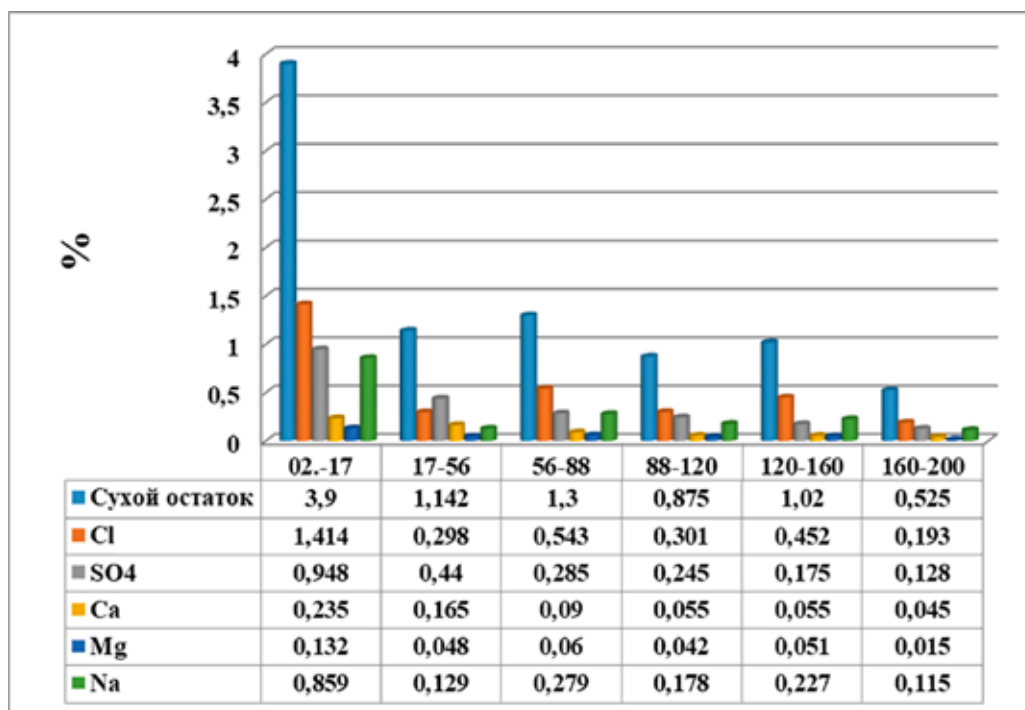


Рис. 2. Разрез-17. Содержание в солончаках ионов солей, легкорастворимых в воде, в %

По сведениям М.Э. Саидова, слоистость и структура дельтовых отложений из высоких пылевых частиц видна по фильтрации и скорости подъема грунтовых вод [13]. Как известно, по литологическому и геоморфологическому строению дельты Амударьи возвышенные участки рельефа имеют легкий механический состав (долинные холмы), обладают высокой водопроницаемостью, а водные потоки также относительно хорошие. Низинные участки (межрусловые отложения) являются разнослоистыми, имеют более глинистую структуру, плохую водопроницаемость, вследствие чего сток грунтовых вод также происходит слабо.

По данным А.Б. Мирзамбетова, А.У. Ахмедова, Ж.М. Турдалиева, Г.Т. Парпиева, химический состав солей почвогрунтов и грунтовых вод осушающегося дна моря различаются по количеству и составу солей. Грунтовые воды всюду сульфатно-хлоридного типа минерализации, почвогрунты преимущественно хлоридно-сульфатного. Очевидно, это связано с большей активностью ионов хлора по сравнению с ионами сульфата [14; 15].

### Заключение

Более 90% почвогрунтов, сформировавшихся на осушенном дне исследованного Аральского моря, представляют собой почвенные покровы, подверженные различ-

ной степени засоленности, деградации. Состояние этих почвенно-грунтовых покровов определяет эколого-мелиоративное, почвенно-климатическое состояние акватории Аральского моря. Солончаковые территории, сформировавшиеся на участках, ранее удаленных от воды, в настоящее время частично покрыты солелюбивыми галофитами, но на территориях, прилегающих к поверхности почвенных вод, и на остаточных болотных почвах в отложениях сохранились влаголюбивые растения. Кроме того, солончаковые территории подвергались деградационным процессам и разрушению (эрозия и дефляция) под воздействием ветров, что в конечном итоге привело к сокращению ареалов распространения растений. В настоящее время в рамках мероприятий, направленных на смягчение эколого-мелиоративной ситуации в регионе, создание заповедных саксаульников, сокращение миграции пыльных бурь и деградационных процессов с осушенного дна Аральского моря.

### Список литературы

1. Кузиев Р., Абдурахмонов Н., Омонов А., Менглиев Э. Инструкция по выполнению почвенных обследований и составлению почвенных карт для ведения государственного земельного кадастра. Ташкент, 2013. 52 с.
2. Методы изучения агрофизических, агрохимических и микробиологических свойств почв на хлопковых полях УзНИИХ. Ташкент: УзНИИХ, 1993. 37 с.

3. Берг Л.С. Аральское море. Опыт физико-географической монографии, научные результаты Аральского моря // Известия Туркестанского отд. Р.Г.О.М. 1908. Вып. 9. С. 50–88.
4. Бутаков А.И. Дневник записки плавания по Аральскому морю в 1848–1849 гг. Ташкент: Издательство АН Узбекистана, 1953. С. 13–54.
5. Раззаков А.М. Почвенно-географическое районирование и земельные ресурсы Узбекистана // «Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития»: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием к 85-летию Почвенного института им В.В. Докучаева Россельхоз-академии (Москва, 5–6 декабря 2012 г.). М., 2012. С. 726–729.
6. Жоллыбеков Б. Изменение почвенного покрова и ландшафтов южного Приаралья в связи с антропогенным воздействием. Нукус, 1995. 244 с.
7. Турсунов А.А. Характеристика засоленных почв низовой р. Амударья // Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию Прикаспийского НИИ аридного земледелия «Современные тенденции развития аграрного комплекса». ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия» (Астрахань, 11–13 мая 2016 г.). Астрахань, 2016. С. 344–348.
8. Рамазонов Б.Р. Автоморфные приморские солончаки Приаралья // Тезисы докладов международной конференции «Совершенствование агрохимической службы с целью устойчивого развития сельского хозяйства в Таджикистане» (Душанбе, 30–31 августа 2018 г.). Душанбе: R-граф, 2018. С. 77–78.
9. Исмонов А.Ж., Каттаева Г.Н., Рамазонов Б.Р. Some issues of improving the hydro geological conditions of the soils of Karakalpakstan. ACADEMICIA an International Multidisciplinary Research Journal. 2021. Vol. 11. Is. 4. P. 968–973.
10. Хюфлер Ф., Новицкий З. Зеленый щит осушенного дна Арала. Ташкент, 2003. 76 с.
11. Монтгомери Д.Р. Почва. Эрозия цивилизаций. Анкара: ФАО, 2015. 410 с.
12. Рафиков В.А. Прогноз изменения геосистем опустынивающейся части дельты Амударьи до 2020 года // Доклады Академии наук Республики Узбекистон. 2013. № 5. С. 23–27.
13. Саидова М.Э. Биоэкологическое состояние орошаемых луговых почв Приаралья: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук (03.00.13). Ташкент, 2019. 20 с.
14. Мирзамбетов А.Б., Ахмедов А.У., Турдалиев Ж.М., Парпиев Г.Т. Рекомендации по улучшению плодородия орошаемых почв низовья Амударьи. Ташкент: Зилол булок, С. 6–17.
15. Рамазонов Б.Р. Влияние обсыхания Аральского моря на почвенный покров. Academic Research in Educational Sciences. 2020. Vol. 1. No. 1. С. 252–261.