

галогенидами никель(II) образует тетраэдрический комплекс, в отличие от комплекса 2, в котором формируется шестикординированное соединение.

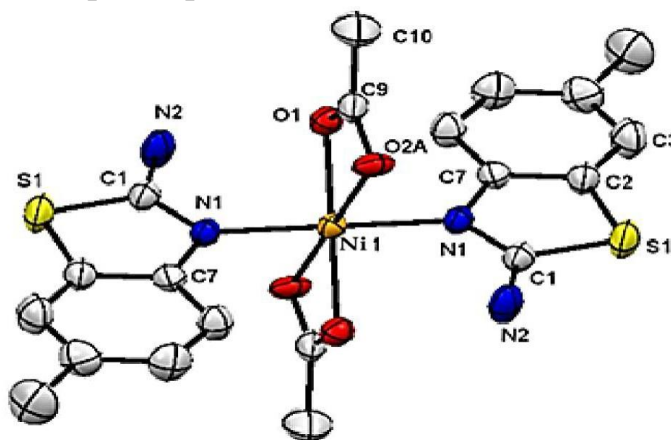


Рисунок 4. Молекулярная структура комплекса 2; выбранная схема нумерации атомов; тепловые эллипсоиды.

Атом O1, тогда как O2A электростатически связан с ионом металла. Расстояние между Cu1 и N1 (для обоих лигандов) одинаково и составляет 2,0239 Å. Угол N1–Cu1–N1 = 180,0° указывает на то, что два лиганда 2-амино-6-метилбензотиазола расположены строго напротив друг друга, как отмечалось выше. Молекула содержит ожидаемый острый угол O1–Cu1–O2A 59,97° и относительно более широкий угол O1–Cu1–O2A 120,03°. Сравнение свободного лиганда (1) и координированного лиганда в комплексе 2 показывает, что после координации электронная плотность на атоме N1 уменьшается, при этом наблюдается укорочение связи C=N (1,391 Å в свободном лиганде и 1,315 Å в комплексе).

Укорочение данной связи влияет на связь C–NH₂, и перенос электронной плотности в сторону тиазольного кольца подтверждается уменьшением длины связи C–NH₂: 1,359 Å (свободный лиганд) и 1,324 Å (координированный лиганд). Направленный электронный перенос в молекуле после координации делает группу NH₂ более доступной для образования водородных связей (как внутримолекулярных — 2,925 Å, так и межмолекулярных — 2,802 Å). В целом структурные данные комплекса 2 хорошо согласуются с ранее опубликованными данными для структурно близких соединений.

Закключение. 2-Амино-6-метилбензотиазол (соединение 1) был успешно применён в координационной химии Cu(II) и Ag(I). Лиганд способен координироваться к иону металла через эндоциклический атом азота, а не через другие возможные координационные центры (NH₂ и S), присутствующие в той же молекуле. Медь образует шестикординированный октаэдрический комплекс, тогда как серебро даёт ожидаемую двухкоординированную структуру с искажённой линейной геометрией. Лиганд и соответствующие комплексы проявляют умеренную активность, которая не имеет явного коммерческого значения. Результаты показывают, что эффективность лиганда может быть повышена за счёт комплексообразования с ионом металла. Данная тенденция

наблюдается для антибактериальной, противогрибковой, антиоксидантной активности и ингибирования ферментов.

Ссылки

1. Karatepe M., Karataş F. Antioxidant, pro-oxidant effect of the thiosemicarbazone derivative Schiff base (4-(1-phenylmethylcyclobutane-3-yl)-2-(2-hydroxybenzylidenehydrazino) thiazole) and its metal complexes on rats // *Cell Biochemistry and Function*. – 2006. – Vol. 24. – P. 547–554.
2. Xu H., Yu K., Su Z., Zhou B., Wang C., Wang C., Zhou B. A 3D K–Cu heterometal–organic coordination polymer with luminescent properties constructed from two kinds of Cu–cyanide complex units and binuclear K oxo-cluster // *Inorganic Chemistry Communications*. – 2016. – Vol. 56. – P. 54–58.
3. Coluccia M., Nassi A., Loseto F., Boccarelli A., Mariggio M.A., Giordano D., Intini F.P., Caputo P., Natile G. A platinum complex showing higher antitumor activity than the cis congeners // *Journal of Medicinal Chemistry*. – 1993. – Vol. 36. – P. 510–512.
4. Orbell J.D., Marzilli L.G., Kistenmacher T.J. Preparation, ^1H NMR spectrum and structure of cis-diamminebis(1-methylcytosine)platinum(II) nitrate–1-methylcytosine. Cis steric effects in pyrimidine ring-bound di-bis(nucleic acid base)platinum(II) compounds // *Journal of the American Chemical Society*. – 1981. – Vol. 103. – P. 5126–5133.
5. Wächter E., Zamora A., Heidary D.K., Ruiz J., Glazer E.C. Geometry matters: inverse cytotoxic relationship for cis/trans-Ru(II) polypyridyl complexes from cis/trans-[PtCl₂(NH₃)₂] // *Chemical Communications*. – 2016. – Vol. 52. – P. 10121–10124.
6. Sullivan B.P., Calvert J.M., Meyer T.J. Cis–trans isomerism in (trpy)(PPh₃)RuCl₂. Comparisons between the chemical and physical properties of cis–trans isomeric pairs // *Inorganic Chemistry*. – 1980. – Vol. 19. – P. 1404–1407.
7. Erwin B., Omoshile C. Hydrogen isotope exchange in Pt(II)-thiazole complexes // *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1*. – 1995. – P. 1333–1338.



<https://doi.org/10.70728/a.series.tab.v08.i05.193>

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ВЫСОХШЕМ ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Мамбетуллаева С.М., Утемуратова Г.Н., Ажиев А.Б.

*Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук
Нукусский государственный педагогический институт*

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследований современное состояние почвенного покрова, образовавшегося на осушенном дне Аральского моря. В осушенной части дна Аральского моря сложился комплекс песчано-пустынных, гидроморфных и полугидроморфных песчано-пустынных почв, а также песчано-пустынных и песчаных солончаков. Отмечено, что все почвы имеют разную степень засоленности, а возникновение засоления обусловлено накоплением в недрах почв соляных отложений третичного периода и сильным испарением. Исследования показали, что в условиях аридизации трансформация почв на осушенном дне Аральского моря продолжается, тенденции развития негативных процессов сохраняются и приводят в дальнейшем процессам деградации почв и обострению экологической ситуации в Приаралье.

Аннотация. Мақолада Орол денгизининг қуриган тубида ҳосил бўлган тупроқ қопламининг ҳозирги ҳолатини ўрганиш натижалари муҳокама қилинади. Орол денгизи тубининг қуриган қисмида гидроморфик ва ярим гидроморфик қумли-чўл тупроқлари, шунингдек қумли-чўл ва қумли шўрқоқлар мажмуаси шаклланган. Барча тупроқларнинг шўрланиш даражаси ҳар хил ва шўрланишнинг пайдо бўлиши тупроқ тубида учламчи даврдаги туз конларининг тўпланиши ва кучли буғланиш билан боғлиқ. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, аридизация шароитида Орол денгизининг қуриган тубидаги тупроқларнинг ўзгариши давом этмоқда, салбий жараёнларнинг ривожланиш тенденциялари сақланиб қалмоқда ва Орол денгизидаги тупроқ деградациясига ва кейинги жараёнларда экологик вазиятнинг кескинлашишига олиб келмоқда.

Annotation . The article discusses the results of studies of the current state of the soil cover formed on the dried bottom of the Aral Sea. In the drained part of the bottom of the Aral

Sea, a complex of hydromorphic and semi-hydromorphic sandy-desert soils, as well as sandy-desert and sandy salt marshes has developed. All soils have different degrees of salinity, and the occurrence of salinity is due to the accumulation of salt deposits of the tertiary period in the depths of the soil and strong evaporation. Studies have shown that under conditions of aridization, the transformation of soils on the drained bottom of the Aral Sea continues, trends in the development of negative processes persist and lead to further processes of soil degradation and aggravation of the ecological situation in the Aral Sea.

В настоящее время проблема интенсивного антропогенного воздействия на экосистемы Приаралья отразилась не только на страны Центральной Азии, но практически на все регионы мира. Свидетельством тому является нынешнее состояние Аральское моря, которое стало высыхать с 1960-х годов. Солончаковые подводные отложения сложены маломощными солончатыми аллювиальными отложениями с преобладанием первичных пород различного возраста (глинистых, песчаных, суглинистых и др.) [5, 6].

В новообразованной «пустыне Аралкум» в настоящее время можно наблюдать процессы первичного почвообразования. Многими специалистами было отмечено, что эти процессы начались на территориях, освободившихся от морской воды за 50–60 лет до этого, постепенно формируя первичную почву. В современных условиях процесс почвообразования начался в тех частях моря, которые ранее были открыты [1, 6, 17].

Следует отметить, что вместе с процессом почвообразования на обсохшем дне Аральского моря не прекращается дефляционный процесс, процесс эолового выноса поверхностного слоя, что приводит к деградации формирующегося почвенного покрова. Все эти отрицательные явления, происходящие на обсохшем дне, негативно сказываются на общем экологическом состоянии всего региона Южного Приаралья. В связи с этим возникла необходимость в разработке почво- и природоохранных мероприятий, направленных на предотвращение отрицательного влияния новообразованной солончаковой пустыни на густонаселенные районы Южного Приаралья.

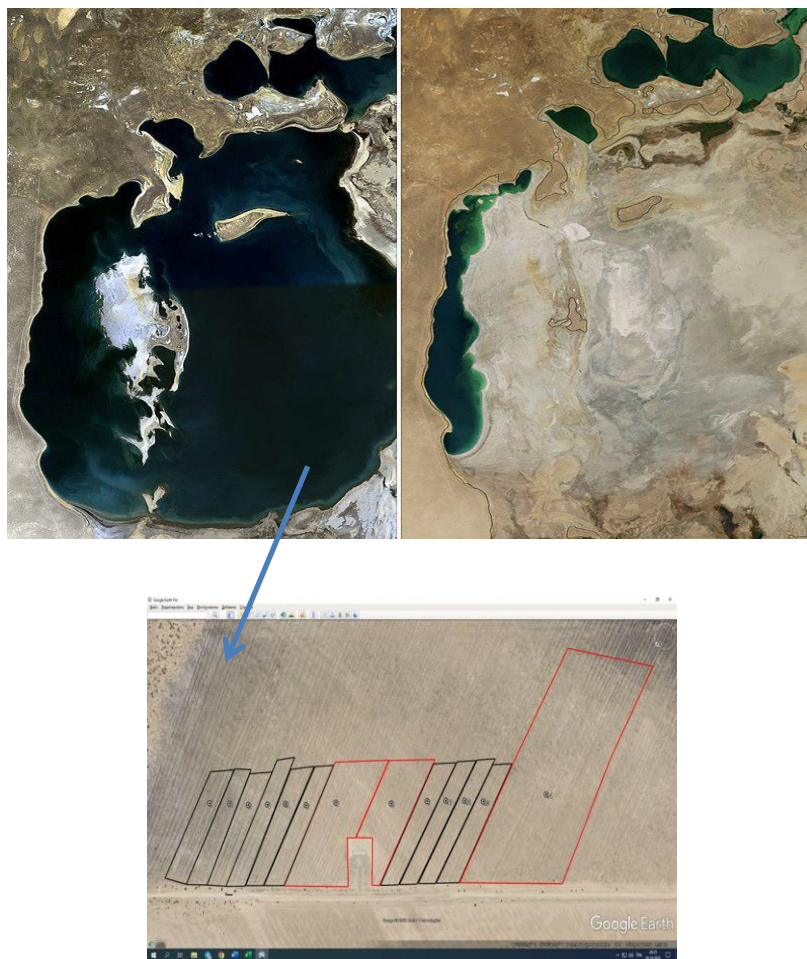


Рис. 1. Карта-схема проведения исследования

Методологическую основу проведенных исследований составляют опубликованные различными авторами геохимические, лабораторно-аналитические методы анализа [2, 3]. 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. Пробы почв были взяты в декабре 2022 года на нулевой точке осушенного дна Аральского моря (N: 44° 7'36.84"C, E: 58°50'39.25"B) (рис. 1).

В образцах из почвенного разреза, были выполнены следующие анализы:

- Механический состав почвы – методом седиментации (метод Стокса)
- Измерение показателя почвы pH
- Измерение электропроводности ЕС в водной вытяжке 1:5, (с пересчётом в ЕСе), dS/m Проведена оценка степени засоления почвы по методике ФАО
- Определение содержания общего количества солей (плотный остаток), % - методом выпаривания

– Определение ионного состава почвы HCO_3' , Cl' , SO_4'' , Ca , Mg' ; Na' , K' - по общепринятой методике в водной вытяжке 1:5, выраженный в % и в мг-экв на 100 г почвы

Химические анализы образцов, взятых из почвы и воды в период исследований, выполнены на основе общепринятых методов.

Таблица 1

Результаты анализа механического состава почвы исследуемой территории

Горизонт, см	Вес фракций (мм), в %								Оценка по Качинскому
	>0,25	0,25- 0,10	0,10- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001	Физич еская глина, <0,01	
0-20	6,7	48,4	23,4	6,4	1,6	8,0	5,6	15,1	Супесь
20-40	3,8	39,5	32,2	8,0	1,6	8,7	6,4	16,7	Супесь
40-60	2,8	18,8	23,5	24,2	6,8	12,7	11,1	30,6	Средний суглинок
60-80	4,9	28,2	27,2	14,3	4,0	11,5	9,9	25,4	Легкий суглинок
80-100	5,1	41,6	27,9	11,1	1,6	7,6	5,2	14,3	Супесь

По данным А.Б. Мирзамбетова, А.У. Ахмедова, Ж.М. Турдалиева, Г.Т. Парпиева, химический состав солей почвогрунтов и грунтовых вод осушающегося дна Аральского моря различается по количеству и составу солей [4].

По результатам анализа механического состава почв, они имеют слоистое сложение. В слое 0-40 см залегают супеси, от 40 до 80 см суглинки средние и лёгкие, а ниже 80 см, - снова залегают супесчаные слои (табл.1).

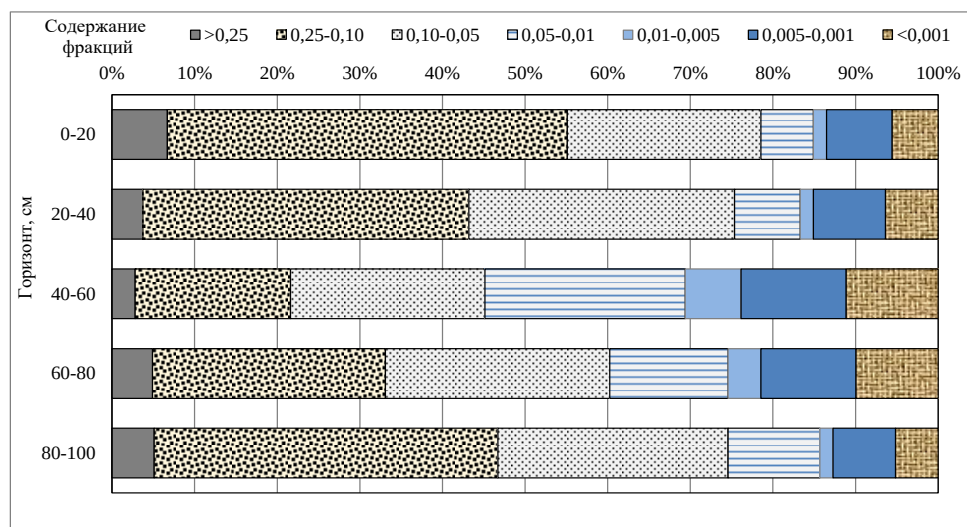


Рис. 2. Количество содержания фракций в механическом составе почв исследуемой территории

По классификации США, принятой ФАО, кроме почвы горизонта 40-60 см (называемой суглинком, - L), почвы характеризуются, как опесчаненный суглинок (SL) (табл.2).

Таблица 2

Анализ и оценка механического состава почвы по ФАО

Горизонт, см	Содержание фракций (мм) по треугольнику США, в %			Название по ФАО	
	Песок, 0.05-2.0	Пыль, 0.002-0.05	Глина, < 0.002		
0-20	79	13	8	SL	Sandy Loam
20-40	76	15	9	SL	Sandy Loam
40-60	46	39	15	L	Loam
60-80	61	26	13	SL	Sandy Loam
80-100	75	18	7	SL	Sandy Loam

Примечание: **Sandy Loam**-опесчаненный суглинок (супесь)

Данные химического анализа показывают, что из-за различной токсичности солей в почвенном профиле в верхнем 0–30-сантиметровом слое почвы засоленные, 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. Показатели засоленности почвы: Электропроводность, содержание плотного остатка (суммы солей), отдельных ионов, суммы токсичных солей, а также гипотетический состав солей, показаны в табл.3.

Таблица 3

Результаты измерений pH, электропроводности и определения ионного состава почвы методом водной вытяжки

Горизонт, т, см	pH	ЕСе, dS/m	Плотный остаток, %	Содержание растворимых ионов, в % / мг-экв. на 100 грамм почвы						
				HCO' 3	Cl'	SO"4	Ca..	Mg..	Na+	K+
0-20	8,7	38,0	4,298	0,015	1,159	1,360	0,328	0,098	0,840	0,046
				0,240	32,670	28,288	16,400	8,088	36,540	1,150
20-40	8,8	22,6	2,054	0,023	0,760	0,446	0,084	0,056	0,460	0,033
				0,380	21,418	9,277	4,200	4,636	20,010	0,825
40-60	8,9	19,0	1,636	0,026	0,627	0,360	0,172	0,044	0,300	0,031
				0,420	17,667	7,488	8,600	3,650	13,050	0,775
60-80	9,0	24,2	2,138	0,013	0,704	0,536	0,140	0,079	0,360	0,029

				0,220	19,839	11,149	7,000	6,510	15,660	0,725
80-100	9,0	19,4	1,812	0,021	0,525	0,610	0,168	0,050	0,340	0,026
				0,340	14,805	12,688	8,400	4,143	14,790	0,650

Примечание: *Электропроводность определена в водной вытяжке 1:5

** Электропроводность насыщенного почвенного экстракта, величина, применяемая для оценки степени засоления в международной практике (см. классификацию, табл.2)

Показатели рН водной вытяжки из образцов почвы составляет от 8,7 до 9,0. При этих показателях почва всех образцов почвенного профиля оценивается, как сильно щелочная рН (8.5 - 9.0).

Обычно все микроэлементы хорошо усваиваются растениями при рН менее 8,4, то есть показатель рН почвы, не благоприятный. В исследованной нами части обсохшего дна Аральского моря встречаются галофитные растения, растительность которых развивается поодиночке, к ним относятся такие растения, как полынь, саксаул, тамарикс, соляноколосник каспийский, приспособленные к развитию в суровых аридных условиях.

В исследованной почве содержится высокое содержание солей, определяемое в анализе, как «плотный остаток в водной вытяжке». Значения общего содержания солей в образцах составляют от 1,636 % (в горизонте 40-60 см), до 4,298 % к массе почвы (в верхнем горизонте 0-20 см), Во всех образцах почвы, наиболее высоко содержание ионов: хлора, натрия и сульфатов (рис.3 и 4).

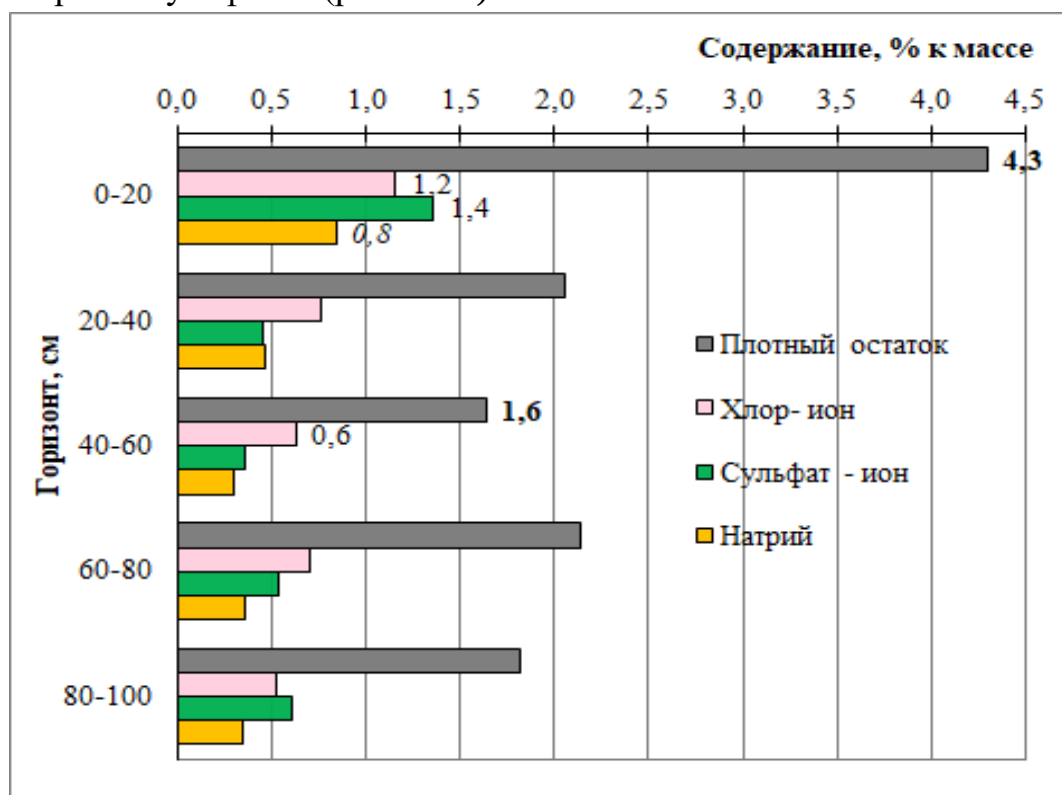


Рис. 3. Профиль содержания плотного остатка и преобладающих ионов

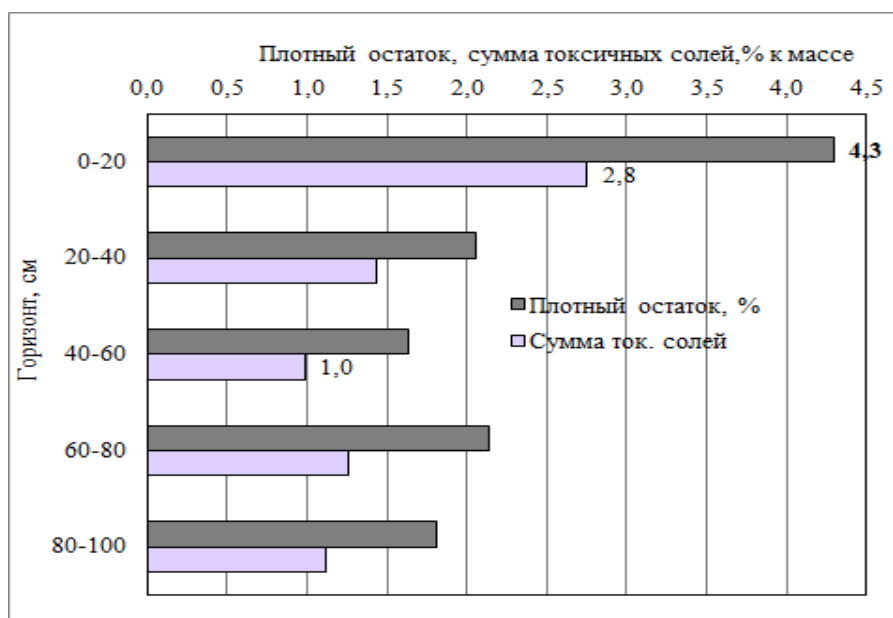


Рис.4. Профиль содержания плотного остатка и суммы токсичных солей

Такое же распределение солей по профилю, как и по плотному остатку, наблюдается по показателю электропроводности насыщенного почвенного экстракта ЕСе (рис.5). Распределение ионов и солей по профилю почвы, показывает, что максимальное засоление исследуемая почва имеет в горизонте 0-20 см

На рис. 5 показана связь электропроводности с содержанием общего количества солей и отдельных ионов. Из графиков видно, что электропроводность достаточно хорошо отражает содержание ионов и солей, степень засоленности почвы.

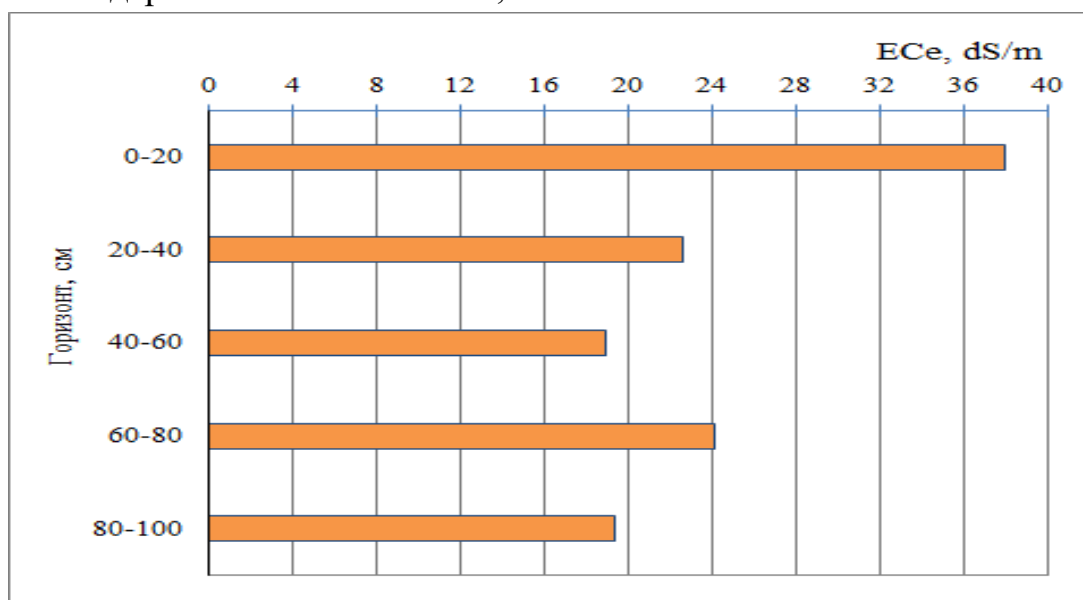


Рис.5. Профиль засоления почвы по электропроводности насыщенного почвенного экстракта

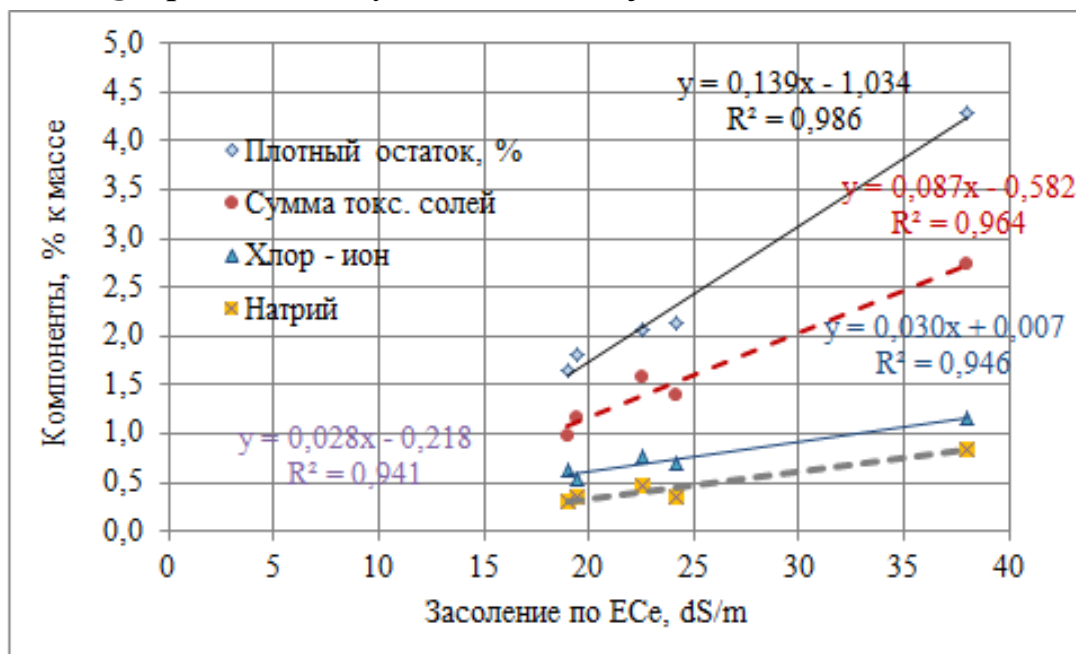


Рис. 6. Связь между содержанием отдельных показателей засоления почвы с величиной электропроводности насыщенного почвенного экстракта

В табл. 4 приведены классификации почвы по степени засолённости. Используя данную таблицу и данные о засолённости профиля почвы, приходим к выводу, что почвы разреза засолены по всем показателям и степень засоления оценивается, как «очень сильная».

Таблица 4

Классификация по оценке степени засоления почвы

Код	Степень засоления почв	ФАО	Отечественные классификации					
		EC_e , dS/m	Cl^- , %	Na^+ , me/100 g	По сумме токс. солей		По плотному остатку	
					Хлоридный	Хлоридно-сульфатный	Хлоридный	Хлоридно-сульфатный
1	Не засоленные	0-2	< 0,02	< 1	<0,03	<0,10	<0,15	<0,25
2	Слабая	2-4	0,02-0,035	1,0-3,0	0,03-0,1	0,10-0,25	0,15-0,30	0,25-0,40
3	Средняя	4-8	0,035-0,07	3,1-6,0	0,1-0,3	0,25-0,50	0,30-0,50	0,40-0,70
4	Сильная	8-16	0,07-0,14	6,1-12,0	0,3-0,6	0,50-0,90	0,50-0,80	0,70-1,20
5	Очень сильная	>16	> 0,14	12,1-28,0	>0,6	>0,9	>0,8	>1,2

На рис. 7 представлена эпюра химического состава профиля почвы. Из эпюры видно, что преобладающие ионы, которые располагаются по убыванию следующим образом:

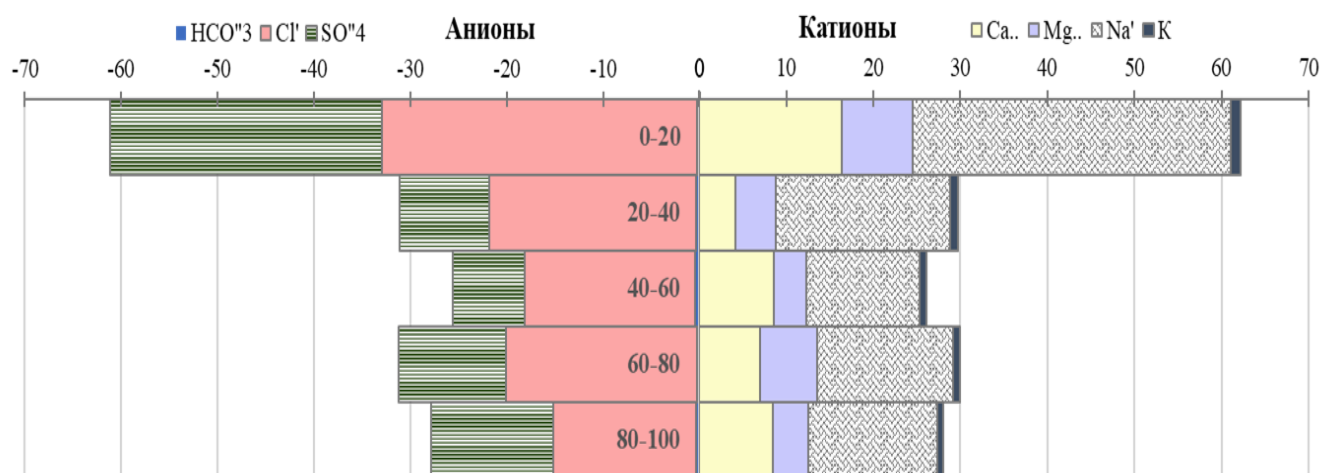


Рис. 7. Эпюра химического состава профиля почвы.

Согласно рис. 8, в ионном составе образцов преобладают (в мг-экв./100г)

$Na' > Cl' > SO_4'' > Ca > Mg, > K > HCO_3'$ (гор. 0-20 см)

$Cl' > Na' > SO_4'' > Ca > Mg, > K > HCO_3'$ (гор. 20-40; 40-60; 60-80; и 80-100 см)

В результате процессов, происходивших на этих почвах, было отмечено, что на больших территориях легко растворимые в воде соли, хлор и сульфат, колеблются в разных количествах в верхних слоях этих почв. Количество сухого остатка колеблется от 3,9 % до 11,5 % в пределах 0–20 см в верхних слоях в зависимости от типа почвы. Все почвы имеют разную степень засоленности, а возникновение засоления обусловлено накоплением в недрах почв соляных отложений третичного периода и сильным испарением.

Исследованные почвы имеют рН от 8,7 до 9,0 и оцениваются как сильно щелочные рН (8.5 - 9.0). Показатели рН почвы превышают благоприятный предел (рН = 8,4), выше которого усвоение питательных и микроэлементов растениями из почвы - снижается. Для снижения щелочности почвы (ближе к нейтральной) рекомендуется провести подкисление почвы [3, 8, 11].

В осушенной части дна 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. 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, 12, 13].

Результаты агрохимических анализов почвы, указывают, что они могут не считаться плодородными по содержанию гумуса, подвижных форм фосфора. Однако по содержанию подвижного азота они имеют повышенную и нормальную обеспеченность, а по обменному калию – высокую обеспеченность. Содержание валовых форм питательных элементов (NPK) указывает, что запасов азота фосфора и калия в данной почве нет [6, 15, 17, 18].

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 процессам деградации и разрушению (эрозия и дефляция) под воздействием ветров, что в конечном итоге привело к сокращению ареалов распространения растений.

Исследования показали, что в условиях аридизации трансформация почв на осушенном дне Аральского моря продолжается, тенденции развития негативных процессов (засоление, дефляция и др.) сохраняются и приводят к дальнейшим процессам деградации почв и обострению экологической ситуации в Приаралье.

Список литературы

1. Алимбаев А.К., Смагулов Т.А. Эрозия почв Приаралья. // Известия Мин. Науки-Академии наук, сер. биол. – 1996. – № 1. – С. 21-26.
2. 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.
3. Методы изучения агрофизических, агрохимических и микробиологических свойств почв на хлопковых полях УзНИИХ. Ташкент: УзНИИХ, 1993. 37 с.
4. 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.
5. Рамазонов Б.Р. Влияние обсыхания Аральского моря на почвенный покров // Academic Research in Educational Sciences. 2020. Vol. 1. No. 1. С. 252–261.
6. Рубанов И.В. Осадки современной осушки Аральского моря, их диагенез и влияние на экологию Приаралья // Литология и полезные ископаемые. 1994. № 2.
7. Харитонов Г.В., Шеин Е.В., Пугачевский М.А. и др. Почвенные глинисто-солевые образования in situ и ex situ // Вест. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2015. № 2.
8. Deocampo D.M., Jones B.F. Geochemistry of saline lakes // Treatise on Geochemistry (Second Edition). 2014. Vol. 7. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.00515-5>

9. Doner H.E., Grossl P.R. Carbonates and evaporates // Soil mineralogy with environmental applications / ed. by J.B. Dixon, D.G. Schulze. Madison, WI, 2002. Vol. 7. <https://doi.org/10.2136/sssabookser7.c6> (SSSA Book Series).

10. Hover V.C., Walter L.M., Peacor D.R. et al. Mg-smectite authigenesis in a marine evaporative environment, Salina Ometepe, Baja California // Clays Clay Miner. 1999. Vol. 47, № 3.

11. Kharitonova G.V., Shein E.V., Krutikova V.O. et al. Secondary carbonates in edaphic components of ecosystems, Soil Physics // IOP Conf. Series: Earth and Environ. Sci. 2019. Vol. 368. Art. 012020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/368/1/012020>

12. Nishimura K., Hunt J.C.R. Saltation and incipient suspension above a flat particle bed below a turbulent boundary layer // J. of Fluid Mechanics. 2000. Vol. 417. <https://doi.org/10.1017/S0022112000001014>

13. Pedone V.A., Norgauer C.H. Petrology and geochemistry of recent from the Great Salt Lake, Utah // Great Salt Lake: an overview of change / ed. J.W. Gwynn. Special publication of the Utah Department of Natural Resources Salt Lake City. UT. 2002.

14. Podrabsky J.E., Hand S.C. Physiological strategies during animal diapause: lessons from brine shrimp and annual killifish // J. of Exp. Biology. 2015. Vol. 218, № 12. <https://doi.org/10.1242/jeb.116194>

15. Spencer R.J. Sulfate minerals in evaporite deposits // Reviews in Mineralogy and Geo-chemistry. 2000. Vol. 40, № 1. <https://doi.org/10.2138/rmg.2000.40.3>

16. Sposito G. The surface chemistry of soils. N.Y., 1984.

17. Stulina G., Sektimenko V. The change in soil cover on the exposed bed of Aral Sea//J.of Marine Systems.- 2004.- Vol.47. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2003.12.014>

18. Ajiev A.B., Mambetullayeva S.M. Ecological analysis of the impact of factors on the spatial distribution of wild relatives of cultivated plants of the Karakalpak priaralie / Journal of Pharmaceutical Negative Results | Volume 13 | Special Issue 7 | 2022. 3214-3218 Pp. DOI: 10.47750/pnr.2022.13.S07.419.