

Қызылорда облысы топырақ жамылғысының тұздану көрсеткіштері

Салтанат Ибадуллаева¹, Гулнар Зияева^{2*}, Гульжас Токтағанова¹, Клара Ажмолдаева¹, Жаксыбай Тулеубаев²

¹Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан; salt_i@mail.ru, Toktaganova_Gulzhas@korkyt.kz, klara_1465@mail.ru

²М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Тараз, Қазақстан; gk.ziyaeva@dulaty.kz, tuleubayev51@mail.ru

*Корреспонденция: gk.ziyaeva@dulaty.kz

Андатпа. Топырақтың өнімділігін айқындайтын қасиеттерінің көпжылдық динамикасын зерттеу мәселесі – топырақтану ғылымындағы ең өзекті проблемалардың бірі болып табылады. Бұл мәселе әсіресе аридті аймақтарда өте өткір сипатқа ие, өйткені мұнда суармалауға, жер асты сулары деңгейінің көтерілуіне және ирригациялық-гидроморфты немесе жартылай гидроморфты топырақтардың қалыптасуына байланысты екінші реттік тұздану үдерістері кеңінен таралған. Қызылорда облысында суармалы егістік жерлердің басым бөлігі тұйық ойыстарда орналасқан, бұл қайта тұздану үшін қолайлы жағдай туғызады. Сонымен қатар суару нормалары дұрыс сақталмаған жағдайда егістік алқаптардағы топырақ құнарлылығы өзгеріп, соның салдарынан құнарлы жерлердің аумағы азайып, топырақтың екінші реттік тұздануы жүреді. Егістік жерлердің мелиоративтік жағдайының нашарлауы қайта тұздануға және тұзды жер асты сулары деңгейінің көтерілуіне әкеледі. Кейбір жағдайларда қайталама тұздану күріш алқаптарынан келетін судың суару арналары арқылы егістік жерлерге түсуі нәтижесінде де байқалады. Су және жер ресурстарын ұтымсыз пайдалану, аумақтардың құрғауы мен шөлденуі топырақ пен жер асты суларының тұздану үдерістерін күшейтеді. Рельефтің үстірт бөліктерінде, ойпаңдарда және теңіз жағалауында сұр-қоңыр топырақтар мен әртүрлі сортаңдар кең таралған. Арал теңізі деңгейінің үздіксіз төмендеуіне байланысты сортаң алқаптардың аумағы тұрақты түрде ұлғайып келеді. Айта кету керек, күріш егісі аудандарында тұзданған топырақтарды картографиялау жұмыстары бұрын жүргізілмеген. Осыдан қазіргі тұзданған жерлердің аудандарын және олардың таралу динамикасын жан-жақты түгендеу қажеттілігі туындайды. Мақалада Қызылорда облысындағы тұзданған топырақтарды бірқатар көрсеткіштер бойынша бағалау деректері берілген, соның ішінде тұздану типі мен тұздардың орналасу тереңдігі қарастырылған. Сондай-ақ сульфат-аниондардың, кальций катиондарының, магний иондарының мөлшеріне химиялық талдау жасалып, натрий мен калий иондарының пайыздық үлесі қарастырылған.

Дәйексөз: Ибадуллаева, С., Зияева, Г., Токтағанова, Г., Ажмолдаева, К., Тулеубаев, Ж. (2026). Қызылорда облысы топырақ жамылғысының тұздану көрсеткіштері. Journal of Ecology and Sustainability, 156(3), 81-95. <https://doi.org/10.32523/4wbxp968>

Академиялық редактор:
А. Зандыбай

Редакцияға түсті: 22.04.2026
Түзетілді: 11.09.2026
Қабылданды: 20.09.2026
Басылымға шықты:
30.09.2026



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Түйін сөздер: топырақ; тұздану; экожүйе; хлорид; иондар; сульфат; анион; катион.

1. Кіріспе

Қазіргі кезде антропогендік жүктеме нәтижесінде қоршаған ортаның жай-күйі туралы мәліметтер қоғамның назарын аударуда. Жалпы алғанда қоршаған орта мәселелері, экологиялық ахуал ол тек өмірлік жағдайға әсер ететін мәселе емес, ол сонымен қатар шаруашылық жұмыстарды жоспарлауда, кен өндіру жұмыстарын жүргізуде және төтенше жағдайлардың алдын алу мақсатында түбегейлі қолданылады. Аталмыш мәселе жалпы қауіпті табиғи процесстерді алдын алу мақсатында және де апаттық жағдайларға байланысты халықты алдын ала хабардар етуде ерекше орын алады. Осы төңіректе қоршаған ортадағы орын алып жатырған өзгерістер тек табиғи үдерістер туралы ақпаратпен шектеліп қалмау керек, себебі антропогендік ықпалда қоршаған ортадағы және биосфералық өзгерістердің туындауына әсерін тигізеді. Қоршаған ортадағы орын алып жатырған негативті өзгерістер адамның іс-әрекетінен туындап жатқандығын, адамның әсерінен туындап болып үлесін бағалау қазіргі экологиялық зерттеулердің маңызды әрі күрделі міндеттерінің бірі болып табылады.

Ғылым мен техниканың қарқынды дамуы және пайдалы қазбаларды қолданудың қарқындауы қоршаған ортаға тигізетін антропогендік әсердің күшеюін арттырды. Сол әсердің көрсеткіштерінің бірі болып, су ресурстарын және жер көлемін тиімсіз пайдалану себебінен қалыптасқан Арал аймағының экологиялық апаты. Экологиялық дағдарыс салдары табиғи экожүйелердің тұрақтылығына зиянды әсерін тигізе отырып, Қызылорда облысы халқының денсаулығына, әлеуметтік-экономикалық жағдайына да өз әсерін тигізуде (Geldyueva et al., 2004). Арал өңірінің жалпы климаттық жағдайы қатаң, нақты атап айтса шұғыл континенттік және құрғақ климат. Өңірге ауа температурасының тәуліктік және маусымдық жоғары көрсеткіштері тән, ал атмосфералық жауын-шашын жылдық мөлшері шамамен 120 мм сәйкес. Арал өңірі аймағы жалпы алғанда шөл және шөлейт табиғи зоналар қатарында орналасқан. Сырдария өзеніне қарай құмды алқаптар біртіндеп ені 30-40 км құрайтын өзен аңғарымен сипатталады. Осы аймақ суару арналарының тығыз орналасқан желілерімен, сонымен қатар көлдер және батпақты, сазды топырақтарының болуымен ерекшеленеді. Қызылорда облысы аймағында жер бедерінің абсолюттік биіктігі 900 м-ден жоғары көрсеткіштерімен сипатталады.

Облыстың климаттық көрсеткіштері жоғары континенттілігімен сипатталады. Жаз мезгілі ұзақ, ыстық әрі құрғақ болып, ауа температурасының ең жоғары көрсеткіші 45-47 °С-қа дейін жетеді. Аймақ қысы салыстырмалы түрде қарағанда қысқа, суық және қар мөлшері өте аз болып келеді, ал ең төмен температура кейде – 40 °С шамасында болуы мүмкін. Жауын-шашынның жылдық көлемі небәрі 100-150 мм аралығында болып, сонымен қатар маусымдар бойынша көрсеткіштер біркелкі емес. Жауын-шашынның шамамен 60 %-ы қыс пен көктем айларына сәйкес келеді.

Қызылорда облысының климаттық ерекшеліктерінің бірі ол қар жамылғысының тұрақсыз және аз болуы. Салқын уақытта ауаның салыстырмалы ылғалдылығы облыс төңірегінде аса өзгеріске ұшырамайды, жалпы алғанда орта есеппік көрсеткіш 70-85 % аралығында тіркеледі. Жаз мезгілінде, керісінше, көрсеткіш 11-16 %-ға дейіндігі байқалады. Сонымен қатар, өңірдегі құрғақ климаттық жағдайының және жел режимінің әсерінен шаңды дауылдар өте көп байқалады: облыстың кей бөліктерінде олардың ұзақтығы жылына 2-20 күнде құраса, ал Қызылорда қаласында кей жылдары 30 күнге дейін жетуі мүмкін.

Арал теңізінің тартылуы облыс аймағында экологиялық жағдайды күрделендіретін басты факторлардың бірі болып саналады. Теңіздің бұрынғы табанынан атмосфераға таралатын тұзды-шаңды бөлшектердің экологиялық апаттың негізгі көзі болып табылады. Теңіздің кепкен табанынан жыл сайын шамамен 40-160 млн тонна тұз бен шаң көтерілетіні анықталған. Осыған орай атмосфераға түсетін тұз мөлшері арта түседі, сонымен қатар Арал

өңіріндегі атмосфералық жауын-шашынның минералдану деңгейі 6-7 есеге өседі (Baimoldaeva, 2002).

Арал өңіріндегі экологиялық дағдарыстың адам мен жануарлар ағзасына әсер ету көздерінің бірі ол қоршаған ортада түрлі пестицид, гербицид және де басқа да токсиканттардың жинақталуымен байланысты. Топырақ жамылғысы мен су құрамында кездесетін улы қосылыстар ағзаға тек ауыз су мен тағам арқылы ғана емес, сонымен қатар тыныс алу барысында ауа мен шаң бөлшектерімен бірге де түсу ықтималдығы жоғары. Аймақтың климаттық-географиялық жағдайы, сонымен қатар топырақ жамылғысының ерекшеліктері, шөл, шөлейт ландшафтардың басымдығы, су арналары мен батпақты жерлердің таралу ерекшеліктері өңірге тән экологиялық жағдайларына өз әсерін тигізеді (Karlykhanov, 2002).

Температуралық режиммен қатар, өңірдің атмосфералық жағдайына барикалық процесстердің өзіндік әсері бар. Жыл мезгілдерінің көп бөлігінде Қызылорда облысы Сібір антициклонымен байланысты жоғары атмосфералық қысымның әсерінде болады. Осы төңіректе аймақта ылғалдық коэффициент мөлшері төмен, континенттік сібірлік және арктикалық ауа массалары басымдық көрсетеді. Сонымен қатар, Атлант мұхитынан тасымалданатын ылғалды ауа массалары аумаққа жету мүмкіндігі шектеулі болғандықтан аса әсер тигізе алмайды.

Күз, қыс және көктем мезгілдерінде солтүстік-шығыс бағыттағы ауа ағындарының басымдығы байқалады. Бұл өңірге Сібір аумағынан құрғақ әрі суық ауа массаларының келуіне себеп болады. Осы ретте аймақтың географиялық орналасуы мен гипсометриялық деңгейінің төмен болуы Арал-Сырдария қазаншұңқырына енген ауа массаларының іркілуіне жағдай жасайды.

Қызылорда облысы климаттық ерекшеліктерінің қалыптасуына күн радиациясының мөлшері мен атмосфералық циркуляциялық үдерістері де тікелей ықпалын тигізеді. Радиациялық баланстың жетекші элементі ретінде жиынтық күн радиациясы қарастырылады, бірақ жылдық көрсеткіштерін салыстырғанда аумақ бойынша біркелкі таралмайтыны белгілі. Солтүстіктен оңтүстік аймағына қарай радиациялық көрсеткіштердің біршама жоғарылауы көрініс алады: Үлкен және Кіші Борсық аумағында бұл көрсеткіш шамамен 130 ккал/см² болса, оңтүстік Қызылқұмда 140-150 ккал/см²-ге дейін көтеріледі. Бұлтты күндердің аздығы мен жарық ресурстарының мол болуы инсоляция ұзақтығын арттырып, аймақтың жылу режимінің қалыптасуына әсер етеді. Жылдық ұзақтығы орта есеппен Солтүстік Арал маңында күн сәулесінің 2500-2800 сағатты құраса, ал Қызылорда қаласы мен оңтүстік Қызылқұм аймағында көрсеткіш 3000 сағаттан асатыны дәлелденген. Күн радиациясының жоғары деңгейі болуы жаз айларында ыстық әрі құрғақ ауа райының қалыптасуына ықпалын тигізеді.

Аумақтың жел режимінде солтүстік-шығыс бағыттағы ауа ағындары жетекші орын алады. Қазақстан аумағына кіретін Арал өңірінде желдің орташа жылдамдығы 4,5-5,5 м/с шамасында болса, Қызылорда қаласында бұл көрсеткіш 6-7 м/с-қа жетеді. Бұл құбылыстың қайталану жиілігі 20-25 % аралығын құрайды. Көктем айларында солтүстік-шығыс желдерінің жылдамдығы біршама төмендеп, керісінше батыстан соғатын желдердің күші, әсіресе атыраулық бөлікте, арта түседі. Жаз айларына тоқталсақ солтүстік және солтүстік-батыс бағыттағы желдер жиі байқалады. Атмосфералық циркуляцияның сипаты мен аймақтың орографиялық құрылысы шаңды дауылдардың жиілігі мен ұзақтығына әсер ететін маңызды факторларының бірі болып есептеледі.

Қызылорда облысы жауын-шашынның маусымдық таралу жағдайына күз мезгілінде полярлық фронттың әлсіз байқалатын ирандық тармағы, ал жаз кезіндегі батыс циклондары арқылы енетін құрғақ ауа массалары әсерін тигізеді. Жылдық жауын-шашын мөлшері аймақтың ерекшеліктерге қарай өзгеріске ұшырайды. Арал теңізі ауданында шамамен 89 мм, Сырдария өзенінің жайылмасы бойында 113 мм, ал алқаптың шеткі бөліктерінде 120 мм-ге дейінгі мөлшерге жетеді. Кей кезде ылғалдылығы жоғары болған жылдары осы көрсеткіш 126-198 мм аралығында болады. Салқын кездердегі жауын-шашынды күндердің саны жылы

кезеңмен салыстырғанда шамамен 1,2-1,4 есе жоғары. Сонымен қатар жауын-шашын көрсеткіштерінен жаңбыр жауатын күндердің саны қар түсетін күндерден 1,5 есе артық. Өңірде жауын-шашын көрсеткіштері жыл бойында салыстырмалы түрде біркелкі түскенімен, оның мөлшерінің жоғарылауы көктем мен күз айларында аздап байқалады, ал ең төмен көрсеткіштер жаз айларына сәйкес келеді. Бірнеше жылдық зерттеулер бойынша сәуірден қазан айына дейінгі түсетін жауын-шашын 75-100 мм-ден аспайды. Көрсеткіштерге тоқталсақ төменгі көрсеткіштер «Қызылорда» метеостанциясында 13 мм тең, «Шірік-Рабат» станциясында 15 мм және «Арал теңізі» метеостанциясында 24 мм шамасында байқалған. Сәуір мен қазан айлары өңірдегі салыстырмалы түрде ылғалды айлар болып есептеледі және осы айлардағы жауын-шашын мөлшері 30-47 мм аралығында өзгереді (Mukhamediev et al., 2023).

Қоршаған ортаның сапалық жағдайын бағалау барысында аса назар аударылатын ластаушы заттардың қатарына жататындар болып металдар, әсіресе атомдық массасы 40-тан жоғары ауыр металдар кіреді. Ауыр металдарға деген ғылыми қызығушылық ең алдымен бірнеше металдардың жоғары биологиялық белсенділігіне және тірі ағзаларға тигізетін уытты әсерімен байланысты. Қазіргі кезде күшәла (мышьяк), кадмий, қорғасын, никель және сынап тәрізді элементтердің қоршаған ортада жинақталуы экологиялық қауіпсіздік пен халық денсаулығын қорғаудың маңызды мәселелердің біріне айналып отыр. Сондықтан да аталмыш элементтердің қоршаған ортаға едәуір көлемде түсуі олардың экожүйелерге ықпалын тұрақты бақылауда ұстау қажеттілігін арттырады (Mukhamediev et al., 2023).

Қызылорда облысы аймағының бірнеше бөлігі антропогендік әсері негізінде айтарлықтай өзгеріске ұшыраған. Табиғи аумақтарды ауыл шаруашылығы мақсатында жырту және игеру бастапқы ландшафттардың трансформациясына әкелді. Сонымен қатар, өңірде күріш егістік алқаптардың бір бөлігінде кең көлемді су мелиорациясының жүргізілуі топырақтың тұздану процестерін күшейтіп, нәтижесінде жер асты сулары деңгейінің жалпы көтерілуіне әсерін тигізеді. Қазіргі кезеңде зерттеу аймағының ландшафтық құрылымы түрлі сипатқа ие: оның құрамында табиғи кешендермен қатар ауыл шаруашылығы мақсатында өзгертілген және өнеркәсіптік ландшафттар да кездеседі. Әсіресе дельталық-аллювиалды жазықтың ауқымды бөліктерінде табиғи тұрақтылықтың бұзылу үдерісі байқалып, шөлейттену үдерістері күшейгенін атап өтуге болады.

Климаттық-географиялық жағдайларды бағалауда жылу мен ылғалдың өзара арақатынасы және ылғалдану коэффициенті маңызды көрсеткіштер қатарына жатады. Сонымен бірге климаттың ұзақ мерзімді өзгерістерін зерттеу кезінде көпжылдық көрсеткіштердің ауытқу сипатын, олардың кеңістік және уақыттық динамикасын ескеру қажет. Жалпы гидратация теориясы бойынша Солтүстік жарты шардағы климаттық үдерістер ұзақтығы әртүрлі циклдік тербелістермен сипатталады. Олардың ішіндегі ең ұзақ цикл шамамен 2000 жылды қамтиды және бірнеше кезеңнен тұрады: салқын әрі ылғалды фаза 300-500 жылға, жылы және құрғақ фаза 600-800 жылға созылады, ал осы екі кезеңнің арасындағы өтпелі фазаның ұзақтығы 700-800 жыл шамасын құрайды.

Қазіргі табиғатта жүріп жатырған өзгерістер негізінде гидратация деңгейінің жоғарылауы мен төмендеуі де белгілі бір мерзімділікпен алмасып жүреді. Бұндай циклдердің ұзақтығы орташа шамамен 45 жылды құрайды. Қазақстан аймақтарында ылғалдану деңгейінің жоғарылауы соңғы кезеңдері өткен ғасырдың 1940-жылдарында байқалған (Shamsutdinov, 1986; Shamsutdinov, 1996).

Қоршаған орта жағдайларының өзгеруі Жердің геологиялық даму тарихының түрлі кезеңдерінде де орын алған. Егерде геологиялық зерттеулерге тоқтасақ, шамамен 70 млн. жыл бұрынғы жылы климат кейіннен айтарлықтай салқындау кезеңдерімен және мұздықтардың қалыптасуымен кезектескен. Плейстоцен дәуірінде ұзақтығы шамамен 100 мың жыл болатын мұз басу кезеңдері 20 мың жылға жуық созылған мұзаралық жылыну кезеңдерімен алмасып отырған. Соңғы жылыну кезеңінің жалғасуы қазіргі климаттық жағдайлардың қалыптасуымен

байланыстырылады. Плейстоценнен голоценге өту барысында болған климаттық өзгерістер қазіргі табиғи зоналардың шекараларының қалыптасуына елеулі ықпалын тигізді.

Елімізде аса күшті құрғақшылықтардың қайталануы мен күн белсенділігінің арасында белгілі байланыс бар екені отандық ғалымдар еңбектерінде орын алған. Күн белсенділігінің 11 жылдық циклінің ең жоғары кезеңдерінде құрғақшылық салыстырмалы түрде сирек байқалса, белсенділік төмендеген уақытта оның қайталану жиілігі артқан. Температуралық режимнің көпжылдық өзгерістері де шамамен 30 жылдық цикл анықталған. Ғалымдардың зерттеулері бойынша су режимі, температуралық көрсеткіштер және атмосфералық жауын-шашын мөлшеріндегі ауытқулардың күн белсенділігінің өзгерістерімен байланысты болуы мүмкін екендігі дәлелденген. Сонымен қатар, жылы және салқын кезеңдердің кезектесуінде байқалатын мұндай циклдердің ұзақтығы түрлі мерзімде болып, 2 жылдан 11-22 жылға және кей жағдайда 30 жылға дейін созылады (Fedorovich, 1983).

Қызылорда облысының қазіргі экологиялық жағдайының өзгеруі, сонымен қатар Арал теңізі деңгейінің төмендеуі және ағынды сулар көлемінің азаюы бірнеше қолайсыз табиғи мәселелерінің күшеюіне себеп болуда. Өткен ғасырдың 1960-жылдарына дейін аймақ төңірегінде су эрозиясы, топырақ жамылғысының тұздануы және дефляциялық үдерістер кең таралған болса, соңғы кездерде Арал теңізі деңгейінің төмендеуі жер асты сулары деңгейінің өзгеруімен қатар жүруде. Топырақтың, жалпы өңіредегі аридтену процесінің күшеюі сазды жерлердің, қамысты алқаптардың су айдындарының қысқаруына әкелді. Кей аймақтарда өзендер мен көлдердің тартылуы нәтижесінде сорлар мен тақырлар қалыптасты, бұл әрине өз жағынан өсімдік жамылғысының морфо-биологиялық өзгеруіне себепші болды.

Аталған өзгерістердің жиынтық әсерінен экожүйелердің құрылымы трансформацияланып, топырақтағы тұздар мөлшері көбейіп, топырақ жамылғысы пен өсімдік әлемінің деградациясына әкелді. Сонымен қатар жел әрекетімен байланысты эолдық үдерістердің қарқындылығы артып келеді.

Қоршаған ортада оры алып жатырған үдерістердің тарихи кезеңдердегі даму қарқыны мен олардың кеңістікте таралу ерекшеліктері бір-бірімен тікелей байланысты бірнеше фактор арқылы анықталады. Олардың қатарына аймақтың морфокұрылымдық ерекшеліктері, неотектоникалық қозғалыстардың сипаты, климаттық-географиялық жағдайлар және антропогендік ықпалды жатқызады. Топырақта орын алатын токсиканттар аккумуляциясы мен денудация процестерінің арақатынасына қарай экзогендік құбылыстардың сипаты әр аймақта түрлі көрсеткіштер береді. Қазақстан аумағында бағыты мен қарқындылығы жағынан ерекшеленетін эолдық үдерістер кең таралып, топырақ жамылғысында түрлі морфологиялық өзгерістер орын алады.

Еліміздің жазық және атыраулық аймақтарында тұздану процесінің қарқынды жүруі жылдан жылға кеңінен байқалады. Бұл үдерістің күшеюіне өзен және көлдер ағыны көлемінің азаюы айтарлықтай әсер етеді. Нақты айтқанда, Сырдария тәрізді ірі өзендердің су мөлшерінің жылдан жылға төмендеуі өзен бойындағы көлдер мен батпақты алқаптардың гидрологиялық және гидрохимиялық режимінде өзгерістер туындауына әкеледі. Бұндай өзгерістер судың минералдану коэффициентінің жоғарылауынан, жалпы өңірдің ағын режимінің бұзылуынан және батпақты аумақтардың біртіндеп шөлге ауысуынан байқалады.

Топырақтың биіктеу бөліктерінде шайылу және сілтісіздену үдерістері басым жүрсе, тау етегіндегі ойыстарда делювиалды және пролювиалды шөгінділер кең таралуы байқалады. Беткі денудацияның маңызды құрамдастарының бірі – гравитациялық үдерістер. Осы процесстердің жүру қарқындылығына тау жыныстарының литологиялық құрамы, табиғи жағдайлар, топырақ жамылғысының ерекшеліктері мен өсімдік әлемінің сипаты әсер етеді. Аталмыш факторлардың әсерінен ірі беткейлерде үгілу, шайылу және эрозиялық құбылыстар жүреді. Бұндай учаскелердің ұзындығы 0,5-2 км, ал ені 0,1-1 км аралығында өзгереді. Гравитациялық үдерістер нәтижесінде борпылдақ тау жыныстары қалыптасып, кейіннен жел әрекетінен тасымалданатын материалдың қоры пайда бола бастайды.

Қазіргі кезеңдегі қоршаған ортаны шаруашылық тұрғыда игеру аймақтың барлық табиғи компоненттерінің өзгеруіне, жануарлар әлемі, биогеоценоздар, экожүйелер қарым - қатынастарындағы өзгерістер және биотикалық тұрақтылығын сақтауға өз әсерін тигізеді. Сонымен қатар, бұл жағдай топырақтың механикалық құрамына, ирригациялық жүйелер арқылы ылғалдану деңгейіне және жайылымдылық жүктемеге тікелей тәуелді.

Өсімдік жамылғысын динамикалық трансформациясы жайылымдардың биологиялық өнімділігінің төмендеуі арқылы көрініс табады. Қоршаған орта жағдайлары өзгеру барысында бір қауымдастықтың орнына екіншісі қалыптасып, ылғал сүйгіш түрлерді топырақтағы тұздардың жоғары мөлшеріне байланысты галлофиттік өсімдіктермен алмасады. Сонымен қатар, қоршаған орта факторлары қолайсыз болғанымен де фитоценоздар зоналық орналасуға бағынбайды. Оған себеп болатын құрғақшылық аймақтардың галлофитті және ксерофитті өсімдіктердің басымдықта кездесуі (Sidorenko, 1971).

Қазіргі ғылым мен техниканың қарқынды даму жағдайында табиғи кешендердің даму ерекшеліктерінің қарстырғанда антропогендік факторларға да мән беру қажет. Қоршаған орта ресурстарын игеруде, ауылшаруашылық өнімдерді алу барысында топырақ жамылғысының минералдық құрамының өзгерісі байқалады. Осы төңіректе, табиғи ландшафттардың қалыптасу жолдарын зерттеуде, олардың биологиялық әртүрлілігін сақтау жолдарын қарастыруда ерекше назарды антропогендік жүктемеге аудару қажет. Бұл мәселеге байланысты табиғи кешендердің аридтенуі жылдан жылға күшейіп отырған антропогендік жүктеме әсерінен қалыптасады. Қазақстан аймақтарында шөлейттену мен тұзданудың күшеюі, топырақ жамылғысының деградациясы, құнарлылығының төмендеуі және химиялық құрамның өзгеруі өсімдік жамылғысының морфологиялық және систематикалық жағдайына әсерін тигізеді. Соның нәтижесінде, ауыл шаруашылығы айналымынан шығарылған тұзданған жерлердің үлесі көбейіп, топырақ құнарлылығының төмендеуі нәтижесінде, егістікке пайдалануға келмейтін алқаптар саны көбейеді. Топырақ ресурстарының тиімсіз пайдалану, егіншілік мәдениетінің жеткіліксіздігі суару жүйелерінің қазіргі жағдайы топырақ жамылғысына антропогендік жүктемені күшейтеді. Осы құбылыстар Сырдария өзенінің аумағында жиі кездесетіндігі дәлелденген (Ramos et al., 2020).

Жер ресурстарын тиімсіз қолдану, күрделі мелиоративтік жағдай және суару жүйелерінің қанағаттанарлықсыз күйі топырақ жамылғысына түсетін антропогендік жүктемені арттырады. Бұл жағдай әсіресе Сырдарияның қазіргі атырауында галогеохимиялық қысымның күшеюіне, ауыл шаруашылығы мақсатында игерілген жерлер көлемінің қысқаруына және өсірілетін дақылдар өнімділігінің төмендеуіне алып келеді (Ramos et al., 2020).

Қызылорда облысы экологиялық-мелиоративтік жағдайы күрделі сипатқа ие және аймақтың жалпы аридтенуінің күшеюі бұл мәселені ауылшаруашылығының негізгі мәселелеріне айналдыруда. Жоғарыда келтіргендей топырақ жамылғысының қайталама тұздану мен тақырлануы жылдан жылға қарқынды процеске айналуда. Осы үдерістердің негізінде және топырақ жамылғысының құнарлылығының төмендеуіне байланысты, аймақтағы ирригациялық жүйелермен қамтылған жерлердің 20 %-дан астамы қазіргі уақытта ауыл шаруашылығы айналымынан шыққан (Al-Gaadi et al., 2021; Wang et al., 2021; Ramos et al., 2020; Geldyyeva et al., 2002). Арал өңірінің қолайсыз экологиялық өзгерістері табиғи кешендеріне, өсімдік әлемінің флористикалық құрамына өз ықпалын тигізеді. Қызылорда облысының Тұран ойпаты аумағында орналасуы оның табиғи жағдайларының ерекшелігін айқындайтын географиялық факторлардың бірі болып табылады (Borovski et al., 1960; Vorozhtsov, 2008; Nurgizarinov, 2006; Zhailybai, 2006).

Арал өңірінің аридті климат жағдайында табиғи қауымдастықтар қоршаған орта факторларына сезімтал, сондықтан да құрамдас бөліктері арасындағы қалыптасқан байланыстар жеңіл бұзылады. Ғалымдардың соңғы жарты ғасыр ішінде жүргізген зерттеулеріне сүйенсек, Сырдария өзені ағынының қысқаруы, су мөлшерінің азаюы облыс төңірегіндегі табиғи қоғамдастықтарда көлемді өзгерістердің жүруінің себептері. Сонымен

қатар, тұздану процесстерді зерттеулерге арналған нәтижелерге сәйкес, Орталық Азия мен Қазақстанның оңтүстік бөлігінің топырақ жамылғысының, бастапқы және кайталама тұздануы климаттық және антропогендік факторлардың бірлескен ықпалы әсерінен калыптасады. Су ресурстары тапшылығының жылдан жылға ұлғаюы, климаттық, экологиялық жағдайлардағы өзгерістер және ирригациялық-дренаждық жүйелер жұмысының жеткіліксіз деңгейде атқарылуы аталған үдерістердің күшеюіне әсерін тигізеді (Amirov et al., 2025). Ауылшаруашылық саласындағы суармалы егіншіліктің тұрақты болуы біріншіден пайдалануға жарамды әрі егін шаруашылығының талаптарына сәйкес келетін су ресурстарының қажетті деңгейде болуына байланысты. Бірнеше жылдар аралығында сапалы су қорының салыстырмалы түрде мол әрі қолжетімді болуы, су сапасына қатысты мәселелердің ұзақ уақыт бойы қажетті деңгейде қарастырылмауына себеп болған (Ayers et al., 1985).

Топырақ ылғалдығын топырақ массасындағы біркелкі таралмаған жағдайда, топырақ жамылғысының морфо-биологиялық қасиеттерін бағалауда диэлектрлік өтімділік көрсеткіштеріне назар аудару керек. Бірнеше шетелдік ғалымдар зерттеулерінде топырақ ылғалдығының түрлі жағдайындағы диэлектрлік қасиеттерінің өзгеру ерекшеліктеріне назар аударылған (Kargas et al., 2008).

Топырақ жамылғысының тұздануы ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімді дамуына және қауымдастықтардың тұрақтылығына қауіп төндіретін деградациялық үдерістердің бірі болып саналады. Осы төңіректе климаттық жағдайлардың өзгеруі мен жер ресурстарын тиімсіз басқару аталмыш мәселенің маңыздылығын маңызды екенін анықтап отыр (Shirokova et al., 2021; Zhang et al., 2018).

Суармалы және тұздануға ұшыраған аймақтар топырақ жамылғысының биологиялық белсенділігін сақтау мақсатында ауыл шаруашылығы алқаптарының өнімділігін қамтамасыз ететін шараларға назар аудару қажеттілігі туындауда. Топырақ жамылғысында жүретін биологиялық үдерістер ауыл шаруашылығы дақылдарының тұрақты дамуына қолайлы әсерін тигізіп қана қоймай, олардың биотикалық және абиотикалық стресс факторларына төзімділігінің калыптасуына да ықпал етеді (Seidakhmetov, 2019).

2. Материалдар мен әдістер

Топырақ жамылғысының қоршаған ортамен тікелей байланысқа түсетін негізгі бөлігі ол беткі қабаты. Беткі қабат арқылы топырақ пен атмосфера арасында минералдық және энергияның үздіксіз алмасуы жүреді. Жалпы алғанда топырақ жамылғысының беткі қабатын қарастырсақ, ол түрлі морфологиялық сипаты ие: тегіс немесе ойлы-қырлы, түйіршікті не қабыршақты, жарықшақтанған, борпылдақ немесе тығыз, көлденең не өңіс түрде кездеседі. Сонымен қатар топырақ беті өсімдік жамылғысымен көмкерілуі, қарашірік қабатының қалын болуы мүмкін. Келтірілген ерекшеліктер радиациялық және температуралық алмасу қарқындылығына, топырақ құрамындағы су мен минералды косылыстардың қозғалысына және газдардың диффузиялық алмасуына тікелей әсерін тигізеді (Hillel, 2004).

Зерттеу барысында ерекше назар топырақтың сулы сығындысындағы жекелеген аниондардың өзара қатынасына ерекше назар аударылды. Топырақтың мелиоративтік жағдайын зерттеу жұмыстары «Ауыл шаруашылығы алқаптарының топырақтарына агрохимиялық зерттеу жүргізу жөніндегі әдістемелік нұсқаулықта» белгіленген талаптар мен әдістемелік тәсілдерге сәйкес жүргізілді (Panova, 2017; Zaidelman et al., 2002).

Алдымызға қойған мақсат-міндеттеріміздің маңызды бағыттардың бірі болып зерттелген топырақ жамылғысы аймақтарының картографиялық сипаттамасын жасау. Осы төңіректе топырақтың тұздану деңгейі мен оның кеңістіктік таралуын анықтау барысында спутниктік деректерді пайдалану маңызды болып келеді. Қашықтан зондтау материалдарын картографиялау әдістерімен ұштастыру арқылы тұзданған аймақтардың химиялық құрамын анықтау мен олардың таралу ерекшеліктерін бағалауға мүмкіндік береді (Mukhamedjanov et al., 2015).

Сонғы жылдары Қазақстанның оңтүстік аймағы, Сырдария өзені алқабына жататын суармалы жерлерде топырақ жамылғысының жоғары деңгейде тұздануы салдарынан ауыл шаруашылығына жарамсыз аймақтар көлемі ұлғаяуда. Бұл үрдіс жер ресурстарының сапасына және егіншілік мүмкіндіктеріне зиянды әсерін тигізіп және де әлеуметтік, экономикалық және экологиялық мәселелердің күрделене түсуіне ықпалын тигізеді (Aliiev, 2016).

3. Нәтижелер

Зерттеуде қойылған міндеттерімізге сәйкес, Қызылорда облысы Жалағаш ауданы аймағындағы топырақ жамылғысының тұздану ерекшеліктерін зерттеу жұмыстары жүргізілді. Сонымен қатар тұздану процесін туғызатын негізгі факторлар мен тұздану деңгейін анықтау мақсатында далалық зерттеу жұмыстары жүргізілді. Тұзданған топырақтардың жағдайын бағалау үшін негізгі көрсеткіш бойынша жүзеге асырылды: тұзданудың химиялық типі, оның дәрежесі және тұздар жинақталған кабаттың (горизонттың) орналасу тереңдігі.

Тұзданған топырақтың химиялық сипаттау барысында оның құрамындағы аниондар мен катиондардың арақатынасы негізге алынды. Зерттеу аймағындағы топырақ жамылғысының тұздану дәрежесін анықтау кезінде оның химиялық тұздану типі ескеріліп, құрамындағы улы тұздардың мөлшері негізгі бағалау көрсеткіші ретінде пайдаланылды (Borovski, 1978). Тұздану деңгейлері мен оларды ажыратуға арналған тиісті көрсеткіштер 1 және 2 кестеде берілген.

Кесте 2. Қызылорда облысы Жалағаш ауданындағы түрлі дәрежеде тұзданған топырақтардың таралуы

№	Топырақтардың тұздану дәрежесі бойынша сипаттамасы	Аумақ ауданы	
		в га	в %
Жалағаш ауданы			
1	Әлсіз тұзданған	4,70	4,86
2	Орташа тұзданған	60,00	62,05
3	ҚӨҚатты тұзданған	32,00	33,09
	Барлығы	96, 70	100

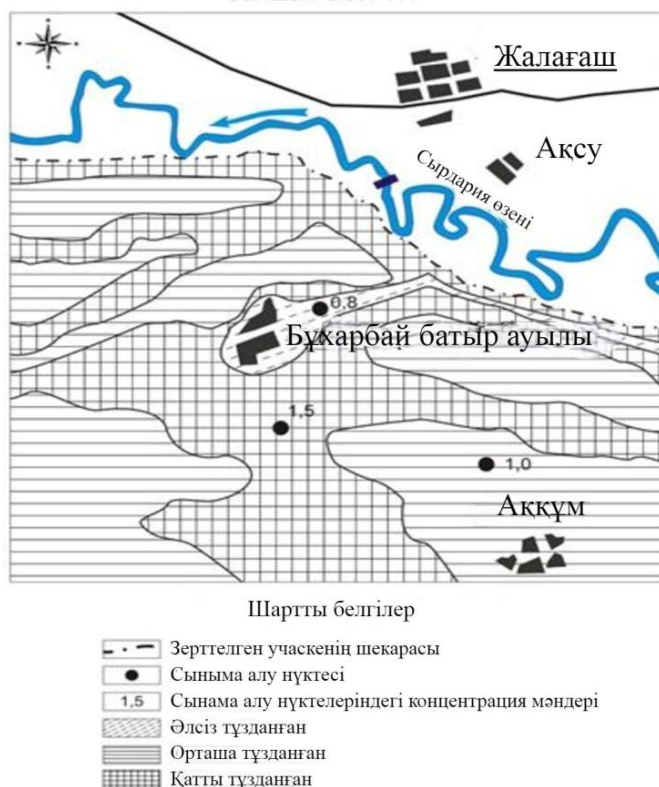
Зерттеу барысында алынған нәтижелерді пайдалана отырып, Жалағаш ауданы топырақ жамылғысының деградациялану және тұздану дәрежесі, химиялық құрамы, тұзды горизонттың орналасу тереңдігі және тұздану типтері анықталды (сурет-1).

Кесте 1. Қызылорда облысы Жалағаш ауданы топырақ жамылғысының тұздану дәрежесі

Топырақ сынама ларын іріктеу орны	Тереңдігі, м	Белгіленуі	Катиондар			Аниондар			105 ⁰ -та температура дағы құрғақ қалдық	Топырақтың тұздану дәрежесі	Топырақтардың тұздану типі	Топырақтардың атауы
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Айырма бойынша Na ⁺ + K ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻				
1	0,5	%	0,025	0,060	0,236	0,019	0,021	0,052	1,052	Әлсіз тұзданған	Сульфатты	Шаңдық құм
	1,0	%	0,030	0,058	0,242	0,029	0,028	0,118				
2	0,5	%	0,086	0,152	0,499	0,086	0,021	1,307	2,143	Орташа тұзданған	Сульфатты	Шаңдық құм
	1,0	%	0,92	0,169	0,510	0,102	0,055	1,293				
3	0,5	%	0,105	0,198	0,697	0,101	0,112	1,877	3,166	Қатты тұзданған	Сульфатты	Шаңдық құм

Қызылорда облысы Жалағаш ауданы
топырақтарының тұздану картасы

Масштаб 1:100 000



Сурет 1. Қызылорда облысы Жалағаш ауданының топырақ тұздану картасы

Зерттеу нәтижелері бойынша қарастырылған аумақтағы топырақ жамылғысының барлығы алғашқы тұзды горизонттың орналасу тереңдігі тұрғысынан белгілі бір дәрежеде деградацияланған топырақтар қатарына жатқызылды. Осы көрсеткіш бойынша зерттеу аумағында деградациялық өзгерістерге ұшырамаған қалыпты топырақтар анықталған жоқ. Егістік жерлердің 33,09 %-ын жоғары дәрежеде деградацияланған топырақтар алып жатса, ең жоғары үлес орташа деградацияланған топырақтарға тиесілі болып, олардың мөлшері 62,05%-ды құрады. Өлсіз деградация дәрежесі анықталған топырақтардың үлесі небәрі 4,86 % тең болды.

4. Талдау

Жүргізілген зерттеу нәтижелері егістік алқаптарының біршама бөлігінде тұздану процесінің топырақ жамылғысының беткі горизонттарынан басталатынын көрсетеді. Осының салдарынан егістік алқаптардың беткі қабат құрамында жеңіл еритін улы тұздар тұрақты түрде кездесетіндігі белгіленді. Бұндай жағдай топырақ жамылғысының қайталама тұздануының айқын көрінісі болып табылады және оның құнарлылық қасиеттерінің нашарлауына, сонымен қатар ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігінің төмендеуіне ықпал етеді.

Зерттелген аймағында топырақ жамылғысының қарашіріндімен қамтамасыз етілу деңгейі де төмен көрсеткіштерге ие болды. Аймақтағы топырақтар құрамындағы гумус мөлшері бойынша «өте төмен» және «төмен» санаттарына жатқызылып, органикалық заттармен жеткіліксіз қамтамасыз етілгені анықталды. Осыған орай зерттелген аймақтағы топырақ жамылғысының органикалық тыңайтқыштарға тәуелді екені анықталды.

Аниондық және катиондық құрамдағы кальций мен калийдің жылжымалы формалары бойынша топырақтың қамтамасыз етілу деңгейі біркелкі болмады. Сондықтан топырақ жамылғысының минералдық балансын сақтауда, әсіресе тыңайтқыштарды қолдану кезінде

бірдей мөлшерді бүкіл аумаққа енгізу қажет емес. Топырақтың қоректік элементтермен қамтамасыз етілу жасалған картограммаларына сәйкес жасалу қажеттілігі айқындалды.

Зерттеу нәтижелері топырақтың тұздану типі мен дәрежесінің қалыптасуына климаттық және антропогендік факторлардың өзара ықпалы әсер ететінін көрсетті. Қызылорда облысының аридті климаты, жауын-шашын мөлшерінің аздығы, буланудың жоғары болуы және құрғақ кезеңнің ұзаққа созылуы топырақ ерітіндісіндегі тұздардың шоғырлануына қолайлы жағдай қалыптастырады. Минералданған жер асты суларының капиллярлық көтерілуі топырақтың жоғарғы қабаттарында тұздардың қайта жиналуын күшейтеді. Зерттеу аумағында сульфатты тұзданудың басым болуы өңірдің геологиялық-геохимиялық ерекшеліктерімен, суару суларының минералдануымен және булану үдерісінің қарқындылығымен байланысты болуы мүмкін. Сонымен қатар суару нормаларының сақталмауы, дренаж жүйелерінің жеткіліксіз жұмыс істеуі және минералданған сулардың егістік алқаптарға түсуі қайталама тұздануды күшейтетін негізгі антропогендік факторлар болып табылады.

Арал теңізінің тартылуынан кейін қалыптасқан құрғаған теңіз табанынан көтерілетін тұзды шаң бөлшектері де зерттеліп отырған аумақтың топырақ жамылғысына әсер етуі мүмкін. Дефляция үдерісі кезінде жел арқылы таралған минералды бөлшектер топырақ бетіне шөгіп, оның тұздық құрамының өзгеруіне ықпал етеді. Суармалы егіншілік жағдайында тұзды шаңның түсуі суару және булану үдерістерімен қатар жүріп, топырақтың беткі қабаттарында тұздардың жинақталуын күшейтуі мүмкін. Сондықтан Арал теңізінің құрғаған табанынан тарайтын тұзды шаң зерттеу аумағындағы тұзданудың негізгі себептерінің бірі емес, суару-мелиорациялық үдерістермен қатар әсер ететін қосымша табиғи-антропогендік фактор ретінде қарастырылады.

5. Қорытынды

Зерттеу нәтижелері Жалағаш ауданы суармалы алқабындағы топырақ жамылғысының деградациясына әсер ететін негізгі факторлар тұздану, дегумификация, яғни қарашірінді қорының азаюы, сондай-ақ топырақтағы негізгі қоректік элементтердің кем екенін көрсетті. Зерттелген аумақта орташа тұзданған топырақтар басым екені анықталды. Топырақтың химиялық құрамын сипаттауда хлорид иондарының (Cl^-), сульфат аниондарының (SO_4^{2-}), кальций катиондары (Ca^{2+}) мен магний иондарының (Mg^{2+}) мөлшері негізгі көрсеткіштер ретінде анықталды.

Топырақ түзілу үдерісінің сипаты жерді пайдалану тәсіліне және оның құнарлылығын сақтауға әрі арттыруға бағытталған шаралардың қарқындылығына тәуелді. Осыған байланысты топырақ жамылғысының өзгеруі әртүрлі бағытта жүруі мүмкін. Ауылшаруашылығы бағытында топырақ жамылғысын тиімді пайдалануда топырақтың химиялық жағдайы сақталып, қажетті деңгейіде құнарлылығы жоғарылайды. Керісінше, қолайсыз климаттық жағдайлар мен тиімсіз пайдалану, антропогендік жүктеме топырақ деградациясын арттырып, құнарлылық қасиеттерінің төмендеуіне алып келеді.

Зерттеу нысандары топырақ түзілу үдерістері шөлді аймаққа тән шұғыл континенттік климат жағдайында орналасқан. Аумақта атмосфералық жауын-шашын мөлшері жылына 100 мм-ден аспайды, ал булану көрсеткіші 1500-1700 мм-ге дейін жетеді. Бұған қоса, жаз айларындағы жоғары және қыс кезеңіндегі төмен температуралық режим, сонымен қатар тәуелді температуралық режимнің айтарлықтай ауытқуы топырақ түзілу жағдайына әсер етеді.

Аридті климаттық жағдайда ылғал топырақ түзілуінің бағытын және ауыл шаруашылығы өндірісінің өнімділігін анықтайтын басты факторлардың бірі болып табылады. Осы себепті суармалы алқаптың су балансын тиімді реттеу ерекше маңызға ие. Аумаққа судың шамадан тыс берілуі мелиоративтік жағдайдың нашарлауына, батпақтануға және қайталама тұзданудың күшеюіне әкелуі мүмкін. Ал ылғалдың жеткіліксіздігі ауыл шаруашылығы

дақылдарының тіршілігіне кері есер етіп, олардың жойылуына себеп болады және топырақ түзілу үдерісін шөлейттену бағытына өзгертеді.

6. Қосымша материалдар: қосымша материалдар жоқ.

7. Авторлық үлестер

Концептуализация – Г.Т., К.А.; әдістемесі – Г.Т., К.А.; бағдарламалық қамтамасыз ету – С.И.; валидация – С.И., Г.З., Ж.Т.; формалды талдау – С.И., Г.Т.; зерттеу – С.И., Г.З., Г.Т., К.А., Ж.Т.; ресурстар – С.И., Г.З.; деректерді өңдеу – С.И., Г.Т., Ж.Т.; жазу, түпнұсқа жобасын дайындау – С.И., Г.З.; жазу – шолу және өңдеу – Г.Т., К.А., Ж.Т.; визуализация – С.И., Г.Т.; жетекшілік – С.И.; жоба жетекшілігі – Г.З.; қаржыландыру – жоқ. Барлық авторлар қолжазбаның жарияланған нұсқасымен танысып, келісті.

8. Автор туралы ақпарат

Ибадуллаева, Салтанат – профессор, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Әйтеке би көшесі, 29, Қызылорда, Қазақстан, 120000; salt_i@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3270-8364>

Зияева, Гулнар – қауымдастырылған профессор, М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Жамбыл даңғылы, 16А, Тараз, Қазақстан, 080003; gk.ziyaeva@dulaty.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7260-2164>

Тоқтағанова, Гульжас – қауымдастырылған профессор, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Әйтеке би көшесі, 29, Қызылорда, Қазақстан, 120000; [Toktaganova Gulzhas@korkyt.kz](mailto:Toktaganova_Gulzhas@korkyt.kz), <https://orcid.org/0000-0002-9191-9703>

Ажмолдаева, Клара – қауымдастырылған профессор, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Әйтеке би көшесі, 29, Қызылорда, Қазақстан, 120000; klara_1465@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8372-1812>

Түлеубаев, Жақсыбай – профессор, М.Х. Дулати атындағы Тараз университеті, Жамбыл даңғылы, 16А, Тараз, Қазақстан, 080003; tuleubayev51@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1563-1361>

9. Қаржыландыру: Зерттеу жұмысы арнайы қаржыландырусыз жүргізілді.

10. Алғыстар: Алғыс білдіретін тұлғалар немесе ұйымдар жоқ.

11. Мүдделер қақтығыстары: Мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейміз.

12. Әдебиеттер тізімі

1. Al-Gaadi, K. A., Tola, E., Madugundu, R., & Fulleros, R. B. (2021). Sentinel-2 images for effective mapping of soil salinity in agricultural fields. *Current Science*, 121(3), 384–390. <https://doi.org/10.18520/cs/v121/i3/384-390>
2. Aliev, I. A. (2016). Soil salinization in southern Kazakhstan and ways of its reclamation (Zasolenie pochv yuga Kazakhstana i puti ikh melioratsii in Russian). *Vestnik KazNAU*, 2, 25–32.
3. Amirov, B. M., Bazarbaev, S. O., Zhandybaev, O. S., Poshanov, M. N., & Kurmanakyn, O. S. (2025). Modeling of soil salinity using conductometry (Modelirovanie zasolennosti pochv s ispol'zovaniem konduktometrii in Russian). *Pochvovedenie i agrokhimiia*, 3, 30–44. https://doi.org/10.51886/1999-74X_2025_3_30
4. Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). *Water quality for agriculture* (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
5. Baimoldaeva, A. T. (2002). *Landscape-ecological state of the environment of Kyzylorda city and nature protection tasks* (Landshaftno-ekologicheskoe sostoianie okruzhaiushchei sredy g. Kyzylorda i zadachi okhrany prirody in Russian). Almaty.

6. Borovskiy, V. M. (1978). Drying of the Aral Sea and its consequences (Usykhaniye Aral'skogo moria i ego posledstviia in Russian). *Izvestiia AN KazSSR. Seriya Geograficheskaya*, 5, 18–26.
7. Borovskiy, V. M., & Orlova, M. A. (1960). Soils of the eastern Aral region (Pochvy vostochnogo Priaral'ia in Russian). *Izvestiia AN KazSSR. Seriya Botanicheskaya i Pochvovedcheskaya*, 3, 18–26.
8. Fedorovich, B. A. (1983). *Dynamics and patterns of desert relief formation* (Dinamika i zakonomernosti rel'efoobrazovaniia pustyn' in Russian). Nauka.
9. Geldyyeva, G. V., & Nadyrov, Sh. M. (2002). The role of interstate factors in regulating and managing the development of the Aral natural-economic system (Rol' mezhgosudarstvennykh faktorov v regulirovani i upravlenii razvitiem Aral'skoi prirodno-khoziaistvennoi sistemy in Russian). *Gidrometeorologiya i ekologiya*, 4, 175–189.
10. Geldyyeva, G. V., Budnikova, T. I., & Skorintseva, I. B. (2004). *Landscape support for combating desertification in the Syr Darya River valley* (Landshaftnoe obespechenie skhemy bor'by s opustynivaniem doliny reki Syrdar'ya in Russian). Arkas.
11. Hillel, D. (2004). *Introduction to environmental soil physics*. Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2005.0756d.x>
12. Kargas, G., & Kerkides, P. (2008). Electrical conductivity and total dissolved solids in irrigation water in relation to soil properties. *Agricultural Water Management*, 95(5), 603–612.
13. Karlykhanov, O. K. (2002). On the issue of restoration of the Small Aral (K voprosu vosstanovleniia Malogo Arala in Russian). *Gidrometeorologiya i ekologiya*, 4, 18–26.
14. Mukhamediev, R. I., Merembayev, T., Kuchin, Y., Malakhov, D., Zaitseva, E., Levashenko, V., Popova, Y., Symagulov, A., Sagatdinova, G., & Amirgaliyev, Y. (2023). Soil salinity estimation for South Kazakhstan based on SAR Sentinel-1 and Landsat-8/9 OLI data with machine learning models. *Remote Sensing*, 15(17), 4269. <https://doi.org/10.3390/rs15174269>
15. Mukhamediev, R., Amirgaliyev, Y., Kuchin, Y., & Tabyrbayeva, L. (2023). Operational mapping of salinization areas in agricultural fields using machine learning models based on low-altitude multispectral images. *Drones*, 7(6), 357. <https://doi.org/10.3390/drones7060357>
16. Mukhamedjanov, H. K., & Toderich, K. N. (2015). Monitoring of soil salinization using GIS and remote sensing in Central Asia. *Environmental Earth Sciences*, 74, 4539–4547.
17. Nurgizarinov, A. M. (2006). *Ecological state of the Aral* (Araldyn ekologiyalyq tynysy in Kazakh). Gylym.
18. Panova, S. V. (2017). Evaluation of express methods for diagnosing soil salinity (Otsenka ekspress-metodov dlia diagnostiki solevogo zagriazneniia pochv in Russian). *Agrokimiia*, 11, 48–55.
19. Ramos, T. B., Castanheira, N., Oliveira, A. R., Paz, A. M., Darouich, H., Simionesei, L., Farzaman, M., & Gonçalves, M. C. (2020). Soil salinity assessment using vegetation indices derived from Sentinel-2 multispectral data: application to Lezíria Grande, Portugal. *Agricultural Water Management*, 241, 106387. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106387>
20. Seidakhmetov, M. S. (2019). Analysis of the state of saline soils in Turkestan region (Analiz sostoiianiia zasolennykh pochv Turkestanskoi oblasti in Russian). *Pochvovedenie i agrokimiia*, 4, 14–19.
21. Shamsutdinov, Z. Sh. (1986). Problems of phytomelioration of desert pastures (Problemy fitomelioratsii pustynnykh pastbishch in Russian). *Problemy osvoeniia pustyn'*, 5, 34–43.
22. Shamsutdinov, Z. Sh. (1996). *Biological reclamation of degraded agricultural lands* (Biologicheskaya melioratsiia degradirovannykh sel'skokhoziaistvennykh zemel' in Russian). Moscow.
23. Shirokova, Y. I., Forkutsa, I., Sharipova, S. S. (2021). Soil salinization in Central Asia: monitoring approaches and problems. *Sustainability*, 13(11), 6146.
24. Sidorenko, A. V. (Ed.). (1971). *Geology of the USSR: Southern Kazakhstan* (Geologiya SSSR: Iuzhnyi Kazakhstan in Russian) (Vol. 15, Book 1). Nedra.

25. Vorozhtsov, V. I. (2008). *Agroecological cartography* (Agroekologicheskaya kartografiya in Russian). Agroizdat.
26. Wang, J., Peng, J., Li, H., Yin, C., Liu, W., Wang, T., & Zhang, H. (2021). Soil salinity mapping using machine learning algorithms with the Sentinel-2 MSI in arid areas, China. *Remote Sensing*, 13(2), 305. <https://doi.org/10.3390/rs13020305>
27. Zaidelman, F. R., Nikiforova, A. S., Smirnova, L. F., & Shvarov, A. P. (2002). *Workshop on soil reclamation course* (Praktikum po kursu «Melioratsiya pochv» in Russian). Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta.
28. Zhailybai, K. (2006). *Rice farming and ecology* (Kursh eginshiligi zhane ekologiya in Kazakh). ARNA-V.
29. Zhang, M., Liu, Z., Zhang, Z. (2018). Mapping soil salinity using remote sensing and soil characteristics: a case study in the Bosten Lake watershed, China. *Geoderma*, 311, 1–12.

Indicators of salinity of the soil cover of the Kyzylorda region

Saltanat Ibadullayeva, Gulnar Ziyayeva, Gulzhas Toktaganova, Klara Azhmoldaeva, Zhaxybay Tuleubayev

Abstract. The study of the long-term dynamics of soil properties that determine productivity is one of the most pressing issues in soil science. This problem is particularly acute in arid regions, where secondary salinization processes are widespread due to irrigation, rising groundwater levels, and the formation of irrigation-hydromorphic or semi-hydromorphic soils. In the Kyzylorda region, a significant portion of irrigated land is located in closed depressions, creating favorable conditions for re-salinization. Inadequate irrigation management leads to changes in soil fertility, reduction of productive land areas, and the progression of secondary salinization. The deterioration of the reclamation status of arable lands results in re-salinization and the elevation of saline groundwater tables. In some instances, secondary salinization is observed due to the influx of drainage water from rice fields into irrigation canals. Irrational use of water and land resources, coupled with aridization and desertification, intensifies salinization processes in soils and groundwater. Grey-brown soils and various types of solonchaks are widely distributed on plateaus, in depressions, and along coastal areas. Due to the continuous decline of the Aral Sea level, the area of saline lands is steadily increasing. It is noteworthy that mapping of saline soils in rice-growing regions has not been previously conducted. This necessitates a comprehensive inventory of current saline land areas and their distribution dynamics. The article presents evaluation data for saline soils in the Kyzylorda region based on several indicators, including the type of salinization and the depth of the salt horizon. Chemical analysis of sulfate anions, calcium cations, and magnesium ions was performed, alongside the determination of the percentage of sodium and potassium ions.

Keywords: soil; salinity; ecosystem; chloride; ions; sulfate; anion; cation.

Показатели засоленности почвенного покрова Кызылординской области

Салтанат Ибадуллаева, Гулнар Зияева, Гульжас Токтаганова, Клара Ажмолдаева, Жаксыбай Тулеубаев

Аннотация. Проблема изучения многолетней динамики свойств почв, определяющих их продуктивность, является одной из наиболее актуальных в почвоведении. Особую остроту данный вопрос приобретает в аридных зонах, где широко распространены процессы вторичного засоления, обусловленные орошением, подъемом уровня грунтовых вод и

формированием ирригационно-гидроморфных или полугидроморфных почв. В Кызылординской области значительная часть орошаемых земель расположена в замкнутых понижениях, что создает благоприятные условия для повторного накопления солей. Нарушение норм полива ведет к трансформации почвенного плодородия, сокращению площади продуктивных земель и развитию вторичного засоления. Ухудшение мелиоративного состояния пахотных угодий приводит к ресалинизации и подъему минерализованных грунтовых вод. В ряде случаев вторичное засоление наблюдается вследствие фильтрации дренажных вод с рисовых полей в ирригационные каналы. Нерациональное использование водных и земельных ресурсов, а также аридизация и опустынивание территорий усиливают процессы солеобразования в почвах и подземных водах. На платообразных участках, в депрессиях рельефа и на побережьях широко распространены серо-бурые почвы и различные типы солончаков. В связи с непрерывным падением уровня Аральского моря площади солончаков стабильно увеличиваются. Следует отметить, что ранее в районах возделывания риса работы по картографированию засоленных почв не проводились. Это обуславливает необходимость комплексной инвентаризации современных площадей засоленных земель и динамики их распространения. В статье представлены данные оценки засоленных почв Кызылординской области по ряду показателей, включая тип засоления и глубину залегания солевого горизонта. Проведен химический анализ содержания сульфат-анионов, катионов кальция, ионов магния, а также определена процентная доля ионов натрия и калия.

Ключевые слова: почва; засоленность; экосистема; хлорид; ионы; сульфат; анион; катион.