

**«Астана медицина университеті» КеАҚ  
Радиобиология және радиациялық қорғау ғылыми-зерттеу институты**

ӘӨЖ: 504.5:628.4.047(574.31)

ХПЖ: G21G4/00, G01N33/24

**Мусаева Эльвира Махамбетқызы**

**ҚАРАМҰРЫН УРАН КЕНІ ОРНЫНЫҢ САНИТАРЛЫ-ҚОРҒАЛАТЫН  
АУМАҒЫНАН ТЫС ЖЕРЛЕРДЕГІ РАДИОНУКЛИДТЕРДІҢ  
“ТОПЫРАҚ-ӨСІМДІК” ТІЗБЕГІНДЕГІ МИГРАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ**

7M05101– «Биология»

Жаратылыстану ғылымдарының магистрі ғылыми дәрежесін алу үшін  
магистрлік диссертация

Ғылыми жетекші: б.ғ.д., профессор М.М.Бахтин

Рецензент: м.ғ.д., профессор О.З.Ильдербаев

**Астана қаласы 2023 ж**

## МАЗМҰНЫ

НОРМАТИВТІ СІЛТЕМЕЛЕР.....	3
АНЫҚТАМАЛАР.....	4
ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР.....	5
КЕСТЕЛЕР МЕН СУРЕТТЕРДІҢ ТІЗІМІ.....	6
КІРІСПЕ.....	9
1 УРАН КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІ (ӘДЕБИ ШОЛУ)	13
1.1 Уран кен орындарының санитарлы-қорғалатын аймақтарынан тыс жерлердің радиациялық жағдайы.....	13
1.2 «Топырақ-өсімдік» тізбегіндегі радионуклидтердің миграциясын бағалау.....	20
2 ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ.....	28
2.1 Қарамұрын уран кен орны аймағының географиялық-геологиялық және климаттық ерекшеліктері.....	28
2.2 Жаяу гамма-зерттеулер жүргізу әдісі.....	29
2.3 Өсімдіктердің түрін анықтау және лабораториялық әдістер.....	30
2.4 Зертханалық радиоспектрометриялық және радиохимиялық әдістер.....	31
2.5 Статистикалық анализ әдістері.....	36
3 ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ НӘТИЖЕЛЕРІ.....	38
3.1 Зерттеу аймағының радиациялық жағдайы.....	38
3.2 Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшері.....	40
3.3 Солтүстік Қарамұрын уран кен орны аймағында өсетін өсімдіктер түрлері.....	46
3.4 Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден жиналған өсімдіктердің үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшерін бағалау.....	52
3.5 «Топырақ-өсімдік» тізбегіндегі радионуклидтердің миграциясына баға беру.....	56
ТҰЖЫРЫМ.....	59
ҚОРЫТЫНДЫ.....	61
ТӘЖІРИБЕЛІК ҰСЫНЫСТАР.....	62
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ.....	63
ҚОСЫМША (А).....	71

## НОРМАТИВТІ СІЛТЕМЕЛЕР

Диссертацияда келесі стандарттарға сілтемелер қолданылды:

1. ҚР ДСМ МСЭҚК төрағасының 2011 жылғы 8 қыркүйектегі №194 «Радиациялық гигиена бойынша әдістемелік ұсынымдар» бұйрығы;
2. МЕМСТ 17.4.3.01-83. Табиғатты қорғау. Топырақ. Үлгілерді алуға қойылатын жалпы талаптар;
3. МЕМСТ ISO/IEC 17025-2019 «Сынақ және калибрлеу зертханаларының құзыретіне қойылатын жалпы талаптар»;
4. «Прогресс бағдарламалық қамтамасыз етумен сцинтилляциялық гамма-спектрометрді пайдалана отырып, радионуклидтердің белсенділігін өлшеу әдістемесі» № KZ.07.00.00304-2014;
5. «Радиохимиялық дайындығы бар альфа-спектрометриялық әдіспен топырақ, грунт, шөгінділер, тау жыныстары мен құрылыс материалдарының үлгілеріндегі уран изотоптарының (234, 238, 235) үлестік белсенділігін өлшеу әдістемесі» KZ.07.00.03550-2017.

## АНЫҚТАМАЛАР

Диссертацияда тиісті анықтамалары бар келесі терминдер қолданылады:

*Белсенділік* – радиоактивті элементтің мөлшерін сипаттайтын уақыт бірлігіндегі радиоактивті ыдырау саны.

*Жинақтау коэффициенті*– өсімдік массасының бірлігіндегі радионуклид концентрациясының топырақтағы осы радионуклид концентрациясына қатынасы.

*Үлестік белсенділік*- радионуклидтермен ластанған заттардың масса бірлігінің белсенділігі.

*Миграция* - (латынша «migratio»-қоныс аудару), радионуклидтердің кеңістіктік-уақыттық қозғалу процесі.

*Галофиттер* (грек тілінен. hals - тұз және phyton— өсімдік), тұзды топырақта өсетін өсімдіктер.

*Санитарлы-қорғалатын аймақ*– өндірістік қолайсыз факторлардың әсерін бәсеңдету мақсатында арнайы бөлінген аумақ.

## ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР

- ҚР – Қазақстан Республикасы
- ГС ЭДҚ – Гамма-сәулесінің эквивалентті доза қуаты
- ЖҰШ – Жер асты ұңғымалы шаймалау
- МСЭК – Мемлекеттік санитарлық-эпидемиологиялық қадағалау комитеті

## КЕСТЕЛЕР МЕН СУРЕТТЕРДІҢ ТІЗІМІ

Кесте 1	Топырақ үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшері, Бк/кг	18
Кесте 2	Өсімдік үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшері, Бк/кг	22
Кесте 3	Өсімдік үлгілерінің радионуклидтерді жинақтау коэффициенттері	23
Кесте 4	Уран кен орындары аймақтарында өсетін өсімдік үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшері, Бк/кг	24
Кесте 5	Гамма-сәулесінің эквивалентті доза қуаты, мкЗв/сағ.	40
Кесте 6	Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі (5см тереңдіктегі) радионуклидтердің мөлшері, Бк/кг	41
Кесте 7	Гамма-сәулесінің ЭДҚ мәнімен топырақ үлгілеріндегі $^{226}\text{Ra}$ үлестік белсенділігінің өзара байланысын корреляциялық талдау нәтижелері	42
Кесте 8	Гамма-сәулесінің ЭДҚ мәнімен топырақ үлгілеріндегі $^{232}\text{Th}$ үлестік белсенділігінің өзара байланысын корреляциялық талдау нәтижелері	43
Кесте 9	Қазақстан топырағындағы радионуклидтердің үлестік белсенділігі, Бк/кг	44
Кесте 10	Зерттеу аймағында кездесетін доминатты өсімдіктер түрлерін жіктеу	48
Кесте 11	Өсімдік үлгілеріндегі $^{226}\text{Ra}$ , $^{232}\text{Th}$ жинақтау коэффициенттері	57
Сурет 1	Өсімдік үлгілерінің радионуклидтерді жинақтау коэффициентіне әсер ететін негізгі факторлар	24
Сурет 2	Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлердің гамма-фонын өлшеу	29
Сурет 3	Зерттеу аймағынан топырақ және өсімдік үлгілерін алу	30
Сурет 4	Топырақ үлгілерін төмен фонды «УМФ-2000» альфа,-бета радиометрінде өлшеу	32
Сурет 5	Топырақ және өсімдік үлгілерін гамма-спектрометриялық зерттеу	32
Сурет 6	Зерттелетін үлгіден дайындалған ерітіндіні экстракциялау кезеңі	34
Сурет 7	Зерттелетін үлгілерді альфа-спектрометрде өлшеу барысы	35
Сурет 8	Солтүстік және Оңтүстік Қарамұрын кен орындарының орналасу картасы	38
Сурет 9	Кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерде орналасқан күріш алқаптары	39
Сурет 10	Кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерде орналасқан жайылымдық алқаптар	39
Сурет 11	Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлердегі гамма-түсірілімдердің нәтижелері, мкЗв/сағ.	39

Сурет 12	Топырақ үлгілеріндегі жалпы альфа- және бета- белсенділік, Бк/кг	41
Сурет 13	Гамма-сәулесінің ЭДҚ көрсеткіштерімен топырақ үлгілеріндегі $^{226}\text{Ra}$ үлестік белсенділігінің өзара байланысын сипаттайтын регрессиялық функция графигі	42
Сурет 14	Гамма-сәулесінің ЭДҚ көрсеткіштерімен топырақ үлгілеріндегі $^{226}\text{Ra}$ үлестік белсенділігінің өзара байланысын сипаттайтын регрессиялық функция графигі	43
Сурет 15	Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі $^{238}\text{U}$ үлестік белсенділігі, Бк/кг	45
Сурет 16	Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі $^{234}\text{U}$ үлестік белсенділігі, Бк/кг	45
Сурет 16	$^{226}\text{Ra}$ , $^{232}\text{Th}$ топырақ профилінің тереңдігі бойынша таралуы, Бк/кг	45
Сурет 18	$^{238}\text{U}$ , $^{234}\text{U}$ топырақ профилінің тереңдігі бойынша таралуы, Бк/кг	45
Сурет 19	Тамариск ( <i>Tamarix L.</i> )	47
Сурет 20	Шеңгел ( <i>Halimodendron</i> )	47
Сурет 21	Жантақ ( <i>Alhagi pseudalhagi (M. Bieb.) Desv. ex Wangeri</i> )	48
Сурет 22	Кәдімгі сарысоюу ( <i>Xanthium strumarium L.</i> )	48
Сурет 23	Дала шырмауығы ( <i>Convolvulus arvensis L.</i> )	48
Сурет 24	Жусан ( <i>Artemisia s.</i> )	48
Сурет 25	Ақбасшөп ( <i>Karelinia caspia (Pall)Less</i> )	49
Сурет 26	Қызылмия ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> )	50
Сурет 27	Қамыс ( <i>Phragmites australis</i> )	51
Сурет 28	Құм ебелегі ( <i>Ceratocarpus arenarius L.</i> )	52
Сурет 29	Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден жиналған өсімдік үлгілеріндегі $^{226}\text{Ra}$ үлестік белсенділігі, Бк/кг	53
Сурет 30	Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден жиналған өсімдік үлгілеріндегі $^{232}\text{Th}$ үлестік белсенділігі, Бк/кг	54
Сурет 31	Құм ебелегі ( <i>Ceratocarpus arenarius L.</i> ) үлгілеріндегі $^{238}\text{U}$ , $^{234}\text{U}$ үлестік белсенділіктері, Бк/кг	54
Сурет 32	Қызылмия ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> ) үлгілеріндегі $^{238}\text{U}$ , $^{234}\text{U}$ үлестік белсенділігі, Бк/кг	54
Сурет 33	Ақбасшөп ( <i>Karelinia caspia (Pall)Less</i> ) үлгілеріндегі $^{238}\text{U}$ , $^{234}\text{U}$ үлестік белсенділігі, Бк/кг	55
Сурет 34	Қамыс ( <i>Phragmites australis</i> ) үлгілеріндегі $^{238}\text{U}$ , $^{234}\text{U}$ үлестік белсенділігі, Бк/кг	55
Сурет 35	Құм ебелегінің ( <i>Ceratocarpus arenarius L.</i> ) $^{234}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$ жинақтау коэффициенті	56

Сурет 36	Қызылмияның ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> ) коэффициенті	$^{234}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$	жинақтау	56
Сурет 37	Ақбасшөптің ( <i>Karelinia caspia(Pall)Less</i> ) коэффициенті	$^{234}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$	жинақтау	57
Сурет 38	Қамыстың ( <i>Phragmites australis</i> ) коэффициенті	$^{234}\text{U}$ , $^{238}\text{U}$	жинақтау	57



## **КІРІСПЕ**

### **Зерттеу тақырыбының өзектілігі.**

Қазақстан Республикасы үшін бейбіт атомды пайдалану стратегиялық маңызға ие. Бұл бағыттағы ғылыми зерттеулер мен халықтың радиациялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету өзекті мәселелердің қатарына жатады. Өйткені, уран өндірілетін аймақтарда қоршаған ортаның радионуклидтермен ластануы, радионуклидтердің белгілі тізбек арқылы адам ағзасына түсуі мен кейінгі зиянды салдарлары болуы мүмкін. Техногенді радионуклидтермен олардың еншілес ыдырау өнімдері миграциялық дәрежесіне байланысты қоршаған орта объектілерінде (су, топырақ, өсімдік) жинақталады [1].

Елімізде уран кен орындары орналасуы және геологиялық ерекшеліктеріне байланысты алты уран кенішіне бөлінеді. Олар: Шу - Сарысу, Сырдария, Солтүстік Қазақстан, Каспий, Балқаш және Іле [2]. Уран кен орындарын игеру ХХ ғасырдың 40-50 жылдарында Республиканың солтүстік аумағында басталып, қазіргі таңда уран өндіру жұмыстары негізінен оңтүстік өңірде жыл сайын артып келеді. Уран кенін өндіру мен өңдеу кәсіпорындары 2009 жылы әлемдік уранның шамамен 28%-ын өндіріп, әлемдегі жетекші елдердің қатарына енсе, 2020 жылы әлемдік уран өндірісінің 41%-ына ие болды [3]. Қазақстанның уран қорының 20% - ы тиесілі Сырдария уран кенішінің аудандарынан уран өндірісі жерасты ұңғымалы шаймалау (ЖҰШ) әдісімен жүргізілуде. Жер асты ұңғымалы шаймалау әдісінің басқа кен өндіру әдістеріне қарағанда бірқатар экологиялық артықшылықтары бар, алайда жер асты ұңғымалы шаймалау кезінде уран және басқа радионуклидтер неғұрлым қозғалмалы күйге ауысып немесе технологиялық жабдықтың зақымдануы кезінде белгілі бір тізбек бойынша қозғалып, сол аймақтардағы қоршаған ортаның радиоактивті ластану деңгейін арттыра алады [4].

Техногенді радионуклидтер мен олардың ыдырау өнімдері адам ағзасына әртүрлі жолдармен ене алады. Радионуклидтердің адам ағзасына енуіне әкелетін негізгі жолдардың бірі – «топырақ-өсімдік» тізбегі. Радионуклидтердің миграциясы олардың физика-химиялық қасиеттеріне, формасына, топырақтың гранулометриялық құрамына, минералогиялық, органикалық заттардың мөлшеріне, өсімдіктердегі физиологиялық үрдістеріне және климаттық жағдайларға байланысты болады [5]. Сондықтан топырақ пен одан өсімдіктерге түсетін радионуклидтердің тасымалдануын зерттеп, бағалау өзекті мәселелердің бірі болып саналады.

Елімізде «топырақ-өсімдік» тізбегінде радионуклидтердің миграциясын зерттеу жұмыстары әртүрлі деңгейде жасанды және табиғи, техногенді радионуклидтермен ластанған аумақтарда зерттелінген. Атап айтсақ, бұрынғы Семей ядролық сынақ полигонында және Ақмола облысының уран өндірісінің радиоактивті қалдықтары сақталынатын қойма маңында өсетін өсімдіктерді кешенді зерттеу жұмыстарында көрсетілген [6,7].

Еліміздің ЖҰШ әдісін қолдана отырып уран өндірілетін өңірлерінде бұл тізбектегі радионуклидтердің миграциясын зерттеген жұмыстар өте аз,

фрагментарлы болып саналады [2,8].

Жұмыста Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлердегі радионуклидтердің “топырақ-өсімдік” тізбегі бойынша миграциясын зерттеуге бағытталған.

#### **Зерттеу жұмысының мақсаты:**

Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлердегі радионуклидтердің “топырақ-өсімдік” тізбегі бойынша миграциясына баға беру.

#### **Зерттеу нысаны мен объектілері:**

Зерттеу объектісі - Сырдария уран кеніші ауданындағы Солтүстік Қарамұрын уран кен орындарының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ пен өсімдік үлгілері және олардың құрамында радионуклидтер ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  және т.б.) анықталды.

Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің тапсырысы бойынша бекітілген ғылыми жоба “Сырдария уран рудасы провинциясының қоршаған ортасы мен тұрғындарының денсаулығы үшін негативті техногендік қауіп факторларын нивелирлеу әдістерін әзірлеу” (2021-2023ж.) жоспарына сәйкес іске асырылды.

#### **Зерттеу міндеттері:**

1. Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлердің радиациялық жағдайын зерттеу.
2. Солтүстік Қарамұрын кен орны аумағында өсетін өсімдіктер түрін анықтау.
3. Топырақ пен өсімдік үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшерін анықтау.
4. “Топырақ-өсімдік” тізбегінде радионуклидтердің миграциясын бағалау.

#### **Зерттеу әдістері:**

Диссертацияны орындау барысында келесі талдау әдістері қолданылды:

1. Өсімдіктерді зерттеудің түрлік және лабораториялық әдістері.
2. Төмен фонды “УМФ-2000” альфа-, бета-радиометрін пайдалана отырып топырақ үлгілерінің жалпы альфа- және бета-белсенділігін өлшеу әдісі.
3. Гамма-спектрометрия әдісі.
4. Альфа-спектрометрия әдісі;
5. Алынған нәтижелерді статистикалық талдау әдістері.

#### **Зерттеудің жаңалығы:**

Алғашқы рет Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумақтан тыс жерлерде гамма-сәулесінің эквивалентті доза қуаты бақылау аймағының мәнінен 13 есе жоғары, жалпы ауданы  $38\text{м}^2$  болатын радиоактивті-ластанған жерлер айқындалды. Топырақ үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігі бақылау аумағынан алынған топырақ үлгілерімен салыстырғанда 161 есеге дейін,  $^{232}\text{Th}$  11 есе,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  3 есеге дейін жоғары

болды. Радиоактивті ластанған жерлерден алынған топырақ үлгілерінде жалпы альфа-, бета-белсенділік бақылау аймағындағы топырақ үлгілерімен салыстырғанда сәйкесінше 42 және 13 есе жоғары болды.

Солтүстік Қарамұрын уран кен орны аудандарында өсетін 12 өсімдіктің түрлері анықталды. Оның ішінде доминантты өсімдіктердің-күм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius L.*), қызылмия (*Glycyrrhiza glabra*), ақбасшөп (*Karelinia caspia (Pall)Less*), қамыс (*Phragmites australis*) үлгілерінде  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  радионуклидтерінің үлестік белсенділіктері анықталып, олардың мәні бақылау аймағынан 4 есеге дейін жоғары болды.

Радиоактивті–ластанған жерлерде өсетін доминантты өсімдік үлгілерінде  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  жинақтау коэффициенті 1,4-3,1 аралығында,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  жинақтау коэффициенті 0,02-0,04 аралығында ауытқыды.

### **Практикалық маңызы:**

Зерттеу нәтижелері Қызылорда облысының уран кен орындарына жақын орналасқан елді мекендерде тұратын халықтың жергілікті ауылшаруашылық өнімдерінен (ет, сүт) туындайтын дозалық жүктемені есептеуде негіз болады. ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің тапсырысы бойынша орындалған ғылыми жобаның “Сырдария уран рудасы провинциясының қоршаған ортасы мен тұрғындарының денсаулығы үшін негативті техногендік қауіп факторларын нивелирлеу әдістерін әзірлеу” аясында жергілікті тұрғындардың радиациялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары санитарлы-эпидемиологиялық қадағалау мекеме қызметкерлеріне ұсынылатын болады.

### **Қорғауға шығарылған негізгі қағидалар**

1. Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумақтан тыс жерлерде гамма-сәулесінің эквивалентті доза қуаты жоғары радиоактивті-ластанған жерлер айқындалды.

2. Топырақ, өсімдік үлгілеріндегі радионуклидтердің үлестік белсенділігінің бақылау аймағынан жоғары болуы уран өндірісіне байланысты қоршаған орта объектілерінің техногендік радионуклидтермен ластанғанын көрсетеді.

3. Радиоактивті–ластанған жерлерде өсетін 4 доминантты өсімдіктердің  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  жинақтау коэффициенттері 0,02-3,1 аралығында ауытқыды.

### **Диссертацияның апробациясы:**

Диссертациялық жұмыс кезінде алынған мәліметтер «Қазақстан-2050» Стратегиясын жүзеге асырудағы жастар ғылымының үлесі» атты Республикалық студенттік ғылыми конференциясында ауызша баяндалды. Диссертациялық жұмыс аясында 1 мақала ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған журналда басылымға шықты. 4 тезис, 1 мақала халықаралық ғылыми-практикалық конференция жинақтарында жарияланды.

Диссертацияның көлемі 72 бетті құрайды. Диссертация мазмұны кіріспеден, әдебиеттік шолудан, негізгі бөлімнен (зерттеу материалдары мен әдістері), зерттеу нәтижелері мен оларды талқылаудан, қорытынды, тұжырым, тәжірибелік ұсыныстар, қолданылған әдебиеттер, қосымша бөлімдерінен тұрады. Сондай-ақ диссертация 11 кестеден, 38 суреттен және 99 қолданылған әдебиеттерді қамтитын пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

## 1 Уран кен орындарының қоршаған ортаға әсері (әдеби шолу)

### 1.1 Уран кен орындарының санитарлы-қорғалатын аймақтарынан тыс жерлердің радиациялық жағдайы

Қазіргі уақытта атом энергетикасы өз позицияларын әлемдегі негізгі энергия көздерінің бірі ретінде белгіледі. Адамзатты көп электр энергиясымен қамтамасыз еткен атом энергетикасының дамуы радиоэкологиялық жоспардың мәселелерін шешу қажеттілігіне әкелді. Бұл проблемалар ядролық отын циклінің барлық кезеңдерінде, соның ішінде уран кендерін өндірумен және өңдеумен байланысты бірінші кезеңде де бар [9].

Баламалы атом материалдарының дамуына қарамастан, осы уақытқа дейін негізгі материал уран болып табылады және келесі жүздеген жылдар бойы сақталады [10]. Бұл жағдайда уранның шығыны өте үлкен, ал табиғаттағы уранның мөлшері салыстырмалы түрде аз, бұл оны сирек кездесетін элементтерге жатқызуға мүмкіндік береді [11].

Табиғи уран үш изотоптың қоспасы:  $^{238}\text{U}$  массасы бойынша ең көп таралған (99,275%), ал  $^{234}\text{U}$  және  $^{235}\text{U}$  сәйкесінше 0,72% және 0,005% құрайды. Барлық үш изотоптың химиялық қасиеттері бірдей, бірақ радиоактивті сипаттамалары әртүрлі: жартылай ыдырау кезеңі  $4,5 \times 10^9$  жыл болатын  $^{238}\text{U}$  үлестік белсенділігі төмен, ал  $^{235}\text{U}$  және әсіресе  $^{234}\text{U}$  жартылай шығарылу кезеңдері сәйкесінше  $7,0 \times 10^8$  және  $2,5 \times 10^5$  жыл. Табиғи уранда белсенділіктің шамамен 49%-ы  $^{234}\text{U}$  және 49%-ы  $^{238}\text{U}$  ядроларына, ал тек 2% - ы  $^{235}\text{U}$  –ке келеді [12].

$^{235}\text{U}$  құрамында 20% дейін болатын уран төмен байытылған деп аталады. Төмен байытылған уран қазіргі уақытта бүкіл әлем бойынша энергетикалық реакторларда кеңінен қолданылады.

Уран радионуклид және ауыр металл болғандықтан, оның радиологиялық және химиялық уыттылығы болуы мүмкін. Ағзаға түскен кезде бастапқыда химиялық уыттылық, ал белгілі бір уақыт өткеннен кейін радиациялық әсер пайда болады. Химиялық белсенділігі жоғары болғандықтан органикалық заттармен тез әрекеттесіп, ерігіштігі әртүрлі қосылыстар түзеді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде уран қосылыстарының химиялық уыттылығы оның түріне байланысты өзгеретіндігі анықталды:

- аса жоғары дозаларыда салыстырмалы түрде улы емес:  $\text{UO}_2$ ,  $\text{U}_3\text{O}_8$ ,  $\text{UF}_4$  (ерімейтін қосылыстар), бірақ олар ингаляциялық жолмен тыныс алу жүйесіне түскенде қауіпті болуы мүмкін;

- жоғары дозалары улы:  $\text{UO}_3$  (ағзада баяу еритіндер);

- орташа дозалары да улы:  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{UO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$  (ерігіш қосылыстар);

- төмен дозаларда да өте улы:  $\text{UO}_2\text{F}_2$ ,  $\text{UF}_6$  (улы газ тәріздестер) [13].

Уран қосылыстары салыстырмалы түрде жақсы ериді, бұл уранның миграциялық қабілетін арттырады. Ағзаға түскеннен соң, уранның еритін қосылыстарының 1%-ы, ал ерімейтін қосылыстарының 0,1%-ы асқазан-ішек жолында сіңірілсе, өкпе арқылы уранның еритін қосылыстарының 50% және ерімейтін қосылыстарының 20%-ы сіңіріледі.

Уран өндірісі кезінде қоршаған ортаға  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  және олардың ыдырау өнімдері сияқты табиғи радионуклидтер бөлінеді.

$^{238}\text{U}$  ыдырау өнімі – радий ( $^{226}\text{Ra}$ ) уран өндірісінде маңызды рөл атқарады, ол ураннан үлкен химиялық белсенділікпен және ортадағы миграциялық қасиетімен ерекшеленеді. Табиғи кальций, стронций, барий сияқты ұқсас элементтердің көп болуына байланысты радийдің жоғары мөлшері суда кездеседі. Радийдің барлық изотоптары радиоактивті. Ең көп таралған жартылай шығарылу кезеңі 1620 жыл болатын ұзақ өмір сүретін изотоп. Ағзадағы радийдің қозғалысы мен жиналуы кальцийге ұқсас болады.

Радиоактивті торий ( $^{232}\text{Th}$ ) тау жыныстарында және топырақта кең таралған. Радионуклид қосылыстары ағзаға аз мөлшерде енеді, асқазан – ішек жолымен нашар сіңеді, негізінен сүйектерге және аз мөлшерде-басқа органдар мен тіндерге жиналады.

Радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) және торон ( $^{220}\text{Tn}$ ) – түссіз, дәмі мен иісі жоқ газдар. Сипаттамаларда олар көбінесе радонның жалпы атауымен біріктіріледі. Газдар мұрын-жұтқыншақ, трахея, бронх, альвеолалардың шырышты эпителийіне сәулелік жүктемелер түзетін күшті  $\alpha$ -сәулелендіргіштерге жатады. Изотоптардың ағзаға түсу мөлшері тұрғылықты жерінің географиясына, оның биіктігіне, үйдің қабатына, құрылыс материалдарының сипатына байланысты өте өзгермелі болады [14].

Жалпы уран кендеріндегі орасан зор энергия қорлары қоршаған ортаға және адам өміріне теріс әсер етеді. Қоршаған ортаға тигізетін теріс әсеріне уранды өндіру процесі кезіндегі радиациялық ластануды айтуға болады. Уран кендерін өндіру және өңдеу кезінде радиациялық ластанудың төрт негізгі көзі бар: жерасты өндіру процесінде желдету арналары; жер бетіне шығатын жерасты, шахта сулары; баланстан тыс кендердің үйінділері; гидрометаллургиялық комбинаттарда кендерді өңдеу процесінде пайда болатын қалдық қоймалар [15].

Уран кенін өндіру және өңдеу кезінде пайда болатын қалдықтар қоршаған ортаның радиоактивті ластануының негізгі көзі болып табылады. Кендегі уранның 0,2 % құрамында алынған уранның әр тоннасына шамамен 500 тонна қалдық түзіледі. Нәтижесінде уран өндіру кезінде жыл сайын ондаған миллион тонна қалдық пайда болады [16]. Қазақстанда уран өндірісінің радиоактивті қалдық қоймалары Ақтауда (бұрынғы Каспий тау-кен металлургиялық комбинатының қалдық қоймасы), Степногорск (Степногор гидрометаллургиялық зауытының қалдық қоймасы) және Өскеменде (Үлбі металлургиялық зауытының қалдық қоймасы) орналасқан. 34 уран кен орны анықталған Солтүстік Қазақстанның өзінде жалпы уран өндіруші кәсіпорындарынан белсенділігі 168,4 мың Кюри болатын, көлемі 61 млн. тоннаны құрайтын радиоактивті қалдықтар жинақталған [17].

Жалпы уран өндіру өнеркәсібінің қатты қалдықтары пайдаланылған кендердің үйінділерімен, сондай-ақ кенді радиациялық сұрыптау мен байыту қалдықтарымен қалыптасады. Уран өндіру өнеркәсібінің сұйық қалдықтары кеніш және ағынды суларынан, сондай-ақ жерасты шаймалау инфильтрациялық

суларынан тұрады. Олардың құрамында құнды компоненттер бар: шикізат қалдықтары, дайын өнімдер, химиялық реагенттер. Қалдықтардың құрамы және олардың саны өндіріс сипатына және қолданылатын технологиялық процестердің техникалық жетілуіне байланысты. Жіктеу бойынша уран зауыттарының қалдықтары, мысалы, түсті металлургия кәсіпорындарының қалдықтарынан еш айырмашылығы жоқ, бірақ олардың құрамындағы ауыр табиғи радионуклидтер оларды адамдарға және қоршаған ортаға қауіпті етеді [18].

Уран кенін өндіру негізінен жерасты шахталарында немесе уран шикізаты қабаттарының пайда болу тереңдігіне байланысты ашық карьерлерде жүзеге асырылады. Уранды дәстүрлі тау-кен шахтасы және карьерлік тәсілдермен өндіру кезінде адамның уран кенімен жанасуы, қоршаған ортаның ластануы, биота мен адамға радиациялық және химиялық әсер ету жағдайында тау жыныстарының үлкен массасы жер бетіне көтеріліп, өңделеді.

Сондай-ақ, өндіру аймағының табиғи ландшафтын сақтай отырып, жер бетіне кенді қазбай уран алуға мүмкіндік беретін жерасты шаймалау әдістері қолданылады [16].

Қазіргі уақытта уранның шамамен 46%-ы кәдімгі шахталардан (ашық және жер асты), шамамен 50%-ы жергілікті шаймалау нәтижесінде, ал 4%-ы басқа пайдалы қазбаларды өндіру кезінде қосымша өнім ретінде алынады [19].

Уран кен орындарын жерасты ұңғымалы шаймалау әдістерімен игеру шахталық және карьерлік кен өндіру әдістеріне қарағанда бірқатар экологиялық артықшылықтарға ие. Атап айтқанда, жер асты шаймалау жер учаскелерінің едәуір аз мөлшерімен, ағынды сулардың көлемінің аз болуымен, радонның бөліну белсенділігінің төмен болуымен сипатталады [20].

Алайда, уран және басқа да табиғи радионуклидтер жер асты шаймалау кезінде неғұрлым қозғалмалы күйге ауысуы және технологиялық жабдықтың зақымдануы кезінде жер асты және жер үсті суларына, топыраққа миграциялануы мүмкін [21].

Ол өз кезегінде биологиялық тізбекке ену қаупі бар. Азық-түлік және ауыз су жалпы халық арасында уранның табиғи изотоптарының әсер етуінің негізгі көздері болып табылады [21]. Адам сәулеленудің едәуір бөлігін табиғи радионуклидтерден алады, олардың ішіндегі ең қауіптісі  $^{238}\text{U}$  және оның еншілес ыдырау өнімдері болып табылады, өйткені уранның барлық қосылыстары адам ағзасына улы [22]. Ал ядролық отын циклінің барлық кезеңдерінде уран әртүрлі химиялық формаларда және изотоптық құрамда болады.

Уран кеніштері мен гидрометаллургия зауыттарының маңында тұратын халық: шығарылатын радионуклидтерден сыртқы сәулеленуге; радон мен шаңды ингаляциялау нәтижесінде, сондай-ақ ластанған тамақ өнімдерін тұтыну нәтижесінде ішкі сәулеленуге ұшырайды [16].

Табиғи сәулелену көздерінен ішкі сәулелену сыртқы сәулеленуден шамамен 1,8 есе көп [23]. Сол себепті, табиғи радионуклидтердің негізгі шығу көзі болып табылатын тау-кен өнеркәсібі аймақтарында адамдардың ішкі

сәулеленуіне әкелетін биологиялық тізбектегі радионуклидтердің миграциясын зерттеу арқылы аймақтың радиоэкологиялық жағдайына баға беріледі.

Қазақстан радиоэкологиялық жағдайы шиеленіскен елдердің қатарына жатады, бұл екі негізгі себепке байланысты. Біріншіден, 40 жыл бойы (1949 жылдан 1989 жылға дейін) қоршаған ортаға зиян келтірген ядролық сынақтар жүргізу бойынша Кеңес Одағының басты полигоны болды, екіншіден, Қазақстан Республикасы әлемдегі ең ірі табиғи уранның шикізат базасына ие [24]. Кеңес мемлекетінің өнеркәсіптік уран құрамын бастапқы бағалаудан кейін негізгі шикізат базасы Қазақстан болды. Қазақстан аумағында уран өндіру өнеркәсібінің қалыптасуы КСРО Геология министрлігінің бірінші Бас геологиялық барлау басқармасының: Волковская, Степная, Краснохолмская, Кольцовская экспедицияларының қызметімен байланысты.

Қазақстан аумағында уран кен орындарын іздеу тарихында бірнеше негізгі кезеңдер бар [25]:

1. XX ғасырдың 40-50 жж. Бұл кезең басқа пайдалы қазбалардың кен орындарын радиометриялық зерттеумен сипатталады. 1951 жылы Жамбыл облысының Қордай кентінен шығысқа қарай 40 км жерде Оңтүстік Қазақстанда жаяу жүргіншілерді іздеу кезінде Қордай кен орны анықталды, ол кейіннен алғашқы өнеркәсіптік уран объектісі болды. Қазіргі уақытта кен орны игеріліп, қалпына келтірілді.

2. XX ғасырдың 60-шы жылдары. Елдің оңтүстігі мен оңтүстік-шығысында қабаттың тотығу аймақтарымен байланысты уран кен орындарын іздеу кезінде бұрғылау жұмыстары жүргізілді.

3. 60-шы жылдардың аяғы мен 1990 ж. Бұл кезең уран өндіру кезінде ЖҰШ әдісін қолданудың басталуымен сипатталады. Жер асты ұңғымалы шаймалауды пайдалану Шу-Сарысу және Сырдария депрессияларында іздестіру-барлау жұмыстары жүргізілді.

4. 1991 жылғы 16 желтоқсанда Қазақстан Республикасы өзінің тәуелсіздігі туралы жариялағаннан кейін, осы аумақтағы атом өнеркәсібінің барлық кәсіпорындары толығымен республиканың қарамағына өтті. Қазақстан аумағында орналасқан уран өнеркәсібінің барлық тау-кен кәсіпорындары «Волковгеологияның» иелігіне өтті [25]. 1997 жылғы 14 шілдеде Қазақстан Республикасының Президенті «Қазатомөнеркәсіп» Ұлттық атом компаниясының басшылығымен «Волковгеология» геологиялық барлау компаниясын, үш кен басқармасын және Үлбі металлургия зауытын біріктіру туралы Жарлыққа қол қояды [26].

1997 жылы Ұлттық атом компаниясы құрылған кезде Қазақстан әлемдік уран өндірушілер тізімінде 13-орында тұрса, 2009 жылы әлемдік өндірістің шамамен 28%-ын өндіріп, уран өндіруден әлемдегі жетекші елдердің қатарын басқарды. 2020 жылы Қазақстан шамамен 19500 тонна уран өндіріп, әлемдік уран өндірісінің 41%-ы тиесілі болды [2]. Уран өндірісінің кең мөлшері Оңтүстік Қазақстандағы Шу-Сарысу және Сырдария аймақтарында орналасқан. Оңтүстік Қазақстандағы уран өндіретін төрт кен орындары (Қаратау, Харасан, Инкай, Оңтүстік Инкай) әлемдегі он ірі уран өндіретін кен орындарының



катарына кіреді [27]. Қазақстан уран қорының 20% Сырдария уран кеніші аудандарына тиесілі. Сырдария уран кеніші аудандарындағы өндірістік орындарға Солтүстік және Оңтүстік Қарамұрын, Иркөл, Харасан, Заречное кен орындары жатады. Негізгі уран өндіру кен орындарында ЖҰШ әдісімен жүргізілуде [28].

Уран кенін өндіру мен өңдеудің табиғи флора мен фаунаға әсер ету факторлары уран өндіруші кәсіпорындардағы өндірістің ерекшелігімен анықталады. Шахталар, карьерлер, гидрометаллургиялық зауыттар мен қалдық қоймалар маңындағы радиациялық әсер топырақтағы, судағы, жер бетіндегі ауадағы табиғи радионуклидтердің көбеюіне байланысты. Химиялық әсер табиғи уранның ауыр химиялық элемент ретіндегі уытты қасиеттерімен, уран кендеріндегі және оларды қайта өңдеу өнімдеріндегі қоспалардың уыттылығымен, сондай-ақ уран кендерін өңдеу мен байытуда қолданылатын химиялық реагенттердің уыттылығымен байланысты [19].

Жалпы уран кен орындары аймақтарындағы радиациялық жағдайға баға беру кезінде бірінші кезекте топырақтар мен тау жыныстарындағы табиғи радионуклидтердің құрамына баға беріледі. Мысалы, Қытайда уран кеніші аймақтарында радиациялық жағдайды бағалау үшін жүргізілген зерттеу жұмыстары кезінде сол аймақтан алынған топырақ үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшері, сәйкесінше  $^{238}\text{U}$  9,58-25,81 Бк/кг;  $^{226}\text{Ra}$  2,77-24,85 Бк/кг;  $^{232}\text{Th}$  3,14-29,40 Бк/кг;  $^{137}\text{Cs}$  4,56-5,64 Бк/кг аралығында болған [29].

Қазақстанның радиациялық жағдайын бағалау жұмыстары кезінде уран, торий және сирек металды кенді провинциялар мен аудандарындағы топырақтар мен тау жыныстарының жоғары табиғи радиациялық фонымен сипатталатынын анықтады. Мысалы, оңтүстіктегі Шу-Сарысу уран кені аймағында әртүрлі ұйымдар бұрғылаған ұңғымалардың жанында топырақтағы  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігі  $2 \times 10^3$  Бк/кг-нан  $1,2 \times 10^6$  Бк/кг-ға дейін болған [24].

Қазақстанның солтүстік аймағында уран кен орындарының қалдық қоймасының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерде радиациялық жағдайда баға беру кезінде табиғи радионуклидтермен, ауыр металдардың биологиялық тізбектегі миграциясы сипатталған. Радиоактивті ластанған аймақтардан алынған топырақ үлгілеріндегі табиғи радионуклидтердің үлестік белсенділігі  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  бақылау тобынан алынған үлгілерге қарағанда 10-31 есе жоғары, ал ауыр металдардың – As, Co, Ni, Zn, Cd, Cu және Sn токсиканттарының концентрациясы жалпы санитарлық нормалардан сәйкесінше 161; 4; 25; 9; 18; 33 және 42 есе асып түскен [6].

Топырақтағы радионуклидтердің мөлшерін анықтау арқылы осы аймақтың радиациялық жағдайына баға беруге мүмкіндік беретін негізгі объект екендігі байқалады [30].

Топырақтағы табиғи радионуклидтердің құрамы топырақ түзуші компоненттерге, минералдық құрамына және тағы басқа факторларға байланысты өзгере береді. 1-ші кестеде әдебиеттерде көрсетілген топырақтағы кейбір радионуклидтердің мөлшері келтірілген.

Кесте 1- Топырақ үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшері, Бк/кг [31]

№	Радионуклидтер	Орташа белсенділігі, Бк/кг (ауытқыған мөлшері)
1	$^{238}\text{U}$	24 (8-110)
2	$^{234}\text{U}$	26 (9-120)
3	$^{232}\text{Th}$	37 (4-78)
4	$^{230}\text{Th}$	100 (16000 дейін болады)
5	$^{226}\text{Ra}$	30 (7-180)
6	$^{210}\text{Pb}$	75-6300

Топырақ-күрделі құрамды, бірнеше қабаттардан тұратын, биологиялық, химиялық процесстер үздіксіз жүретін жүйе. Топырақ құрамында бірнеше жүйелерді бөліп алуға болады: 1) тау жыныстары минералдарының қалдықтары; 2) сазды минералдар; 3) қарашірік; 4) жұқа қарашірік қабаты; 5) органикалық заттар, түрлі тұздар; 6) өсімдіктердің тірі тамырлы қабаты; 7) топырақ фаунасы мен микроорганизмдер құрамы; 8) топырақ ерітінділері; 9) топырақ газдары [32].

Топырақтың функционалды күйі радиациялық энергияны биологиялық құрылымдарға түрлендірудің тиімділігін анықтайды. Топырақтың түріне байланысты радионуклидтердің сіңу дәрежесі, олардың байланысының беріктігі, сондай-ақ белгілі бір сіңіру механизмдері өзгереді. Мысалы, сазды топырақпен салыстырғанда құмды топырақ құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты радионуклидтерді аз жинақтайды. Физика-химиялық тұрғысынан топырақтың сорбциялық қабілеті жоғары болған сайын, онда радионуклидтермен химиялық әрекеттесетін қосылыстар көп болады. Сазды топырақтардың сорбциялық сыйымдылығы жоғары, сондықтан оларда радионуклидтердің қозғалысы қиынға соғады. Сол себепті сазды топырақтарда радиоизотоптардың мөлшері құмды топырақтарға қарағанда жоғары, мысалы уранның концентрациясы сазды жыныстарда 3-4 мг/кг дейін кездеседі [33].

Топырақ бетіне жиналған радионуклидтер әр түрлі факторлардың әсерінен кез-келген бағытта қозғалуы мүмкін [34]. Топырақтағы радионуклидтердің миграциясы олардың әртүрлі формалары мен қосылыстар түріне, ерігіштігіне және олардың қайта бөлінуіне әкелетін әртүрлі процестердің жиынтығына байланысты болады, бұл радионуклидтердің топырақ қабаттарына терең енуіне мүмкіндік береді.

Топырақ бетіне жиналған радиоактивті заттардың негізінен көлденең және тік бағыттағы миграциясы белгілі. Жаңа түскен радиоактивті заттардың көлденең қозғалысының себебі қатты жаңбырдан кейін жер үсті ағыны болуы мүмкін. Құрғақ ауа-райында радионуклидтердің қозғалысы шаңмен бірге желдің ауысуы нәтижесінде жүзеге асырылады. Радиоактивті заттардың топырақтың терең қабатына қарай қозғалуы сорбцияланған радионуклидтер болатын бөлшектердің механикалық тасымалдануынан, сондай-ақ құрғақ ауа-

райында топырақта пайда болған жарықтар арқылы сумен бос иондардың өздігінен қозғалуынан туындауы мүмкін [35].

Жалпы топырақтағы радиоактивті заттардың миграция жылдамдығы элементтердің физика-химиялық қасиеттеріне және олар орналасқан химиялық қосылыстардың пішініне, топырақтың физикалық қасиеттеріне; топыраққа түсетін радиоизотоптарға химиялық қасиеттері бойынша жақын иондардың болуына; жер асты суларының қозғалыс сипатына; өсімдік жамылғысының түріне; ортаның қышқылдығына; ауа-райының климаттық жағдайларына; радионуклидтердің топырақта болу уақыты және т.б. факторлар кешеніне байланысты өзгереді [36].

Уран өндірісі кезінде қоршаған ортаға  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  және олардың ыдырау өнімдері бөлінеді. Уран бастапқыда ағзаға түскен кезде химиялық уыттылығымен, ал белгілі бір уақыт өткеннен кейін радиоактивті белсенділігімен анықталады. Химиялық белсенділігі жоғары болғандықтан органикалық заттармен тез әрекеттесіп, ерігіштігі әртүрлі қосылыстар түзеді. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде уран қосылыстарының химиялық уыттылығы оның түріне байланысты өзгеретіндігі анықталды:

-  $\text{UO}_2$ ,  $\text{U}_3\text{O}_8$ ,  $\text{UF}_4$  (ерімейтін қосылыстар), бірақ олар ағзаға ингаляциялық жолмен тыныс алу жүйесіне түскенде қауіпті болуы мүмкін;

-  $\text{UO}_3$  (ағзада баяу еритіндер) жоғары дозалары улы;

-  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{UO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$  (ерігіш қосылыстар) орташа дозалары да улы;

-  $\text{UO}_2\text{F}_2$ ,  $\text{UF}_6$  (улы газ тәріздестер) төмен дозаларда да өте улы [13].

Уран қосылыстары салыстырмалы түрде жақсы ериді, бұл уранның миграциялық қабілетін арттырады. Ағзаға түскеннен соң, уранның еритін қосылыстарының 1%-ы, ал ерімейтін қосылыстарының 0,1%-ы асқазан-ішек жолында сіңірілсе, өкпе арқылы уранның еритін қосылыстарының 50% және ерімейтін қосылыстарының 20%-ы сіңіріледі.

$^{238}\text{U}$  ыдырау өнімі – радий ( $^{226}\text{Ra}$ ) уран өндірісінде маңызды рөл атқарады, ол ураннан үлкен химиялық белсенділікпен және ортадағы миграциялық қасиетімен ерекшеленеді. Табиғи кальций, стронций, барий сияқты ұқсас элементтердің көп болуына байланысты радийдің жоғары мөлшері суда кездеседі. Радийдің барлық изотоптары радиоактивті. Ең көп таралған-жартылай шығарылу кезеңі 1620 жыл болатын ұзақ өмір сүретін изотоп. Ағзадағы радийдің қозғалысы мен жиналуы кальцийге ұқсас болады.

Радиоактивті торий ( $^{232}\text{Th}$ ) тау жыныстарында және топырақта кең таралған. Радионуклид қосылыстары ағзаға аз мөлшерде енеді, асқазан – ішек жолымен нашар сіңеді, негізінен сүйектерге және аз мөлшерде-басқа органдар мен тіндерге жиналады.

Радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) және торон ( $^{220}\text{Rn}$ ) – түссіз, дәмі мен иісі жоқ газдар. Сипаттамаларда олар көбінесе радонның жалпы атауымен біріктіріледі. Газдар мұрын-жұтқыншақ, трахея, бронх, альвеолалардың шырышты эпителийіне сәулелік жүктемелер түзетін күшті  $\alpha$ - сәулелендіргіштерге жатады. Изотоптардың ағзаға түсу мөлшері тұрғылықты жерінің географиясына, оның

биіктігіне, үйдің қабатына, құрылыс материалдарының сипатына байланысты өте өзгермелі болады [14].

Жалпы уран кендеріндегі орасан зор энергия қорлары қоршаған ортаға және адам өміріне теріс әсер етеді. Қоршаған ортаға тигізетін теріс әсеріне уранды өндіру процесі кезіндегі радиациялық ластануды айтуға болады. Уран кендерін өндіру және өңдеу кезінде радиациялық ластанудың төрт негізгі көзі бар: жерасты өндіру процесінде желдету арналары; жер бетіне шығатын жерасты, шахта сулары; баланстан тыс кендердің үйінділері; гидрометаллургиялық комбинаттарда кендерді өңдеу процесінде пайда болатын қалдық қоймалар [15].

Қорытындылай келе, уран кен орындары аймақтарында радионуклидтердің қоршаған орта объектілеріндегі мөлшері кен өндіру және өңдеу жұмыстары кезінде айтарлық өзгеруі мүмкін. Топырақтың морфо-физиологиялық ерекшеліктері мен радионуклидтердің химиялық, физикалық қасиеттері, сондай-ақ сыртқы факторлар кешені радиоактивті заттардың миграция жылдамдығы мен бағытына тікелей де, жанама да әсер етеді. Ал кен өндіру кезінде қолданылатын химиялық қосындылар немесе басқа да техногенді факторлар радионуклидтердің қоршаған ортадағы мөлшерімен, олардың таралу жылдамдығын арттырады.

## **1.2 «Топырақ-өсімдік» тізбегіндегі радионуклидтердің миграциясы**

Өсімдіктер-бұл белгілі бір аумаққа тән әсер ету кешенін бағалауға мүмкіндік беретін сезімтал объект. Олар бір уақытта ауа мен топырақ ортасының тікелей әсеріне ұшырайды [29]. Топырақ арқылы тамырдан және ауадан жапырақ арқылы сіңірілген радионуклидтер, өсімдіктер арқылы қоректік тізбекке қосылуы мүмкін (мысалы, топырақ – өсімдік – жануар – адам) [37].

Радионуклидтердің өсімдіктерге миграциясына әсер ететін бірнеше факторлар кешенін ажыратады, олардың ішінде төрт негізгісі:

- 1) топырақтың қасиеттері мен топырақтың жоғары тамырлы қабатындағы радионуклидтердің құрамы;
- 2) радионуклидтердің физика-химиялық қасиеттері;
- 3) өсімдіктердің биологиялық ерекшеліктері;
- 4) агроклиматтық жағдайлар.

Суармалы егіншілік жағдайында ерекше факторлардың қосымша екі түрін ескеру қажет: 1) суармалы егіншілікті жүргізу ерекшеліктері және 2) суармалы сулардың химиялық құрамы мен минералдануы [38].

Радионуклидтердің өсімдіктерге ену мөлшеріне әсер ететін негізгі факторлардың бірі топырақтың қасиеттері мен топырақтың жоғары тамырлы қабатындағы радионуклидтердің құрамы. Табиғи радиоактивті элементтердің жалпы құрамы олардың өсімдіктерге қол жетімділігінің көрсеткіші бола алмайды. Мысалы, топырақтағы уранның негізгі бөлігі алмастырылмайтын, берік байланысқан түрінде болады. Топырақтағы жылжымалы уранның мөлшері топырақтағы элементтің жалпы құрамының 1,5-3% құрайды. Сол

себепті өсімдіктер үшін ең қол жетімді радионуклидтерге еріген түрінде болатындар жатады, бұл олардың өсімдіктерге сумен және минералдармен бірге енуіне ықпал етеді. Өсімдіктер топырақтағы химиялық элементтерді әртүрлі дәрежеде сіңіреді, бұл өсімдік метаболизміндегі элементтердің биологиялық рөліне байланысты. Өсімдіктердің тамыр бөлігі құрамында қышқыл бар биологиялық сұйықтықтарды шығарады, олар өз кезегінде топырақтың қатты фазасынан радионуклидтердің салыстырмалы түрде қозғалмалы түрлерін (мысалы, метаболикалық және сорбциялық) ерітуге қабілетті [39]. Сондай-ақ, радионуклидтердің топырақтан өсімдіктерге миграциясы өсімдіктің тамыр жүйесіне, минералды сіңіру түріне, калий, кальций және басқа да қоректік заттарға қажеттілігіне де байланысты болады [40].

Радионуклидтердің миграция жылдамдығының төмен болуы оларды өсімдіктердің тамыр аймағында ұзақ болуына әкеледі, сондықтан радионуклидтердің тамырда көп мөлшерде болуы байқалады [41].

Мысалы, өсімдіктердің тамырындағы радионуклидтердің жоғары мөлшері Португалиядағы бұрынғы уран кен орнында жүргізілген зерттеу кезінде анықталған. Уранның жоғары концентрациясы өсімдіктердің тамыр бөлігінде байқалған: *Carlina corymbosa* (181 мг/кг), *Juncus squarrosus* (450 мг/кг), және *Juncus bufonius* (39,9 мг/кг). Сонымен қатар, өсімдіктер үлгісі алынған топырақтағы уранның мөлшері 7,5–557 мг/кг аралығында өзгерген [42].

Өсімдіктердің тамыр бөлігіндегі радионуклидтердің мөлшерінің жоғары болуын Қазақстанда жүргізілген зерттеулерден де байқауға болады. Мысалы, оңтүстіктегі Қордай уран кеніші аймақтарының радиациялық жағдайын бағалау жұмыстары кезінде алынған доминантты өсімдіктердің үлгілерінде радионуклидтер мен микроэлементтердің мөлшерінің тамырда жоғары екендігі анықталған. Зерттеуге алынған *P.intermedies*, *E. Repens L*, су асты мүктеріндегі  $^{238}\text{U}$  концентрациясы сәйкесінше 3; 0,5; 500 Бк/кг жетсе, ал  $^{226}\text{Ra}$  концентрациясы 21; 18; 130 Бк/кг болған [43].

Көптеген зерттеулердің нәтижелері өсімдіктер организмдеріндегі изотоптардың деңгейі олардың қоршаған ортадағы концентрациясына байланысты екенін көрсетеді. Сонымен, қарапайым топырақта өсірілген өсімдіктердің күлінде уранның мөлшері орта есеппен  $3 \times 10^{-4}$  г/кг құрайды, ал уранмен байытылған топырақта өсетін өсімдіктер күлінде  $2 \times 10^{-3}$  г/кг. Бұл топтың радиоактивті изотоптарының жинақталуының салыстырмалы тиімділігі олардың сыртқы ортадағы құрамының күрт артуымен төмендейді [44].

Алайда, кейбір зерттеулерде топырақтағы уранның жинақталу коэффициенттері мен концентрациясы арасында тән тәуелділік анықталған. Бұл радионуклидтердің физика-химиялық қасиеттері мен өсімдіктердің биологиялық ерекшеліктеріне негізделген радионуклидтердің өсімдіктерге енуінің келесі бір факторлар кешеніне байланысты. Өсімдіктегі уранның мөлшері оның топырақтағы құрамына тікелей пропорционалды түрде, оның топырақтағы фондық құрамынан 100-200 есе жоғары концентрацияға дейін артқан [45]. Топырақтағы уран концентрациясы шамамен  $10^{-3}\%$  болғанда

уранның жинақталу коэффициенттерінің айтарлықтай төмендеуі байқалады. Уранға тамырдың биологиялық тосқауылы өсімдіктердің жер бетіндегі бөлігіне өтуіне жол бермейді. Әдетте, өсімдіктердің жер беті бөлігінде уран 1 кг күлде бірнеше миллиграмнан аспайды, ал өсімдіктің тамыр бөлігінде осы элементтің көп мөлшері бар. Сонымен қатар, уранның жас органдармен (жапырақтары, инелері және т.б.) салыстырғанда ескі вегетативті органдарда (ағаш, ескі бұтақтар, қабық және т.б.) жиналуы байқалады. Бұл жағдайда төменгі сатылы өсімдіктер уранды жоғары сатылы өсімдіктермен салыстырғанда көбірек жинайды. Әдебиеттерде радионуклидтердің жинақталуы бойынша өсімдіктер топтарын мынадай кему тәртібімен орналастырылады: қыналар- мүктер- папоротниктер– ашықтұқымдылар-жабықтұқымдылар. Сондай-ақ, радионуклидтердің жинақталуы бойынша топтар, тұқымдастар және түрлер шегінде де айырмашылықтар байқалады. Әсіресе ормандар басқа жер үсті экожүйелерімен салыстырғанда радионуклидтердің миграциясы жолындағы биогеохимиялық кедергілер болып табылады. Себебі, орманды жерлерде радионуклидтердің жоғары мөлшері ағаштарда жинақталады. Әсіресе, көктерек, қайың, қарағай, шырша, емен ағаштарында радионуклидтердің көп мөлшері анықталады. Мысалы, қайың ағаштарында уран үшін салыстырмалы түрде жоғары жинақтау коэффициенттері байқалады: Оңтүстік Оралда өсетін қайыңның жинақтау коэффициенті 0,9-ға жетеді, бұл аймақтағы өсімдіктердің көпшілігі орта есеппен 0,05 жинақтау коэффициентімен сипатталады. 2-ші кестеде әлемдік зерттеулерден алынған табиғи радионуклидтердің өсімдіктердің жер үсті бөліктеріндегі мөлшері келтірілген.

Кесте 2- Өсімдік үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшері, Бк/кг [31]

Радионуклидтер	Қыналар	Ағаштар
$^{238}\text{U}$	1-3	0,06-0,5
$^{232}\text{Th}$	0,4-1	0,6-5
$^{228}\text{Th}$	0,25	-
$^{226}\text{Ra}$	0,5	7
$^{210}\text{Pb}$	240-2600	11-40
$^{40}\text{K}$	20-260	30-750

Көп жағдайда торийдің жинақталу коэффициенттері уранға карағанда жоғары. Бұл құбылыс уранның топырақтың тамырлы бөлігінің қарашірік қосылыстарымен байланысуымен түсіндіріледі, ал торий топырақтың минералды бөлігінде орналасқан, оны өсімдіктің тамыр жүйесінің қышқыл секрецияларымен еріте алады; торийдің орташа шекті концентрациясы  $10^{-4}$ -нан  $10^{-2}$  мг/кг-ға дейін өзгереді. Радий көптеген қоректік тізбектерге қатысатын кальцийдің химиялық аналогы бола отырып, ешқандай биологиялық кедергілерге ие емес, сондықтан оның жинақталу коэффициенттері әдетте 1-ден жоғары [46].

Жинақтау коэффициенттерін бағалау бағытындағы зерттеу жұмыстарының нәтижелері 3-ші кестеде келтірілген.

Кесте 3-Өсімдік үлгілерінің радионуклидтерді жинақтау коэффициенттері [47]

Мемлекет	Үлгілер	$^{238}\text{U}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th} / ^{228}\text{Ra}$	Әдебиеттер
Қытай (уран кеніші)	<i>Lupinus albus</i> , <i>Brassica chinensis</i> , <i>Trifolium 23acemose</i> , <i>Lolium perenne</i> , <i>Zea mays</i>	0.005– 0.037	0.006– 0.034	0.00013– 0.00214	[48]
Нигерия (тау-кен аудандары)	<i>Manihot esculenta</i>	0.01– 0.90		0.006– 1.54	[49]
Сирия	көкөніс дақылдары (жасыл бұрыш, қияр, қызанақ), бұршақ дақылдары (жасымық, бұршақ), жеміс ағаштары (алма, жүзім, зәйтүн), дәнді дақылдар (арпа, бидай)	0.003– 0.12	0.008		[50]
Вьетнам (уран кеніші)	<i>A.auriculiformis</i>	0.006– 0.380	0- 0.344	0.017– 0.655	[51]
Бангладеш	<i>Acalypha indica</i> , <i>Bacopa monniera</i> , <i>Lantana camara</i> , <i>Solanum nigrum</i> , <i>Synedrella nodiflora</i>		0.045– 0.070	0.064– 0.108	[52]

Өсімдік үлгілерінің радионуклидтерді жинақтау коэффициенттеріне көптеген факторлар әсер етеді. Солардың негізгілері төмендегі 1-ші суретте көрсетілген.



Сурет 1-Өсімдік үлгілерінің радионуклидтерді жинақтау коэффициентіне әсер ететін негізгі факторлар [53]

Радионуклидтердің топырақтағы мөлшерімен, олардың миграциясына топырақтың агрохимиялық қасиеттері де әсер етеді. Жер жамылғысында ауыр табиғи радионуклидтердің ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ) құрамын ұлғайтудың елеулі көзі минералды тыңайтқыштарды әтүрлі концентрацияда енгізу болды. Фосфор тыңайтқыштарындағы ауыр табиғи радионуклидтердің ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  және олардың ыдырау өнімдері) мөлшері ерекше жоғары. Шөгінді фосфат кендері  $^{238}\text{U}$  және оның ыдырау өнімдері радионуклидтерінің жоғары концентрациясымен сипатталады-орта есеппен 1500 Бк/кг. Шикізаттың түріне және оны өңдеу ерекшеліктеріне байланысты тыңайтқыштарға  $^{238}\text{U}$  және  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  және  $^{210}\text{Po}$  белгілі бір бөлігі ене алады. Топырақта пестицидтермен, радионуклидтердің құрамына бай тыңайтқыштарды қолдану-топырақтың рН, минерологиялық құрамының өзгерісіне алып келеді [54].

Әлем бойынша уран өндіретін аймақтарда: Австралия, Германия, Канада, Америка Құрама Штаттары, Бразилия, Португалия, Қытай сияқты елдерде радиоэкологиялық жағдайды бағалауда жасалған зерттеу жұмыстарында топырақ, су, шөгінділердегі радионуклидтердің мөлшерімен, олардың түрлі ауыл шаруашылығы өнімдерінде жинақталуы зерттелінген (кесте 4).

Кесте 4- Уран кен орындары аймақтарында өсетін өсімдік үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшері, Бк/кг

Мемлекет	Үлгілер	$^{238}\text{U}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}$	$^{210}\text{Po}$	Әдебиет
----------	---------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	---------



Қытай	өсімдіктер: шай жапырақтары ( <i>Camellia sinensis</i> ); картоп жапырақтары ( <i>Ipomoea batatas</i> ); күріш ( <i>Oryza sativa</i> ); шпинат ( <i>Ipomoea aquatica</i> ); орамжапырақтар ( <i>Brassica rapa</i> )		<0.1–1.0	0.5–8.0	<31.4–150		[55]
Австралия	көкөністер: <i>Buchanania 25acemos</i> ; <i>Persoonia 25acemos</i> ; <i>Vitex accuminata</i> ; <i>Syzygium eucalyptoides</i> ; <i>Terminalia ferdinandiana</i> ; <i>Ficus 25acemose</i> ; жемістер: <i>Dioscorea transversa</i> ; <i>Vigna lanceolate</i> ; <i>Cartonema pariflorum</i> ; <i>Brachystelma glabriflorum</i> ;	<0.03-0.28	<0.004-0.12	0.18-70.5	0.042-11	0.12-1.83	[56]
Германия	саңырауқұлақтар: <i>Boletus species</i> , <i>Suillus species</i> , <i>Xerocomos species</i> , <i>Leccinum species</i> , <i>Lepiota species</i> , <i>Agaricus species</i> ; <i>Lycoperda species</i>	0.01-25,9		0,03-51,2	0,06-28,9	0,10-64,0	[57]

Радиоактивті түсудің бірдей деңгейінде, әртүрлі топырақтардағы бөліну өнімдерінің құрамы бірдей болған кезде, олардың өсімдіктерге түсуі және жиналуы топырақтың қасиеттеріне, атап айтқанда оның механикалық және минералогиялық құрамына, топырақ ерітіндісінің қышқылдығына және басқа да бірқатар көрсеткіштерге байланысты. Механикалық құрамы жеңіл топырақтарда өсімдіктердегі радиоизотоптар ауыр сазды топырақтарға қарағанда едәуір көп байқалады.

Топырақтың рН реакциясы радионуклидтердің миграциясына түрлі әсер етеді. Мысалы, радионуклидтер қышқыл топырақтардан өсімдіктерге бейтарап және сәл сілтілі топырақтарға қарағанда көп мөлшерде түседі [58].

Агротехникалық әдістер, биогеохимиялық аймақтардың топырақ жағдайлары және климаттық жағдайлар радионуклидтердің жай-күйі мен қозғалғыштығына әсер етеді. Жалпы агротехникалық әдістер, өсіру технологиялары агроэкожүйеде радионуклидтердің қозғалғыштығының жоғарылауына да, кейбір жағдайларда төмендеуіне де әсер етуі мүмкін.

Жалпы радионуклидтердің топырақтан өсімдіктерге миграциялануы қоршаған ортаның бірнеше факторларына байланысты: топырақтың химиялық, биологиялық, физикалық ерекшеліктеріне, органикалық заттардың құрамына, ылғалдылығына, рН ортасына, ион алмасу қабілетіне және т.б. [59]. Мысалы, Сібірде орманды аймақта жүргізілген зерттеу жұмыстары кезінде

радионуклидтердің орманды аймақтарда кездесетін бұталы және шөпті өсімдіктермен жинақталуы, шымды күлгін топырақта жинақталу мөлшерінен жоғары екенін байқаған [60]. Басқа әдебиеттерде де, уранның үлестік белсенділігі өсімдіктер өсетін топырақ түріне байланысты екендігін көрсеткен.  $^{238}\text{U}$  үлестік белсенділіктің максималды деңгейі шымтезекті топырақта 78,8 БК/кг-ға дейін байқалса, үлестік белсенділіктің бірдей деңгейі таулы-шалғынды топырақтарға тән екендігі анықталған [61].

Қазақстанның солтүстігінде 30-дан астам уран кен орындарын қамтитын Солтүстік Қазақстан уран кенішінің қоршаған ортаға тигізетін әсерін бағалауға арналған зерттеу жұмыстардың бірінде аймақтағы радионуклидтермен ауыр металдардың «топырақ-өсімдік-жануарлар-ауыл шаруашылық өнімдері» тізбегіндегі миграциясы зерттелген. Зерттеу нәтижесінде сол аймаққа тән түрлі шөптесін өсімдіктерден алынған үлгілерде  $^{238}\text{U}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$  мөлшері бақылау топтарынан сәйкесінше 15; 155; 54; 5; 9 есе жоғары болған [34].

Уран кен орындары аймақтарының радиациялық әсерін зерттеу жұмыстарының басым көпшілігі радионуклидтердің қоршаған орта объектілеріндегі айналымын және олардың биологиялық тізбекке енуі мен халықтың денсаулығына зиянды әсер ету дәрежесін анықтауға арналған. Бұл қоршаған ортадағы радионуклидтердің мөлшерін бақылау және жергілікті тұрғындардың сәулеленуін азайту шараларын жүргізу үшін де маңызды болып табылады [62].

Алайда, радионуклидтердің топырақтан өсімдіктерге миграциясын зерттеу кезінде радиоэкологияда бірнеше мәселелер туындайды. Мысалы өсімдіктердің радионуклидтерді сіңіруі мен жинақтауын зерттеу жұмыстарындағы басты мәселе-радионуклидтердің экожүйе компоненттері бойынша миграциясының және қайта бөлінуінің кеңістіктік-уақыттық заңдылықтарын белгілеу мәселесі.

Дәл осы бағыт шеңберінде биогеоценоздардағы және оның ішінде трофикалық тізбектердегі радионуклидтердің миграция ағындарының қарқындылығы анықталады, бұл сайып келгенде зерттелетін тізбектің барлық буындарындағы дозалық жүктемелерді сипаттайды.

Екінші туындайтын мәселе өсімдік бөліктеріндегі радионуклидтердің құрамының маусымдық динамикасы одан да күрделі, оның сипаты өсімдіктердің түрлеріне және олардың өсу жағдайларына байланысты өзгереді. Жалпы, радионуклидтер құрамындағы маусымдық ауытқулар биогеоценоздың жекелеген компоненттерінің жинақтау қабілетімен өзгереді.

Аталған мәселелерді ескере отырып, жалпы зерттелетін экожүйелердің құрамдас бөліктері арасында уран мен торийдің және олардың ыдырау өнімдерінің таралуы өсімдіктердің түрлік құрамына, топырақтағы және топырақ түзуші жыныстағы осы радионуклидтердің құрамына, топырақтың нақты қасиеттеріне (типтік тиістілігі, гумус, рН, гранулометриялық құрамы және т.б.) және рельеф элементтеріндегі орналасуына байланысты екендігін болжауға болады. Бұл факторлардың барлығы радионуклидтердің топырақтан өсімдіктерге миграциясын бағалау кезінде ескеру қажет.

Қорытындылай келе, соңғы кездері Қазақстанның негізі уран өндірістері шоғырланған Сырдария уран кен аумағында қоршаған ортаның радиоэкологиялық жағдайына баға беру кезінде топырақ пен өсімдік тізбегіндегі радионуклидтердің миграциясын бағалау жұмыстары осы аймақта тұратын елді мекен тұрғындарының денсаулығына әсерімен, тұтынатын азық-түлік өнімдері мен егін шараушылық өнімдеріне ену қаупін болжауға мүмкіндік береді.

## **2 ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ**

Зерттеу жұмысы «Сырдария уран рудасы провинциясының қоршаған ортасы мен тұрғындарының денсаулығы үшін негативті техногендік қауіп фактораларын нивелирлеу әдістерін әзірлеу» (2021-2023) (тапсырыс беруші ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің ғылым комитеті ЖТН АР09261243) атты ғылыми бағдарламаның үзіндісі болып табылады. «Астана медицина университеті» КеАҚ Радиобиология және радиациялық қорғау ғылыми- зерттеу институтының қызметкерлерімен Қызылорда облысындағы Солтүстік Қарамұрын уран кен орындарының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерде зерттеулер жүргізілді.

### **2.1 Қарамұрын уран кен орны аймағының географиялық-геологиялық және климаттық ерекшеліктері**

Солтүстік Қарамұрын, Оңтүстік Қарамұрын, Иркөл және Харасан кен орындарын қамтитын Қарамұрын кен орны Үлкен Қаратау жотасының оңтүстік-батыс жоталарына жақын Сырдария өзенінің төменгі ағысында шамамен 8000 шаршы км аумақты алып жатыр. Әкімшілік жағынан Қарамұрын кен алқабының аумағы Қазақстан Республикасы Қызылорда облысының Шиелі және Жаңақорған аудандарына тиесілі. Кен алқабы алаңындағы ең ірі елді мекендер Шиелі және Жаңақорған аудандық орталықтары болып табылады, олар арқылы теміржол магистралі өтеді. Шиелі және Жаңақорған аудандарының халқы 110 мың адамды құрайды және негізінен Қарамұрын кен алаңында шоғырланған. Орографиялық тұрғыдан алғанда, Қарамұрын кен алқабы-Үлкен Қаратау тау құрылысына іргелес аккумулятивті рельефі бар кең тау бөктеріндегі жазық. Ол оңтүстік-шығысынан солтүстік-батысына қарай Сырдария өзенімен шекаралас орналасқан. Жазықтың беті негізінен сазды және құмды топырақтардан тұрады. Үлкен Қаратау тауларында тасты топырақтар бар [63].

Климаты күрт континенталды және өте құрғақ, жазы ұзақ, ыстық, қысы салыстырмалы түрде жылы, қысқа және аз қарлы. Шілденің орташа температурасы 26-29°C, облыс аумағының басым бөлігіндегі абсолютті максималды температура 44-48°C. Қыста Қызылорда облысының солтүстігі мен оңтүстігі арасындағы температура айырмашылығы байқалады. Мысалы, ең суық ай-қаңтардың орташа температурасы солтүстікте -12,0° С, оңтүстікте -6,0°C. Ауа температурасының абсолютті минимумы -41°C-қа жетеді. Орташа тәуліктік ауа температурасы 0°C-тан жоғары кезең 240-280 күнге созылады.

Құрғақшылық-облыс климатының айрықша белгілерінің бірі. Жауын-шашын мөлшері өте аз. Олардың орташа жылдық мөлшері 100-190 мм – ден аспайды және жыл мезгілдеріне біркелкі бөлінбейді: барлық жауын-шашынның 60% - ы қыс-көктем кезеңінде болады. Облыстың бүкіл аумағы жиі және қатты желмен сипатталады, негізінен солтүстік-шығыс бағыттағы желдер соғады. Олардың орташа жылдық жылдамдығы 3,1-ден 6,0 м/с-қа дейін. Қыста қатты желдер төмен температурада рельефтің биік бөліктерінен аздап қар

жамылғысын үрлейді, бұл топырақтың үстіңгі қабаттарының терең қатып, жарылуына әкеледі. Жазда желдің әсерінен шаңды дауылдар байқалады[64].

## 2.2 Жаяу гамма -зерттеулер жүргізу әдісі

Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлердің гамма-фонын өлшеу «ДКС-96», «ДКС АТ-1123» дозиметриялық және радиометриялық құрылғылардың көмегімен жүргізілді. Зерттеу барысында жер бетінен 1м биіктікте гамма-сәулесінің эквиваленттік доза қуаты (ЭДҚ) өлшенді (сурет 2).



Сурет 2- Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлердің гамма-фонын өлшеу

Зерттеу аймағында гамма-сәулеленудің эквивалентті дозасының қуаты ҚР ДСМ МСЭҚК төрағасының 2011 жылғы 8 қыркүйектегі №194 бұйрығымен бекітілген «Радиациялық гигиена бойынша әдістемелік ұсынымдарына» сәйкес жүргізілді [65].

Географиялық координаталарды анықтау үшін географиялық координаттар жүйесіндегі нүктелердің орналасуын анықтауға мүмкіндік беретін Garmin спутниктік навигациялық құралы қолданылды. Зерттеу аймағынан радионуклидтерді зертханалық зерттеу мақсатында 20 топырақ үлгілері мен 10 өсімдік үлгілері алынды (сурет 3).



Сурет 3- Зерттеу аймағынан топырақ және өсімдік үлгілерін алу

Топырақ үлгілерін алу МЕМСТ 17.4.3.01-83. «Табиғатты қорғау. Топырақ. Үлгілерді алуға қойылатын жалпы талаптарға» сәйкес жүргізілді [66]. Зерттеу аймақтарында топырақ пен өсімдіктердің үлгілерін алу бір мезгілде жүргізілді; алдымен өсімдіктер, содан кейін топырақ үлгілері алынды. Өсімдіктердің төменгі бөлігінің биіктігі топырақ бетінен 3 см-ден аспады. Әр үлгілер жеке нөмірленіп, таза құрғақ ыдысқа (полиэтилен пакетке) салынып, үлгілердің атауы, оны іріктеу орны мен күні көрсетілген жапсырма бекітілді. Топырақ үлгілерін алу екі жолмен жүргізілді: белгілі бір нүктеден және терең қабат әдісімен үлгілерді алу. Зерттеу аймағындағы нүктелерден алынған үлгілер араластырылып, тамырлардың, әйнектердің және басқа да бөгде заттардың қалдықтарынан тазартылып, салмағы 2-2,5кг болатын орташа үлгі полиэтилен пакетке салынып, зертханалық зерттеуге алынды. Радионуклидтердің топырақ үлгілеріндегі вертикалды миграциясын зерттеу үшін 5см аралықпен 0-25см тереңдікте топырақтың терең қабатындағы үлгілері гамма-сәулеленудің ЭДҚ фондық мәндерден асатын әрбір нүктесінде іріктелді.

### **2.3 Өсімдіктердің түрін анықтау және лабораториялық әдістер**

Сырдария уран кеніштеріне қарасты Солтүстік Қарамұрын кен орны маңында өсетін өсетін өсімдіктерді анықтау жалпы қабылданған геоботаникалық әдістерге сәйкес жүргізілді [67]. Зерттеу аймақтарында өсетін өсімдіктердің геоботаникалық сипаттамаларына: Garmin спутниктік навигациялық құралының көмегімен географиялық координаталары, орналасуы, атауы, анықталған күні, негізгі сипаттамалары енгізілді. Өсімдіктердің түрлерін анықтау 2 томдық "Қазақстан өсімдіктерінің иллюстрацияланған анықтағышы" және 9 томдық "Қазақстан флорасы", "Қазақстан өсімдіктері" еңбектерін пайдалана отырып жүргізілді [68-70]. Зерттеуге өсімдіктердің 4 доминантты түрлерінен үлгілер жинақталып, арнайы систематикаларын сипаттайтын еңбектерді қолдана отырып, өсімдіктердің

түрлері мен тұқымдастықтары анықталды [71,72]. Зертханаға әкелінген үлгілер алдын ала дайындықтан өткізілді. Ұсақталған және өлшенген үлгілер күн сәулесі тікелей түспейтін жерлерде тұрақты массаға дейін кептірілді. Қажет болған жағдайда 105-110°C дейін қыздырылған кептіру шкафына салынып, спектрометриялық зерттеулерді жүргізу үшін муфель пештерінде күйдірілді.

#### **2.4 Зертханалық радиоспектрометриялық және радиохимиялық зерттеу әдістері**

Үлгілерді зерттеу Қазақстан Республикасының MEMCT ISO/IEC 17025-2019 «Сынақ және калибрлеу зертханаларының құзыретіне қойылатын жалпы талаптар» сәйкес аккредиттелген «Астана медицина университеті» КеАҚ Радиобиология және радиациялық қорғау ғылыми зерттеу институтының радиохимия және радиоспектрометриялық сынақ зертханасында жүргізілді [73].

##### *Топырақ үлгілерін радиометриялық зерттеу*

Төмен белсенділікті өлшеуге арналған кремний детекторы бар альфа-, бета- радиометрі топырақ үлгілеріндегі жалпы альфа- және бета- белсенділігін өлшеу үшін радиометрияда кеңінен қолданылады. УМФ-2000 альфа-бета радиометрі көп таралған радиометрлерінің бірі және ол келесі негізгі қасиеттерімен сипатталады:

- үлгінің альфа- және бета- белсенділігін бір уақытта өлшейді;
- жартылай өткізгіш ионды кремний детекторы орналасқан;
- газ разрядты есептегіштер негізінде фондық сәулеленуден белсенді қорғалған;
- фондық сәулеленуден қорғасын қабаты арқылы қорғалған (30 мм қорғасын);
- тіркелген альфа- және бета- бөлшектерінен импульстар санын санауға арналған екі арналы қайта есептегіш;
- УМФ-2000 негізгі бағдарламалық жасақтамасымен қамтамасыз етілген.

Радиометриялық зерттеулерді жүргізу үшін есептеу үлгісі дайындалды. Топырақ үлгілерінен 5 гр өлшеп алынып, SNOL 8,2/1100 маркалы муфель пешінде 1 сағат бойы 350°C температурада күйдіру жүргізілді. 0,4 гр күйдірілген топырақ үлгілерінен есептеу үлгісі дайындалып «УМФ-2000» төмен фонды альфа-, бета- радиометрінде өлшенді (сурет 4).





Сурет 4- Топырақ үлгілерін төмен фонды «УМФ-2000» альфа,-бета радиометрінде өлшеу

Экспозиция уақыты өлшенетін есептеу үлгісінің белсенділігіне байланысты 1000-нан 3000 с-қа дейін таңдалды. Талдау жұмыстарын жүргізу Қазақстан Республикасы Бас мемлекеттік санитарлық дәрігерінің 08.09.2011ж. №194 бұйрығы «Радиациялық гигиена бойынша әдістемелік ұсынымдары» талаптарына сәйкес жүргізілді[65].

*Топырақ және өсімдік үлгілерін гамма-спектрометриялық зерттеу*

Топырақ және өсімдік үлгілері ұсақталып, Маринелли ыдыстарына салынып, радионуклидтердің қысқа өмір сүретін ыдырау өнімдері арасындағы тепе-теңдігін қамтамасыз ету үшін екі аптаға жинақтауға қойылды. Үлгілердің белсенділігін өлшеу «Прогресс» бағдарламалық кешенімен қамтамасыз етілген СКС «Спутник» гамма- және бета-спектрометриялық кешенінде жүргізілді (сурет 5).



Сурет 5- Топырақ және өсімдік үлгілерін гамма-спектрометриялық зерттеу



Бұл аралас гамма-бета-сәулеленуді өлшеуге арналған екі детекторлы спектрометриялық және радиометриялық құрылғы. Гамма-сәулелену детекторы-Ø63x63мм NaI(Tl) кристалды сцинтилляциялық детектор блогынан тұрады. Спектрометрдің негізгі жұмыс принципі импульстардың амплитудалық спектрлерінің жинақталуы мен өңделуіне негізделген. Белгілі бір уақыт арасындағы импульстардың амплитудасы бағдарламалық жасақтамамен өңделгеннен кейін мониторға шығарылады. Зерттеу «Прогресс бағдарламалық қамтамасыз етумен сцинтилляциялық гамма-спектрометрді пайдалана отырып, радионуклидтердің белсенділігін өлшеу әдістемесі» № KZ.07.00.00304-2014 талаптарына сәйкес жүргізілді [74].

*Топырақ және өсімдік үлгілерін альфа-спектрометриялық зерттеу*

Топырақ және өсімдік үлгілерінен радиохимиялық жолмен сынама дайындалып, альфа-спектрометрінде өлшеу жүргізілді. Альфа-спектрометриялық талдау көмегімен уран изотоптары ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ) анықталды.

Үлгілер муфель пештерінде 400-500°C температурада күлденді. Күлдің дайындығының сыртқы белгісі-оның түсі (ашық сұр). Күл қалдықтарының күйіне жету үшін айтарлықтай уақыт қажет. Күлдену процесінің ұзақтығы үлгілердегі органикалық қосылыстардың мөлшері мен түріне байланысты өзгереді: өсімдік үлгілері үшін оңтайлы уақыт-2-4 сағат.

Күйдірілген 0.5 гр үлгілерге  $^{232}\text{U}$  изотоптық белгілері енгізіліп, тұз қышқылы (HCL), фторлы су қышқылы (HF) мен тазартылған судың ( $\text{H}_2\text{O}$ ) көмегімен тефлон ыдысына ауыстырылып, құрғатылды. Осыдан кейін құрғақ тұзға концентрацияланған азот ( $\text{HNO}_3$ ) және фторлы су қышқылдарының (HF) көмегімен үлгілердің қышқылдық ыдырауы жүргізілді. Құрғақ тұзға дейін кептірілгеннен соң, процесс қайталанды. Қалған сулы тұз үш рет концентрлі азот қышқылымен өңделді. Тефлон ыдысқа (7M  $\text{HNO}_3$ ) азот қышқылы қосылып, тұзы ерітілді. Кезеңімен жүргізілген қышқылдық ерітулерден қалған ерітінді қағаз фильтрмен сүзілді. Сүзілген ерітіндіні бөлгіш шыны ыдысқа ауыстырып, трибутилфосфат, азот қышқылы, фторлы су қышқылдарын, тазартылған суды кезегімен қосып шайқау арқылы экстракция жүргізілді (сурет б).



Сурет 6- Зерттелетін үлгіден дайындалған ерітіндіні экстракциялау кезеңі

Экстракциядан қалған ерітінді, құрғақ тұзға дейін кептірілді. Құрғақ тұзға азот қышқылы, трилон Б, аммоний хлориді, қымыздық қышқылды аммоний қосылып, электролиздеу әдісіне арналған ерітінді дайындалды. Болат дискі спиртпен сүртіліп, ұстағышқа орналастырылғаннан кейін, ұяшыққа ерітінді құйылып, электролиттік тұндыру әдісімен болат дискте есептеу үлгісі дайындалды. Талданатын үлгілер үшін электролиттік тұндыруға ұзақтығы 30-дан 45 минутқа болатын 1А ток күші берілді.

Электролиттік тұндыру арнайы электролиттік ұяшықтарда жүргізілді. Электролиттік ұяшықтың құрамына мыналар кіреді:

- платина электроды (анод);
- фторопласт ыдысы;
- ұяшық негізі (катод);
- субстрат (электролиттік тұндыру тікелей жүргізілетін төмен фонды тот баспайтын болаттан жасалған диск);
- амперметр бар айнымалы ток түзеткіші;
- тұрақты ток көзі.

Электролиздеу кезінде ерітіндінің  $8 < \text{pH} < 9$  аралығында болуы бақыланып отырды. Электрлік тұндыру аяқталғаннан кейін диск ұстағыштан алынып, тазартылған сумен жуылып, кептірілді. Құрғақ дисктер альфа-спектрометрдің вакуумдық камерасына орналастырылып өлшенді (сурет 7).



Сурет 7- Зерттелетін үлгілерді альфа-спектрометрде өлшеу барысы

Дискілер «Прогресс-альфа» спектрометрінде өлшенді. Альфа-спектрометр «Прогресс» бағдарламалық кешенімен қамтамасыз етілген. Зерттеу жұмыстары «радиохимиялық дайындығы бар альфа-спектрометриялық әдіспен топырақ, грунт, шөгінділер, тау жыныстары мен құрылыс материалдарының үлгілерінде уран изотоптарының ( $^{234}$ ,  $^{238}$ ,  $^{235}$ ) үлестік белсенділігін өлшеу әдістемесі» KZ.07.00.03550-2017 талаптарына сәйкес жүргізілді [75].

Альфа-спектрометрдегі өлшеу нәтижелері әдістемеде көрсетілген есептеулерге сәйкес өңделді. Әдістемедегі өлшеу нәтижесі өлшеу белгісіздігін ( $P = 0,95$ ) бағалаумен есептелетін үлгідегі уран изотоптарының ( $^{234}$  U,  $^{238}$  U) белсенділігі болып табылады. Үлгілердегі уран изотоптарының үлестік белсенділігі  $A^i$  [Бк/кг] формулаға сәйкес анықталады:

$$A^i = \frac{A_{\text{еү}}^i}{M} \quad (1)$$

мұндағы  $A_{\text{еү}}^i$  [Бк] - есептелетін үлгідегі уранның  $i$ -ші изотопының белсенділігі;

$M$  [кг] - талдау үшін алынған үлгі массасы.

$$A_{\text{еү}}^i = \frac{S^i \cdot A_0}{S_{\text{инд}}} \quad (2)$$

мұндағы  $S^i$  және  $S_{\text{инд}}$  - сәйкесінше фондық импульстарды шегергендегі спектрограммадағы уранның  $i$ -ші изотопының және  $^{232}\text{U}$  радиоизотоптық индикаторының шыңдарының ауданы;

$A_0$  [Бк] - үлгілерге қосылған  $^{232}\text{U}$  радиоизотоптық индикаторының белсенділігі.

$S^i$  және  $S_{\text{инд}}$  параметрлері автоматты түрде анықталады және есептеу үлгісін өлшеу кезінде қолданылатын альфа-спектрометрдің бағдарламалық жасақтамасымен монитор экранына шығарылады.

Өлшеу нәтижесі келесідей көрінеді:

$$A^i \pm U_A^i \quad (3)$$

мұндағы  $U_A^i$  өлшемдердің абсолютті белгісіздігі ( $P = 0,95$ ).

$$U_A^i = u_A^i \cdot A^i \quad (4)$$

$u_A^i$  -өлшеу нәтижесінің салыстырмалы белгісіздігі келесідей анықталады:

$$u_A = \sqrt{u_{st}^2 + \sum_j u_{\delta j}^2} \quad (5)$$

$u_{st}$  - өлшеудің статистикалық белгісіздігі ( $P = 0,95$ );

$u_{\delta j}$ -өлшеу құралдары мен әдісінің қателіктеріне байланысты белгісіздіктер.

Әдістеме талаптарын сақтау кезінде:

$$u_{\delta j} = \delta_j \quad (6)$$

Өлшеудің статистикалық белгісіздігі ( $P = 0,95$ ) формула бойынша есептеледі:

$$\delta_{st} = u_{st} = \sqrt{(\delta)^2 + (\delta_{инд})^2} \quad (7)$$

мұндағы  $(\delta)^2$ ,  $\delta_{инд}$  анықталатын уран изотопы мен  $^{232}\text{U}$  шыңдардың аудандарын өлшеудің статистикалық белгісіздіктері.

$(\delta)^2$ ,  $\delta_{инд}$  мәндері өрнектерден анықталады:

$$\delta^2 = \frac{2}{\sqrt{S}}, \quad \delta_{инд} = \frac{2}{\sqrt{S_{инд}}} \quad (8)$$

*Өсімдіктердегі радионуклидтерді жинақтау коэффициентін бағалау әдісі*

Өсімдік үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшерін бағалау жинақтау коэффициентін есептеу арқылы жүргізіледі. Жинақтау коэффициенті топырақтар мен өсімдіктердегі радионуклидтердің үлестік белсенділігі негізінде есептеледі. Ол төмендегі формула түрінде есептеледі[76]:

$$K_{ж} = \frac{\text{өсімдік үлгілеріндегі радионуклидтердің үлестік белсенділігі (Бк/кг)}}{\text{топырақ үлгілеріндегі радионуклидтердің үлестік белсенділігі (Бк/кг)}} \quad (9)$$

## 2.5 Статистикалық анализ әдістері

Биостатистика–көптеген ғылым салаларында зерттеулердің нәтижелерін статистикалық өңдеумен байланысты білім саласы. Биологияда биостатистика зерттеуге алынған мәліметтерді жинақтау кезінде, алынған нәтижелерді салыстыруда, жүйелі түрде талдауда және қорытынды жасау кезінде қолданылады.

Диссертациялық жұмыс кезінде зерттеу нәтижелерін статистикалық өңдеу *Прогресс* және *Microsoft Excel* бағдарламалары ұсынатын құжаттар пакетін және *Statistica 8.0*, *StatTech* бағдарламалық құралын қолдана отырып жүргізілді. Бағдарламалық құрылғылар арқылы алынған мәндердің стандартты ауытқуларын, медиана және модасын, максималды және минималды мәндерін анықталды. Зерттелген мәндерді салыстыру үшін тәуелсіз таңдамаларға арналған статистикалық гипотезаларды тексерудің параметрлік Стьюденттің t-

критерийі қолданылды. Зерттелетін көрсеткіштер арасындағы байланысты анықтау үшін Пирсонның корреляция коэффициенті қолданылды [77].

Стьюденттің t-критерийін екі таңдамадағы орташа мәндердің теңдігін тексеруге байланысты қолданылады.  $p < 0,01$  мәні статистикалық маңызды деп саналады.

### 3 ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ НӘТИЖЕЛЕРІ

#### 3.1 Зерттеу аймағының радиациялық жағдайы

Солтүстік Қарамұрын және Оңтүстік Қарамұрын уран кен орындары Қарамұрын кен алқабының солтүстік-батыс бөлігінде Сырдария уран кені провинциясының Шиелі депрессиясының орталық бөлігінде орналасқан.

№ 6 кен басқармасы (бұдан әрі-РУ-6) 1983 жылы Солтүстік Қарамұрын кен орнын жерасты ұңғымалық шайалау әдісімен игеру үшін құрылған, 2000 жылдан бастап РУ-6 құрамына Оңтүстік Қарамұрын кен орны енгізілген. Қарамұрын уран кен орнының шекаралары 8-суретте көрсетілген.



Сурет 8- Солтүстік және Оңтүстік Қарамұрын кен орындарының орналасу картасы [78]

Жалпы Солтүстік Қарамұрын кен орнының тау-кен бөлу алаңының ауданы 13,2 км<sup>2</sup> құрайды.

Кен орны барлық жағынан ауылшаруашылық жерлерімен шектеседі. Кен орнының шекарасына бірнеше елді мекендер: солтүстік-шығысынан 3,8 км қашықтықта Шиелі ауылы, шығысынан 2,8 км қашықтықта Ақмая ауылы және батыстан 4 км қашықтықта Бидайкөл ауылы орналасқан.

Оңтүстік Қарамұрын кен орнының тау-кен бөлу алаңының ауданы 46,22 км<sup>2</sup> құрайды. Кен орнының шекарасына бірнеше елді мекендер: батысынан 6 км қашықтықта Ақтам ауылы, солтүстік-шығыстан 2,8 км қашықтықта Ақмая ауылы орналасқан. Оңтүстіктен кен орнының аумағы Сырдария өзенімен шектеседі [79].

Облыстың қарастырылып отырған бөлігінің негізгі шаруашылығы-жайылымдық мал шаруашылығы, суармалы егіншілік, соның ішінде күріш егу шаруашылығы (сурет 9,10).



Сурет 9- Кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлерде орналасқан күріш алқаптары

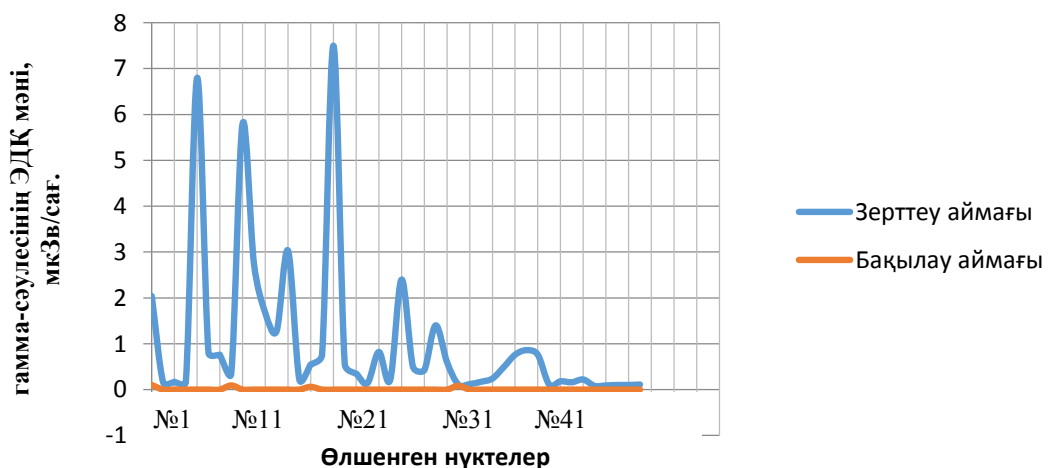


Сурет 10- Кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлерде орналасқан жайылымдық алқаптар

Зерттеу жұмысы Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерде жүргізілді. Бақылау аймағы ретінде негізгі зерттеу аймағынан 20 км арақашықтықта орналасқан Төмен Арық елді мекеніне жақын орналасқан жерлер таңдалып алынды. Бұл жерлерде гамма-сәулесінің ЭДҚ орташа мәні 0,08 мкЗв/сағ болды.

Жаяу гамма-түсірілімдер жүргізу кезінде Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлердегі 44 нүктесінде гамма-сәулесінің ЭДҚ мәні анықталды (сурет 11).

Сурет 11- Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлердегі гамма-түсірілімдердің нәтижелері, мкЗв/сағ.



Жаяу гамма-түсірілімінің нәтижелері бойынша Қызылорда облысындағы Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден 1м биіктікте өлшенген гамма-сәулесінің ЭДҚ мәні 2,5-7,5 мкЗв/сағ. дейін ауытқыды. Бұрынғы уран бұрғылау орындары орналасқан жерлерде



гамма-сәулесінің ЭДҚ мәні жоғары болатын шамамен көлемі 38м<sup>2</sup> аймақты алып жатқан радиоактивті-ластанған жерлер анықталды. Бақылау аймағында өлшенген гамма-сәулесінің орташа мәні 0,08 мкЗв/сағ болса, Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлердегі гамма-сәулесінің ЭДҚ орташа мәні 1,06 мкЗв/сағ. болды. Жаяу гамма-түсірілімдердің нәтижелерін салыстыра келе, зерттеу аймағының гамма-сәулесінің ЭДҚ орташа мәні бақылау аймағының гамма-сәулесінің ЭДҚ орташа мәнінен 13 есе жоғары екендігі анықталды.

### 3.2 Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшері

Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймақтан тыс жерлерде гамма-сәулесінің эквивалентті доза қуатының жоғары мәндері тіркелген радиоактивті-ластанған жерлер анықталып, бұл жерлерден зертханалық радиохимиялық және радиоспектрометриялық әдістермен радионуклидтердің мөлшерін зерттеп, бағалау үшін 20 топырақ үлгілері алынды (5 кесте).

Кесте 5- Гамма-сәулесінің эквивалентті доза қуаты, мкЗв/сағ.

Өлшенген жерлер	Үлгілердің шифры	Топырақтың түрі	Географиялық координаттары	Гамма-сәулесінің ЭДҚ, мкЗв/сағ
№1	П-С33 №1 5см	сұр-қоңыр сазды топырақ	44 <sup>0</sup> 06'15,9 066 <sup>0</sup> 47'40,8	0,30±0,09
№2	П-С33 №3 5см	қоңыр сазды топырақ	44 <sup>0</sup> 06'16,2 066 <sup>0</sup> 47'41,1	2,60±0,54
№3	П-Тр 4065/90 5см	сұр-қоңыр сор топырақ	44 <sup>0</sup> 06'21,2 066 <sup>0</sup> 47'36,9	7,50±1,20
№4	П-С33 5см	сұр-қоңыр сазды топырақ	44 <sup>0</sup> 06'13,9 066 <sup>0</sup> 47'36,4	2,50±0,61
№5	П-С33-1 5см	сұр-қоңыр сазды топырақ	44 <sup>0</sup> 06'14,1 066 <sup>0</sup> 47'36,0	1,60±0,43
№6	П тр1294072	сұр-қоңыр сор топырақ	44 <sup>0</sup> 06'36,7 066 <sup>0</sup> 47'64,3	0,90±0,02
№7	П-Сыр Сем	қоңыр құмды топырақ	44 <sup>0</sup> 06'31,2 066 <sup>0</sup> 30'43,9	0,11±0,04
№8	П-жөлек	сұр-қоңыр сор топырақ	44 <sup>0</sup> 16'36,6 066 <sup>0</sup> 22'13,1	0,18±0,05
№9	П-Сыр Сол	қоңыр сазды топырақ	44 <sup>0</sup> 00'59,9 067 <sup>0</sup> 01'16,7	0,10±0,03

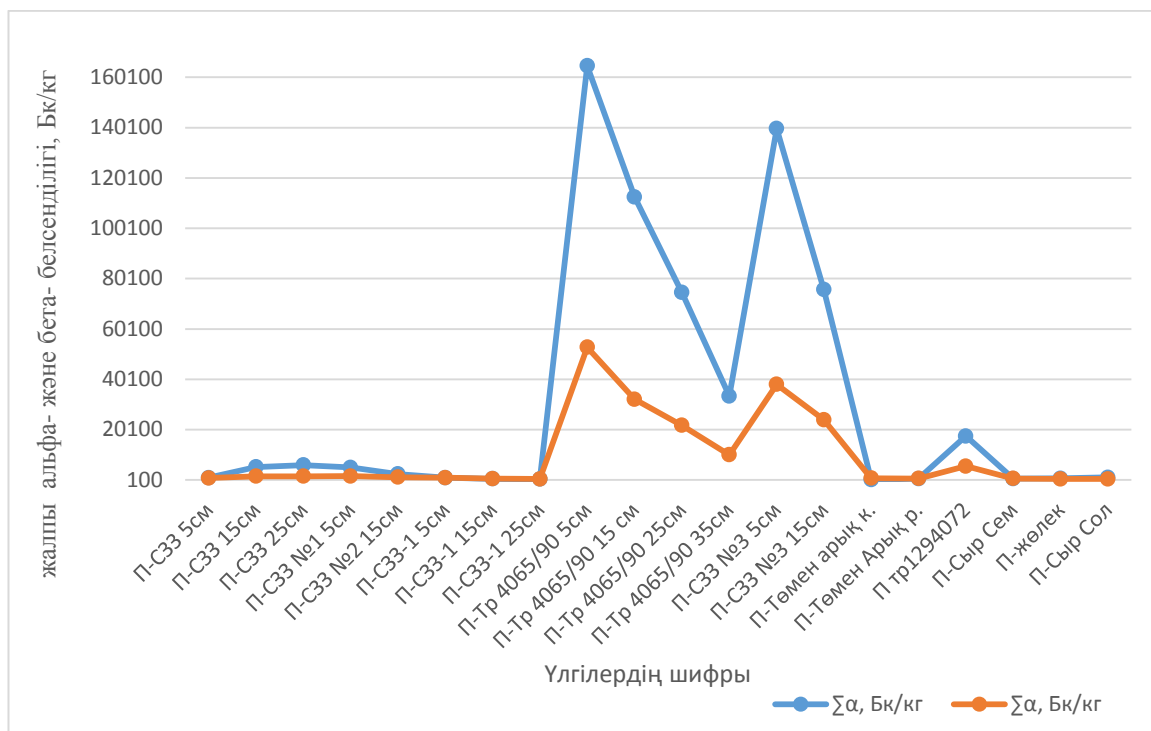
Топырақ үлгілері (5 см тереңдіктегі) алынған жерлердің гамма-сәулесінің ЭДҚ орташа мәні 2±0,4 мкЗв/сағ. аралығында болды.

12-суретте топырақ үлгілеріндегі жалпы альфа- және бета- белсенділігі нәтижелері келтірілген. Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан



тыс жерлердегі топырақ үлгілеріндегі (топырақ бетінен 5см тереңдікте) жалпы альфа- белсенділігі  $979 \pm 326$ -дан  $16\ 4601 \pm 26497$  Бк/кг-ге дейін ауытқып, бақылау аймағынан алынған топырақ үлгілермен салыстырғанда 41 есе жоғары болды.

Топырақтың жалпы бета- белсенділігі радиоактивті-ластанған жерлерде  $851 \pm 216$ -ден  $52842 \pm 8668$  Бк/кг-ге дейін ауытқыды. Бұл көрсеткіш бақылау аймағынан алынған үлгілермен салыстырғанда 13 есе жоғары.



Сурет 12- Топырақ үлгілеріндегі жалпы альфа- және бета- белсенділік, Бк/кг

Зерттеу аймағынан алынған топырақ үлгілеріндегі радионуклидтерді талдау кезінде топырақ үлгілерінде  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  сияқты табиғи радионуклидтердің үлестік белсенділігі зерттелінді (кесте 6).

Кесте 6-Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі (5см тереңдіктегі) радионуклидтердің мөлшері, Бк/кг

Үлгілердің шифры	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$
П-С33 5см	$423 \pm 66^*$	$316 \pm 56^*$
П-С33 №1 5см	$391 \pm 40^*$	$174 \pm 48^*$
П-С33-1 5см	$3252 \pm 341^*$	$1320 \pm 187^*$
П-Тр 4065/90 5см	$14970 \pm 1664^*$	$6797 \pm 836^*$
П-С33 №3 5см	$5437 \pm 443^*$	$2178 \pm 293^*$
П-тр1294072	$862 \pm 130^*$	$557 \pm 101^*$
П-Сыр Сем	$22 \pm 13$	$186 \pm 44$
П-жөлек	$37 \pm 20$	$127 \pm 32$

П-Сыр Сол	41±25	168±41
П-Төмен арық к. (бақылау аймағы)	17±15	114±27
П-Төмен Арық р. (бақылау аймағы)	18±17	133±31

Ескерту. Көрсеткіштерінің статистикалық маңыздылығы: \*  $p < 0,01$

$^{238}\text{U}$  ыдырауының еншілес өнімі болып табылатын  $^{226}\text{Ra}$  топырақ үлгілеріндегі үлестік белсенділігінің орташа мәні бақылау аймағында 17,3 Бк/кг болды. Зерттеу аймағынан алынған топырақ сынамаларындағы  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігінің орташа мәні бақылау аймағынан алынған топырақ сынамаларындағы орташа мәннен 161 есе жоғары болды.

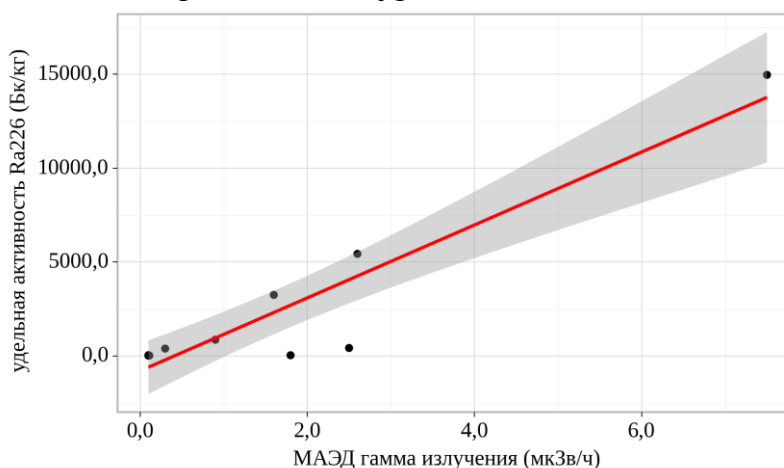
Гамма-сәулесінің ЭДҚ мәнімен топырақ үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігінің өзара байланысына корреляциялық талдау жасалды (кесте 7).

Кесте 7- Гамма-сәулесінің ЭДҚ мәнімен топырақ үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігінің өзара байланысын корреляциялық талдау нәтижелері

Көрсеткіш	Корреляциялық байланыстың сипаттамасы		
	$\rho$	Чеддок шкаласы бойынша байланыстың тығыздығы	$p$
Гамма-сәулесінің ЭДҚ- $^{226}\text{Ra}$ меншікті белсенділігі	0,817	Жоғары	0,002*

\* - көрсеткіштердің айырмашылықтары статистикалық маңызды ( $p < 0,05$ )

Топырақ үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$  меншікті белсенділігінің үлгілердің алынған жерлердің гамма-сәулесінің ЭДҚ өзара байланысын бағалау кезінде жоғары тығызды тікелей байланыс орнатылды (сурет 13).



Сурет 13- Гамма-сәулесінің ЭДҚ көрсеткіштерімен топырақ үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігінің өзара байланысын сипаттайтын регрессиялық функция графигі

Гамма-сәулесінің ЭДҚ 1 мкЗв/сағ артқан кезде  $^{226}\text{Ra}$  меншікті белсенділігінің 1942,403 Бк/кг-ға артуы байқалады. Алынған модель  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігінің бақыланатын дисперсиясын 87,4% түсіндіреді.

Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағына кіретін зерттелетін аумақтардан алынған топырақ үлгілерінде  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділік көрсеткіштерінің орташа мәні 1314 Бк/кг болды. Бақылау аймағынан алынған топырақ үлгілерінде  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігінің орташа мәні 124 Бк/кг болса,  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігінің максималды мәндері санитарлы-қорғалатын аймақта орналасқан ескі ұңғымалардың жанынан алынған топырақ үлгілерінде  $6797 \pm 836$  Бк/кг дейін тіркелді, ал минималды мәндер  $127 \pm 32$  Бк/кг анықталды. Зерттеу аймағынан алынған топырақ үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділік көрсеткіштерінің орташа мәні бақылау аймағындағы орташа мәндерден 11 есе жоғары болды.

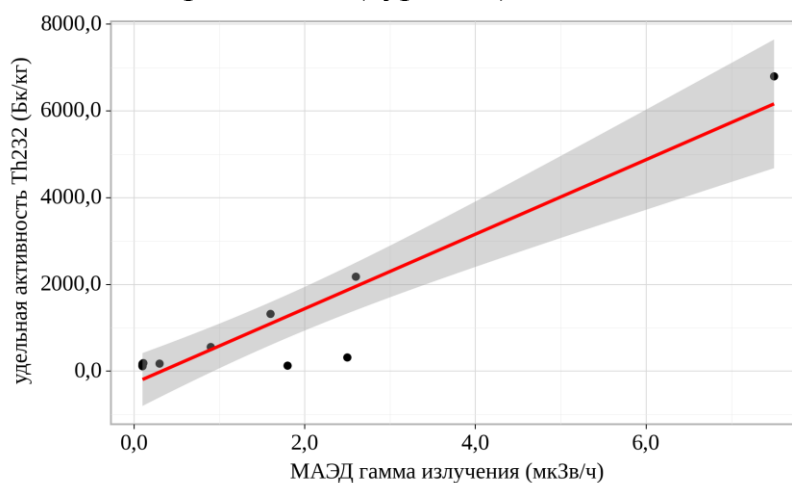
Гамма-сәулесінің ЭДҚ мәнімен топырақ үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігінің өзара байланысына корреляциялық талдау жасалды (кесте 8).

Кесте 8- Гамма-сәулесінің ЭДҚ мәнімен топырақ үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігінің өзара байланысын корреляциялық талдау нәтижелері

Көрсеткіш	Корреляциялық байланыстың сипаттамасы		
	$\rho$	Чеддок шкаласы бойынша байланыстың тығыздығы	$p$
Гамма-сәулесінің ЭДҚ- $^{226}\text{Ra}$ меншікті белсенділігі	0,734	Жоғары	0,010*

\* - көрсеткіштердің айырмашылықтары статистикалық маңызды ( $p < 0,05$ )

Топырақ үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігінің үлгілердің алынған жерлердің гамма-сәулесінің ЭДҚ өзара байланысын бағалау кезінде жоғары тығызды тікелей байланыс орнатылды (сурет 14).



Сурет 14- Гамма-сәулесінің ЭДҚ көрсеткіштерімен топырақ үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігінің өзара байланысын сипаттайтын регрессиялық функция графигі

Гамма-сәулесінің ЭДҚ 1 мкЗв/сағ артқан кезде  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігінің 858,885 Бк/кг-ға артуы байқалады. Алынған модель  $^{232}\text{Th}$  меншікті белсенділігінің 88,2% бақыланатын дисперсиясын түсіндіреді.

Зерттелетін аумақтардың топырақтарын радиоспектрометриялық талдау кезінде алынған  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  радионуклидтерінің үлестік белсенділігінің орташа мәндері Қазақстан топырақтары үшін алынған үлестік белсенділігінің орташа мәндерімен салыстырылды (кесте 9)

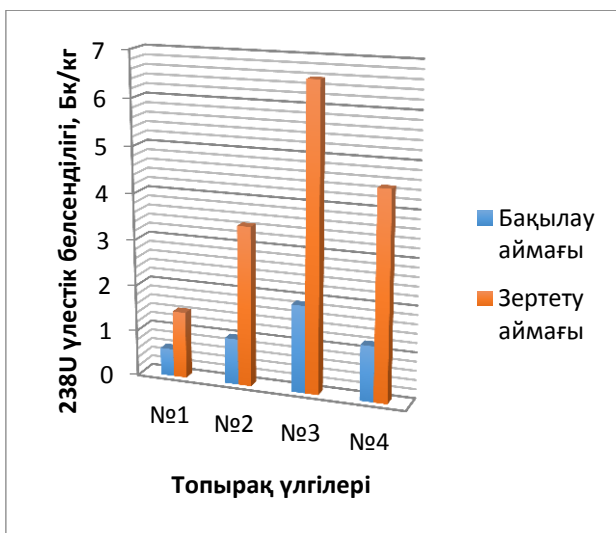
Кесте 9- Қазақстан топырағындағы радионуклидтердің үлестік белсенділігі, Бк/кг [80]

Шекті мәндері	Радионуклидтердің үлестік белсенділігі, Бк/кг	
	$^{226}\text{Ra}(^{238}\text{U})$	$^{232}\text{Th}$
Максималды мәні	120	220
Орташа мәні	37	60
Минималды мәні	12	10

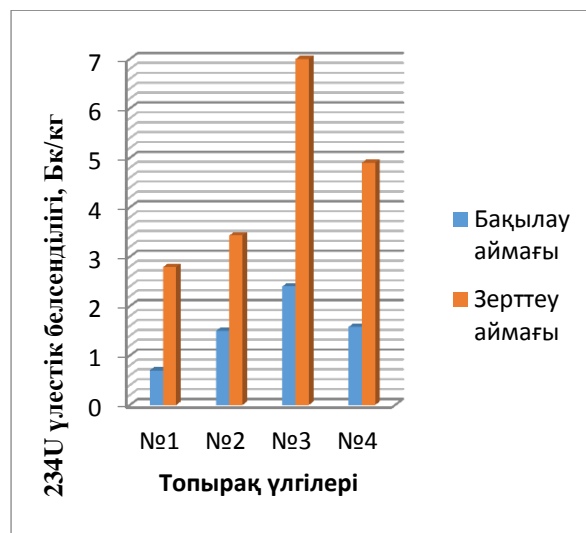
Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі радионуклидтердің үлестік белсенділіктерінің орташа мәндері республикалық орташа мәндерден жоғары анықталды. Бақылау аймағынан алынған топырақ үлгілері үшін  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігі орташа республикалық мәннен аспады, ал зерттеу аймағынан алынған үлгілерде  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігінің орташа мәні республикалық орташа мәннен 76 есе жоғары болды.

Бақылау аймағының өзінде топырақ үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігі орташа республикалық мәннен жоғары, ал максималды республикалық мәннен төмен шектерде болды. Зерттеу аймағындағы топырақ үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігінің орташа мәні республикалық орташа мәннен 22 есе жоғары екендігін көрсетті.

Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  үлестік белсенділігі анықталды (сурет 15,16).



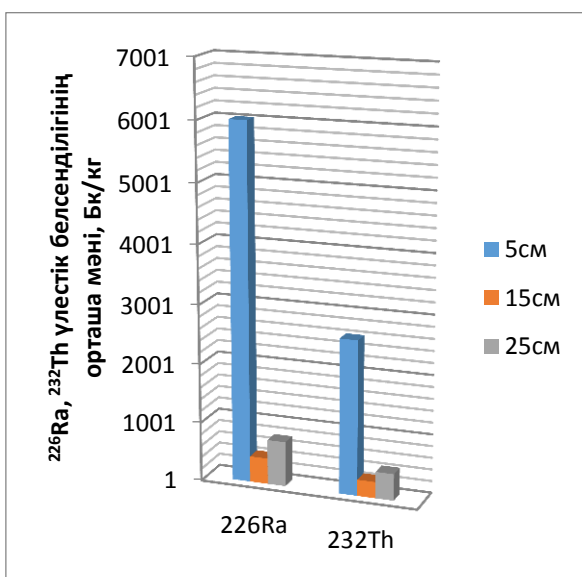
Сурет 15- Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі  $^{238}\text{U}$  үлестік белсенділігі, Бк/кг



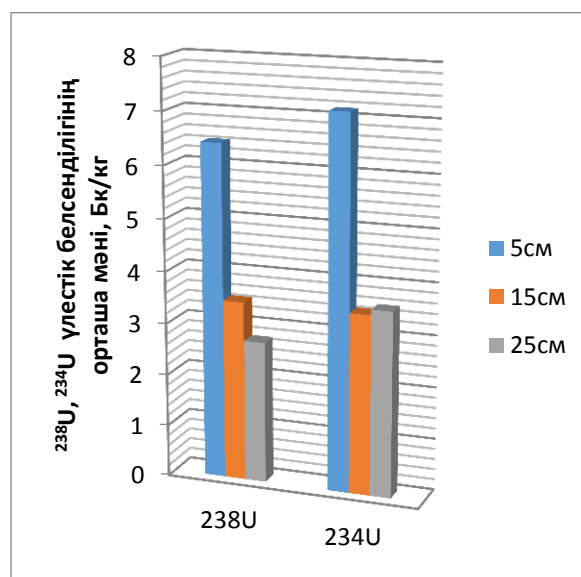
Сурет 16- Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі  $^{234}\text{U}$  үлестік белсенділігі, Бк/кг

Топырақ үлгілеріндегі  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  үлестік белсенділігі бақылау аймағында 0,6-2,4 Бк/кг аралығында болса, зерттеу аймағында 1,5-7 Бк/кг болды, яғни зерттеу аймағынан алынған топырақ үлгілеріндегі уранның үлестік белсенділігі бақылау аймағына қарағанда 3 есе жоғары анықталды. Топырақ үлгілеріндегі  $^{238}\text{U}$  үлестік белсенділігі орташа республикалық мәннен 9есе төмен болды.

Топырақ қабаттарының тереңдігі бойынша радионуклидтердің вертикалды таралуын зерттеу үшін талдаулар жүргізілді (сурет 17-18).



Сурет 17-  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  топырақ профілінің тереңдігі бойынша таралуы, Бк/кг



Сурет 18-  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  топырақ профілінің тереңдігі бойынша таралуы, Бк/кг

Радиоактивті-ластанған жерлерден алынған топырақ үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  радионуклидтердің максималды мәндері топырақтың жоғарғы 0-5 см-ге дейінгі қабатында байқалды, бұл басқа зерттеу жұмыстары кезінде анықталған мәліметтерге сай болды. Мәселен, әдебиеттерде техногендік ластану орындарында табиғи радионуклидтердің егістік топырақтың 0-25 см қабатында болатынын, ал радионуклидтердің 90%-дан астамы топырақтың 5см-ге дейінгі тереңдігінде кездесетінің көрсеткен [81,82]. Бұның себебі топырақ түзуші қосылыстардың ерекшеліктерімен қатар, атмосферадан радиоактивті заттардың топырақтың беткі қабатына түсуі арқылы беттік ластанудың әсерінен болуы мүмкін.

Сонымен, зерттелетін аумақтардың гамма-спектрометриялық зерттеулерінің нәтижелері гамма-сәулеленудің ЭДҚ деңгейі және топырақтағы құрамы бойынша радионуклидтердің үлестік белсенділігі бақылау аймағынан жоғары екенін көрсетеді.

### **3.3 Солтүстік Қарамұрын уран кен орны аймағында өсетін өсімдіктердің түрлері**

Зерттелген аймақта өсімдік жамылғысының алуантүрлілігі айқындалды. Бұл аймақ жоғары температурамен, ылғалдың аздылығы және топырағының тұздылығы тән болғандықтан, бұл факторлар өсімдіктердің алуантүрлілігіне әсер етеді. Басым көпшілігі құрғақ климат пен ыстыққа төзімді ксерофиттермен қатар, тұзға төзімді галофиттер де өседі [79].

Жалпы уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерде кездесетін өсімдіктердің негізгі түрлерін жіктеуге болады:

- ағаштар - ақ және қара сексеуілдер;
- бұталар – сексеуіл, құмды акация, жыңғыл, жусан, жүзгін;
- жартылай бұталы өсімдіктер – қияк, қарағай сарсазан;
- фреатофиттер – түйе тікенегі, әртүрлі тікенектер, аристидтер;
- галофит – бұзаубас соран;
- ксерофиттер – қияк, жуашықты қоңырбас.

Монотонды климаттық жағдайларына қарамастан, табиғи өзгермеген өсімдіктер қауымдастығының құрамы біркелкі емес. Бұл, ең алдымен, топырақтың механикалық құрамына, сондай-ақ тез еритін тұздардың пайда болу тереңдігіне байланысты.

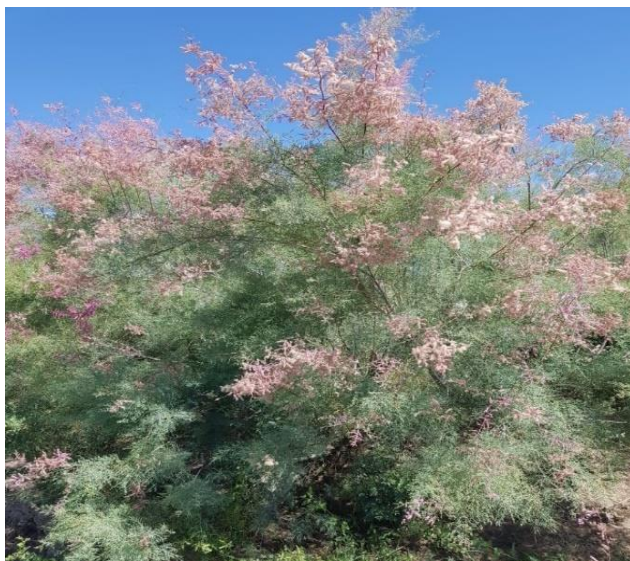
Сонымен қатар, облыс ұзақ вегетациялық кезеңмен сипатталады (температура  $+5^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары), ол 191-200 күн, ал белсенді вегетациялық кезең (температура  $+10^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары)-164-173 күн. Көктемде жауын-шашын 41,6 мм немесе жылдық норманың 30,3% құрайды. Алайда, жоғары температура, жауын-шашынның тұрақсыздығы, желдің күшеюі, айтарлықтай булану ерте көктемгі құрғақшылықтың пайда болуына ықпал етеді.

Негізгі кен орнының едәуір бөліктері саздан, сұр-қоңыр шөлді сазды топырақтан, сұр-қоңыр шөлді құмды топырақтан, саздақтан тұратын сор, сор

сортаңдарындағы көкпек, қара жусан-көкпек өсімдіктері бар салыстырмалы түрде аласа жазықтардың шөл ландшафттарына жатады.

Оңтүстік Қарамұрын кен орнының оңтүстік бөлігі аллювиалды-шалғынды топырақтағы саздақтардан, тоғайлы құмдардан тұратын жайылмалы ландшафттарына жатады [79].

Сырдария өзенінің жағасында-аллювиалды-шалғынды, тұзды топырақтар шалғынды өсімдіктермен жиі жабылған, сирек түрде тоғайлы ормандар мен биіктігі 3 м-ге жететін тамариск, жиде, тораңғы, шеңгел бұталары кездеседі, ал өзеннің жағалау бойында қамыс кең таралған (сурет 19,20).



Сурет 19- Тамариск (*Tamarix L.*)

Сурет 20- Шеңгел (*Halimodendron*)

Сондай-ақ, уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерде өсетін негізгі доминантты өсімдіктерге жатады: қызылмия (*Glycyrrhiza glabra L.*), ақбасшөп (*Karelinia caspia (Pall.) Less.*), құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius L.*), баялыш (*Salsola arbuscula*), жусан (*Artemisia s. A. pauciflora*, *A. lerchiana*), күзгін қоянсүйек (*Ammodendron bifolium*) жүзгін бұталары және т.б.

Негізгі су көзі болатын Сырдария өзені жағалауында өсетін жантақ (*Alhagi pseudalhagi (M. Bieb.) Desv. ex Wangerin*), қамыс (Қамыс (*Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud.*), дала шырмауығы (*Convolvulus arvensis L.*), мортық (*Eremopyrum*), кәдімгі сарысоюу (*Xanthium strumarium L.*), жыңғыл (*Tamarix ramosissima Ledeb*) айқындалды (сурет 21-24).





Сурет 21- Жантақ (*Alhagi pseudalhagi* (M. Bieb.) Desv. ex Wangerin)



Сурет 22- Кәдімгі сарысою (*Xanthium strumarium* L.)



Сурет 23- Дала шырмауығы (*Convolvulus arvensis* L.)



Сурет 24- Жусан (*Artemisia* s.)

Осы жұмыс аясында Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлерде радиоактивті ластанған жерлерді зерттеу үшін өсімдіктердің 4 түрі талданды: ақбасшөп (*Karelinia caspia* (Pall.) Less.), құм ебелегі (Құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius* L.)), қызылмия (*Glycyrrhiza glabra* L.), қамыс (Қамыс (*Phragmites australis*) (Cav.) Trin. ex Steud.). Зерттеуге алынған өсімдіктердің систематикалық жүйелері 10-шы кестеде көрсетілді.

Кесте 10- Зерттеу аймағында кездесетін доминатты өсімдіктер түрлерін жіктеу [83-86]



	<i>Glycyrrhiza glabra L.</i>	Қамыс ( <i>Phragmites australis</i> ) (Cav.) Trin. ex Steud.	<i>Karelinia caspia</i> (Pall.) Less.	<i>Ceratocarpus arenarius L.</i>
Бөлім	<i>Magnoliophyta</i>	<i>Magnoliophyta</i>	<i>Magnoliophyta</i>	<i>Magnoliophyta</i>
Класс	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Liliopsida</i>	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Magnoliopsida</i>
Қатар	<i>Fabales</i>	<i>Poales</i>	<i>Asterales</i>	<i>Caryophyllales</i>
Тұқымдас	<i>Fabaceae</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Chenopodiaceae</i>
Туыс	<i>Glycyrrhiza</i>	<i>Phragmites</i>	<i>Karelinia</i>	<i>Ceratocarpus</i>
Түр	<i>glabra L.</i>	<i>australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	<i>caspia</i> (Pall.) Less.	<i>arenarius L.</i>

Таңдалған өсімдіктер медицинада қолданылатынын атап өткен жөн. Ақбасшөп (*Karelinia caspia*(Pall)Less) - Asteraceae тұқымдасына жататын биіктігі 30-дан 60 см-ге дейін жететін көпжылдық галофит өсімдік, фармакологиялық белсенді қосылыстардың негізгі көздері болып табылады. Оның тегіс сызықты жапырақтары орналасқан тік сабағы бар. Ақбасшөптің гүлдері себеттектес гүлшоғырына ие. Гүлдер сары, қызғылт сары немесе қызыл болуы мүмкін[87].

Ақбасшөп құрғақ және жартасты жерлерде, құмды топырақтарда және дала шалғындарында өседі. Ол ыстық және құрғақ климатқа жақсы бейімделеді. Ақбасшөп Қазақстанда, Орталық Азияда, Кавказда және Еуропаның кейбір аймақтарында кездеседі. Өсімдік тұзды топырақтарда және құрғақ тұзды батпақтарда да өседі. Ол жоғары температура мен төмен ылғалдылыққа төзімді. Қатаң жағдайларға бейімделу қабілетіне байланысты ақбасшөп дала мен шөлейт флораның көрсеткіші болып табылады[88].

Ақбасшөп (*Karelinia caspia*(Pall)Less) халықтық медицинада гипогликемиялық агент ретінде қолданылады. Өсімдіктен алынған құрғақ сығындыдан әзірленген препараттар қант диабетін емдеуде қолданылады[89] (сурет 25).



Сурет 25- Ақбасшөп (*Karelinia caspia*(Pall)Less)

Қызылмия – бұршақ тұқымдасына (*Fabaceae*) жататын көпжылдық шөптесін өсімдік. Сабағының биіктігі 50-150 см, жаздың соңына қарай ағаш тәрізді өседі. Сабақтары көп, тармақталған тамыр жүйесімен байланысқан. Бұл тамыр жүйесінің көмегімен жер үсті бөлігінен бірнеше есе үлкен мия топырақтың терең қабаттарынан суды алуға қабілетті, бірақ сонымен бірге ол өзендердің және су қоймаларының жағалауларын, оның ішінде тұзды жерлерде де жақсы өседі. Жапырақтары түйіршіктелген, ұзындығы 5-20 см. Қызылмия тамырының жер асты массасы өсімдіктің жер үсті массасынан айтарлықтай асып түседі. Жер асты органдары жақсы дамыған, жер астында тік және көлденең тамырлар мен өркендердің күрделі желісін құрайды[90].

Қызылмия (*Glycyrrhiza glabra*) медицинада тыныс алу жолдарының ауруларын емдеуде қолданылады [91]. Оның муколитикалық (қақырықты сұйылтатын) және жөтелге қарсы әсері бар. Сондай-ақ, қызылмия қан ұйығыштығын күшейтіп, антикоагулянттардың әсерін әлсіретуі мүмкін (сурет 26).



Сурет 26- Қызылмия (*Glycyrrhiza glabra*)

Қамыс (*Phragmites australis*) - гүлді өсімдіктердің кең таралған түрлерінің бірі. Ол әртүрлі климаттық аймақтарда, соның ішінде қоңыржай, субтропикалық және тропикалық аймақтарда кездеседі. Қамыс көбінесе қалың бұталарды құрайды және үлкен аумақтарды қамтиды, әсіресе жағалаудағы тұщы және тұзды су қоймаларында, өзендерде, көлдерде, батпақтарда және сулы-батпақты жерлерде. Бұл өсімдік ылғалды жағдайларға бейімделген және толығымен су басқан жерлерде де, топырақ ылғалдылығы жоғары жерлерде де өсе алады. Қамыс органикалық заттарға бай құнарлы топырақты жақсы көреді, бірақ сонымен бірге құмды немесе сазды топырақтарда өседі. Ол судың тұздылығының әртүрлі деңгейлеріне шыдай алады, бұл оның тұщы және тұзды сулы ортада өсуіне мүмкіндік береді. Қамыстың гүлденуі шілде-тамыз айларында болады. Олар су бетінен жоғары көтерілетін үлкен тармақталған гүлшоғырларда жиналған көптеген гүлдерден тұрады[92].

Қамыс препараттары антипиретикалық, диуретикалық, диафоретикалық, қабынуға қарсы, витаминдік қасиеттерге ие[93] (сурет 27).



Сурет 27- Қамыс (*Phragmites australis*)

Құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius* L.) сабағы 5-30 см биіктікке жететін, негізінен тығыз тармақталған біржылдық өсімдік. Жапырақтарының ұзындығы 1-4 см және ені 0,5—2 мм., жіп тәрізді, ұшында күшті үшкір ұшты, сабақта кезектесіп орналасады. Құм ебелегі мамырдан шілдеге дейін гүлдейді, шілде-тамызда жеміс береді. Ол құмды және құмды сазды далаларда, шөлдерде, құрғақ өзен арналарында, жайылымдар мен бос жерлерде өседі. Қазақстанда сазды беткейлерде, құрғақ өзен арналарында, мал жайылымдарында, бақша дақылдарында, егістік жерлерде өседі, кейде темір жол жағалауларында кездеседі[94].

Құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius* L.) дала мен шөлейттерде малдың барлық түрлері үшін жақсы қоректік жем болып саналады[95] (сурет 28).



Сурет 28- Құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius* L.)

Зерттелетін аумақтың өсімдік жамылғысының қазіргі жағдайына және оның даму бағытына табиғи және антропогендік факторлардың әсерін айта кету керек. Зерттеу аймағында өсімдік жамылғысына теріс әсер ететін негізгі табиғи факторларға: климаттық, гидрологиялық және гидрогеологиялық, эдафикалық, антропогендік факторларды жатқызуға болады.

Өсімдік жамылғысына әсер ететін климаттық факторлардың ішінен температура мен желдің жоғарылауы, жауын-шашынның аз мөлшері, құрғақшылық, жоғары булану мөлшері және күн радиациясы әсері өсімдік қауымдастықтарының әртүрлі ауытқуына ықпал етеді.

Гидрологиялық және гидрогеологиялық факторлар жер үсті суларының біркелкі бөлінбеуінде, жер асты суларының түрлі тереңдігінде және минералдануының деңгейіне байланысты.

Эдафикалық факторлар-топырақтағы гумустың мөлшері, су-тұз режимі және механикалық құрамы өсімдіктердің әртүрлілігі мен өнімділігіне әсер етеді.

Антропогендік факторлар өсімдік жамылғысының өзгеруін анықтайды. Зерттелетін аумақ үшін антропогендік әсердің негізгі түрлері ауыл шаруашылығы (жайылымдық және егін шаруашылығы), көлік жолдары, өнеркәсіп орындары болып табылады.

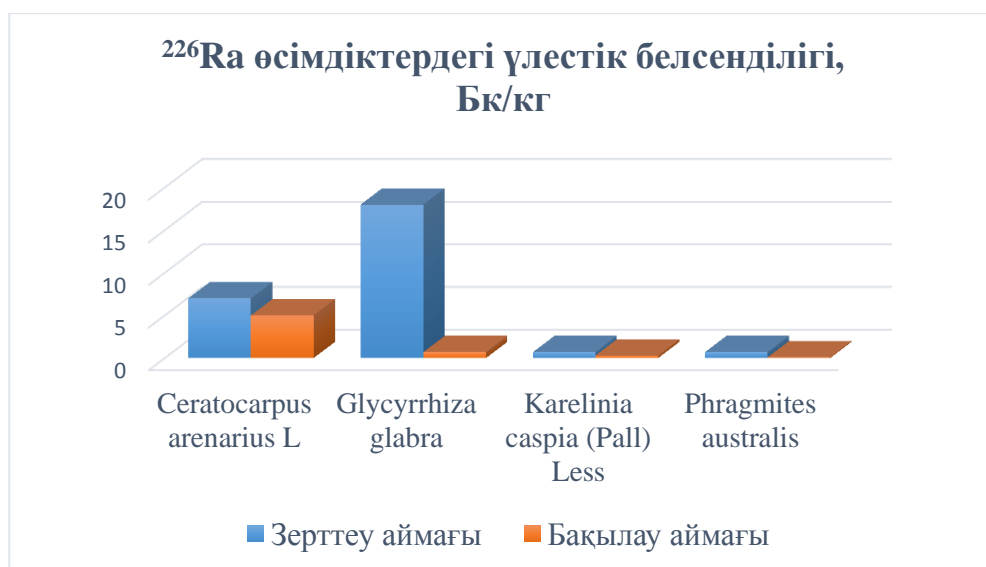
Осылайша, аталған факторлар кешенін ескере отырып санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерде өсетін өсімдіктердің құрамындағы радионуклидтерді талдау өзекті және қажет.

### **3.4 Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден жиналған өсімдіктердің үлгілеріндегі радионуклидтердің мөлшерін бағалау**

Өсімдіктер қоршаған ортаның көрсеткіштерінің бірі болып табылады. Зерттеу аймағынан доминантты өсімдіктердің төрт түрі алынып, олардың жер үсті бөліктері зерттеуге қажетті лабораториялық дайындықтан өткізілді.

Гамма-спектрометриялық зерттеу әдістері арқылы уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлердегі доминантты өсімдіктер үлгілеріндегі радионуклидтердің құрамы анықталды (сурет 29-30).

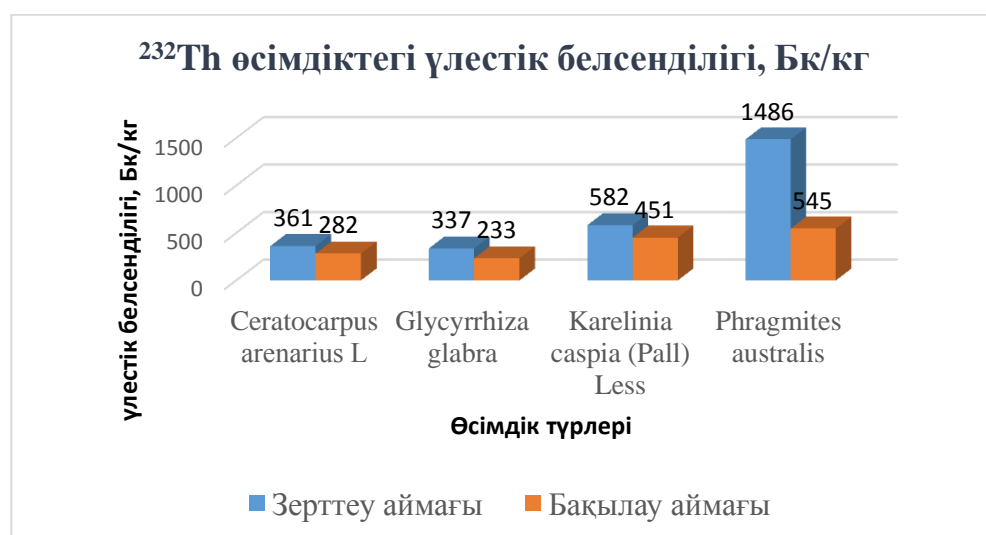




Сурет 29- Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған өсімдік үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігі, Бк/кг

Алынған зерттеу нәтижелерін талдау кезінде өсімдіктердегі радионуклидтердің үлестік белсенділігі кең шектерде өзгертінін көрсетті.

$^{226}\text{Ra}$  максималды үлестік белсенділігі қызылмияда (*Glycyrrhiza glabra*) 18 Бк/кг болды, ал минималды үлестік белсенділігі ақбасшөпте (*Karelinia caspia (Pall) Less*) 0,7 Бк/кг анықталды. Зерттеу аймағынан алынған өсімдіктер үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігінің орташа мәні бақылау аймағынан алынған өсімдік үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$  үлестік белсенділігінің орташа мәнінен 4 есе жоғары болды.

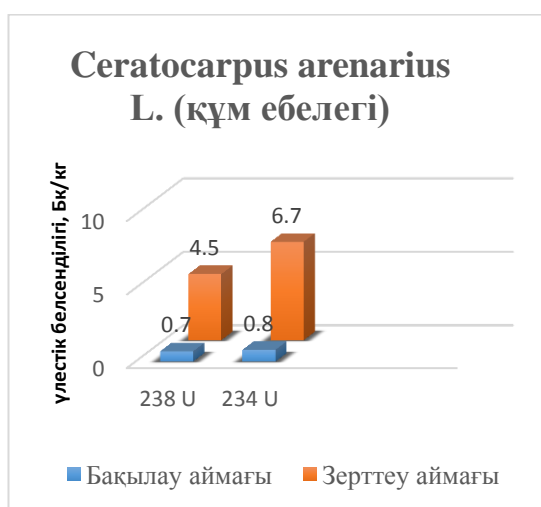


Сурет 30-Уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған өсімдік үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігі, Бк/кг

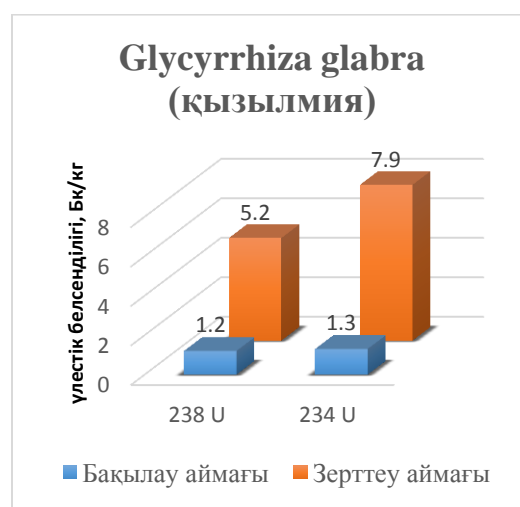
$^{232}\text{Th}$  максималды үлестік белсенділігі қамыс (*Phragmites australis*) 545-1486 Бк/кг анықталса, минималды үлестік белсенділігі қызылмия (*Glycyrrhiza*

*glabra*) 233-334 Бк/кг болды. Бақылау аймағынан жиналған өсімдік үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  орташа үлестік белсенділігі 378 Бк/кг болса, санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден зерттеуге алынған өсімдік үлгілерінде  $^{232}\text{Th}$  орташа үлестік белсенділігі 691 Бк/кг анықталды. Зерттеу аймағынан алынған өсімдік үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігінің орташа мәні бақылау аймағынан алынған өсімдіктердің үлгілеріндегі  $^{232}\text{Th}$  үлестік белсенділігінің орташа мәнінен 1,8 есе жоғары болды.

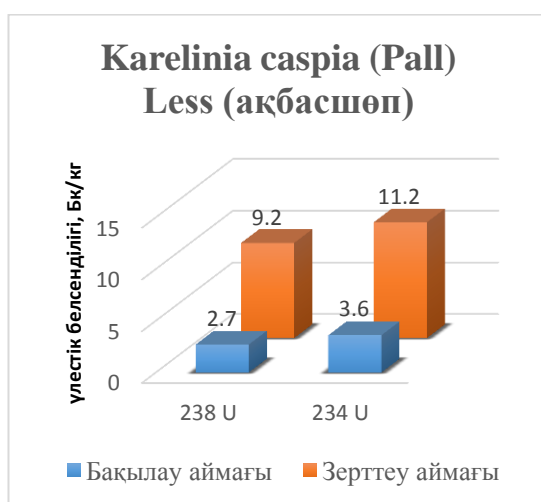
Уран изотоптарының үлестік белсенділігін зерттеу өсімдіктер үлгілерінен радиохимиялық жолмен сынама дайындалып, оларды альфа-спектрометрде өлшеу арқылы анықталды. Альфа-спектрометриялық зерттеулердің мәні әдістемедегі формулаларға сәйкес есептеліп, нәтижелері төмендегі суреттерде көрсетілген.



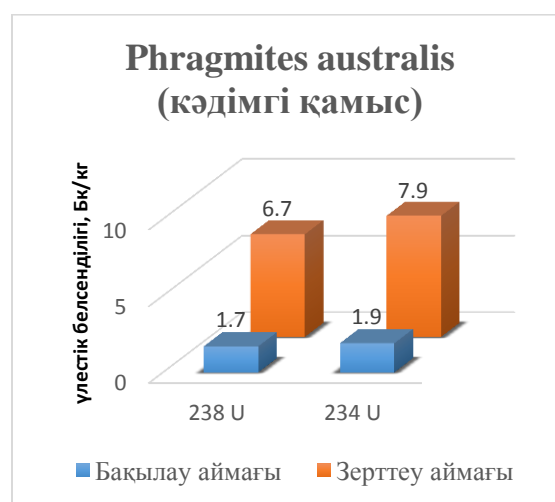
Сурет 31-Құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius L.*)  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  үлгілерінде үлестік белсенділігі, Бк/кг



Сурет 32- Қызылмия үлгілеріндегі (*Glycyrrhiza glabra*)  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  үлестік белсенділігі, Бк/кг



Сурет 33- Ақбасшөп



Сурет 34-Қамыс үлгілеріндегі

үлгілеріндегі (*Karelinia caspia*  
(*Pall*)*Less*)  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  үлестік  
белсенділігі, Бк/кг

(*Phragmites australis*)  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$   
үлестік белсенділігі, Бк/кг

31-34 суреттердегі нәтижелерді талдай келе, өсімдіктердегі уран изотоптарының үлестік белсенділігі кең ауқымда өзгергендігін көрсетеді.  $^{238}\text{U}$  белсенділігі бақылау аймағындағы өсімдік үлгілерінде 0,7-2,7 Бк/кг аралығында өзгерсе, зерттеу аймағынан алынған өсімдік үлгілерінде 4,4-9,2 Бк/кг аралығында анықталды. Яғни уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлерден алынған құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius L.*), қызылмия (*Glycyrrhiza glabra*), ақбасшөп (*Karelinia caspia (Pall) Less*), қамыс (*Phragmites australis*) өсімдіктеріндегі  $^{238}\text{U}$  үлестік белсенділігі бақылау аймағы Төмен Арық елді мекеніне жақын орналасқан жерлерден алынған осындай өсімдік үлгілерінен сәйкесінше 6; 5; 3; 4 есе жоғары болды. Зерттеу аймағынан алынған өсімдіктер үлгілеріндегі  $^{238}\text{U}$  үлестік белсенділігінің орташа мәні бақылау аймағынан алынған өсімдіктердегі  $^{238}\text{U}$  үлестік белсенділігінің орташа мәнінен 4 есе жоғары екендігі анықталды.

$^{234}\text{U}$  үлестік белсенділігі бақылау аймағынан алынған өсімдік үлгілерінде 0,8-3,6 Бк/кг арасында болса, зерттеу аймағынан алынған өсімдік үлгілерінде 6,7-11,2 Бк/кг аралығында анықталды.  $^{234}\text{U}$  үлестік белсенділігі бақылау аймағынан алынған өсімдік үлгілеріне қарағанда, зерттеу аймағынан алынған құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius L.*), қызылмия (*Glycyrrhiza glabra*), ақбасшөп (*Karelinia caspia (Pall)Less*), қамыс (*Phragmites australis*) өсімдіктерінде сәйкесінше 8;6;3;4 есе жоғары болды. Зерттеу аймағынан алынған өсімдіктер үлгілеріндегі  $^{234}\text{U}$  үлестік белсенділігінің орташа мәні бақылау аймағынан алынған өсімдіктердегі  $^{234}\text{U}$  үлестік белсенділігінің орташа мәнінен 4 есе жоғары екендігі анықталды.

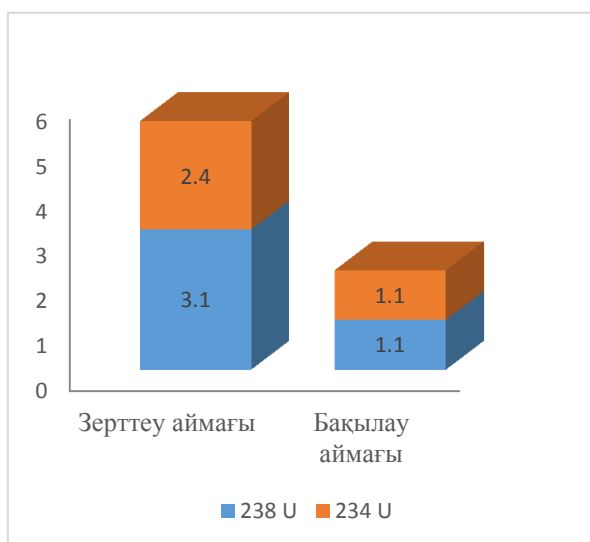
Жалпы алынған нәтижелерді салыстыра келе Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерден алынған өсімдік үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  радионуклидтерінің үлестік белсенділігінің орташа мәні бақылау аймағы Төмен Арық елді мекеніне жақын орналасқан жерлерден алынған өсімдік үлгілеріндегі радионуклидтерінің үлестік белсенділігінің орташа мәнінен  $^{232}\text{Th}$ -2 есе жоғары және  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ - 4 есе жоғары болғаны анықталды. Жалпы өсімдіктердегі радионуклидтердің үлестік белсенділіктерінің ерекшеліктері сыртқы табиғи-климаттық факторларға, топырақ пен минералдардағы радионуклидтердің орналасу формаларына, өсімдіктердің түрішілік ерекшеліктеріне және басқа да көптеген факторларға байланысты деп қорытындылауға болады.

### **3.5 «Топырақ-өсімдік» тізбегіндегі радионуклидтердің миграциясына баға беру**

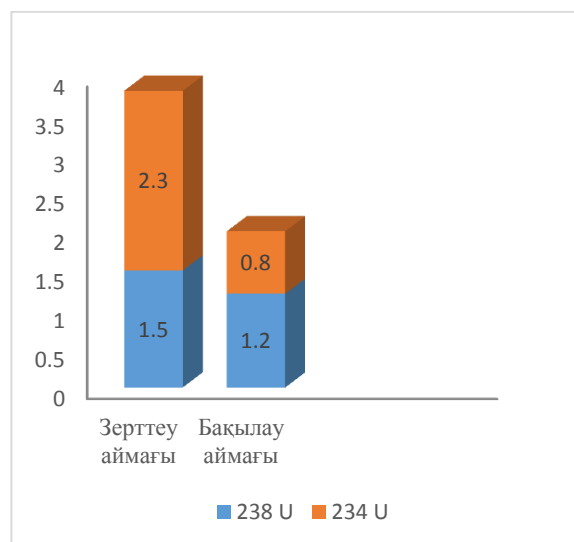
Топырақта әрбір радиоактивті элемент күрделі динамиканы ұстанады, оның концентрациясының бір бөлігі топырақ ерітіндісіне ауысады, ал екінші бөлігі біртіндеп топырақ бөлшектерімен тығыз байланысады.

Бұл радионуклидтердің топырақ ерітіндісіндегі бөлігі тамыр арқылы өсімдіктерге енуі мүмкін. Топырақта болатын және өсімдік метаболизмінде пайдаланылмайтын радионуклидтер олардың радиоактивті сипаттамаларына қарамастан сіңіріледі[96]. Топырақтың табиғи және түсетін радионуклидтермен ластануы үздіксіз радиологиялық әсерге ие, өйткені бұл радионуклидтер адам ағзасына тамақ тізбегі мен ауыз су арқылы енеді. Өсімдіктердің сіңірілуі радионуклидтердің топырақтан адам тағамына ауысуының негізгі себебі болып табылады. Сәулелену көзі өсімдіктердің жеуге жарамды бөліктерінде кездесетін радионуклидтер болуы мүмкін. Кейбір жағдайларда бұл олардың өсімдіктің өсуі үшін пайдаланатын басқа элементтермен химиялық ұқсастығына ықпал етеді. Тамыр сіңіргеннен кейін радионуклидтер өсімдікке олардың өсуі мен көбеюіне қажетті басқа қоректік заттармен немесе минералдармен бірге тасымалданады[97]. Бұл радионуклидтер тамыр жүйесі арқылы өсімдіктің әртүрлі бөліктеріне, соның ішінде ксилема мен флоэмаға ауысады. Олар әртүрлі жеуге жарамды бөліктерде жиналады және тұтынудан кейін сәулеленудің үздіксіз дозасына әкеледі. Сол себепті радионуклидтердің өсімдіктер үлгілерінде жинақталуын анықтау үшін жинақтау коэффициенті қолданылады. Жинақтау коэффициенті азық-түлікті тұтынудың ішкі сәулелену дозасын бағалауда кеңінен қолданылатын маңызды параметрлердің бірі болып табылады.

Зерттеу аймағындағы радионуклидтердің өсімдіктерде жинақталу коэффициенті есептелініп, олардың нәтижелері төмендегі суреттерде көрсетілді.

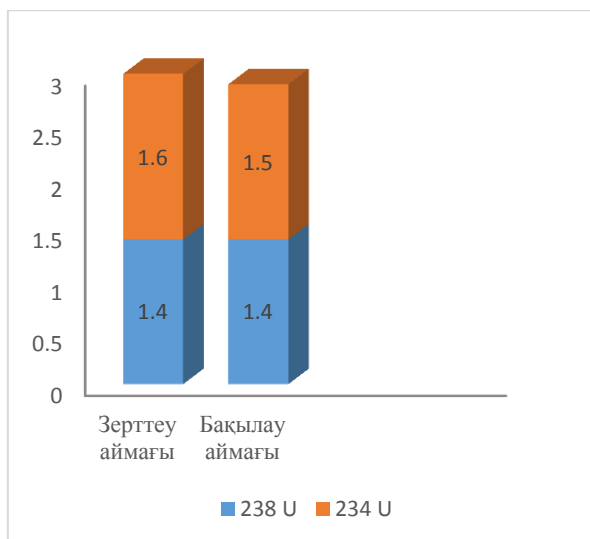


Сурет 35- Құм ебелегінің (*Ceratocarpus arenarius L.*)  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  жинақтау коэффициенті

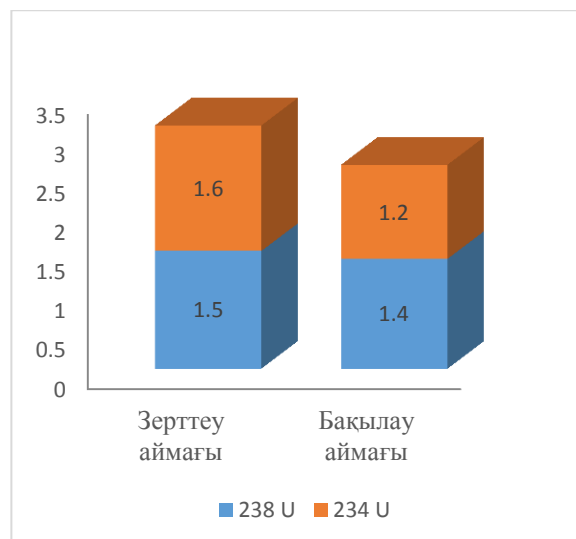


Сурет 36- Қызылмия (*Glycyrrhiza glabra*) үлгілеріндегі  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  жинақтау коэффициенті





Сурет 37- Ақбасшөптің (*Karelinia caspia(Pall)Less*)  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  жинақтау коэффициенті



Сурет 38- Қамыстың (*Phragmites australis*)  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  жинақтау коэффициенті

35-38 суреттерден байқағандай, зерттеу аймағында радионуклидтердің өсімдіктерде жинақтау коэффициенттері бақылау аймағына қарағанда жоғары болды.  $^{238}\text{U}$  жинақтау коэффициентінің мәні бақылау аймағындағы өсімдіктер үшін 1,6-2,4 аралығында болса, зерттеу аймағындағы өсімдіктер үшін 1,4-3,1 аралығында анықталды. Зерттеу аймағындағы өсімдіктер үшін  $^{234}\text{U}$  жинақталу коэффициентінің мәні 1,6-2,4 аралығында болса, бақылау аймағындағы өсімдіктер үшін  $^{234}\text{U}$  жинақтау коэффициентінің мәні 0,8-1,5 аралығында болды. Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймақтарынан тыс жерлерден алынған өсімдіктер үшін  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  жинақтау коэффициентінің максималды мәндері құм ебелегінде (*Ceratocarpus arenarius L.*) анықталды. Зерттелген жинақтау коэффициентінің мәні әдебиеттерде келтірілген нәтижелерден жоғары болды, мысалы егістік дақылдары үшін  $^{238}\text{U}$  жинақтау коэффициентінің мәні 0,23-0,32 аралығында анықталған[11].

Кесте 11- Өсімдік үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  жинақтау коэффициенті

Өсімдіктер үлгілері	$^{226}\text{Ra}$ жинақтау коэффициенті	$^{232}\text{Th}$ жинақтау коэффициенті
Құм ебелегі ( <i>Ceratocarpus arenarius L.</i> )	0,02	0,03
Қызылмия ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> )	0,04	<0.02
Ақбасшөп ( <i>Karelinia caspia (Pall)Less</i> )	<0.02	<0.02
Қамыс ( <i>Phragmites australis</i> )	<0.02	<0.02

11-кестеде өсімдік түрлері үшін  $^{226}\text{Ra}$  жинақтау коэффициентінің максималды мәні қызылмияда (*Glycyrrhiza glabra*) анықталса,  $^{232}\text{Th}$  жинақтау

коэффициентінің максималды мәні құм ебелегінде (*Ceratocarpus arenarius L.*) байқалды. Ақбасшөп (*Karelinia caspia (Pall)Less*) пен қамыс (*Phragmites australis*) түрлері үшін жинақтау коэффициенті  $<0.02$  кем болды. Қазақстанның солтүстігінде жүргізілген зерттеулер кезінде радионуклидтердің концентрациясына байланысты өсімдіктерде радионуклидтерді жинақтау коэффициенті  $0,03-2,31$  аралығында болған [7]. Салыстырмалы түрде төмен жинақтау коэффициенті әртүрлі жерлердегі радионуклидтердің қозғалысы мен қолжетімділігінің біркелкі болмауына байланысты болуы мүмкін. Түрлі топырақтардағы жинақтау коэффициенттерінің айырмашылықтары топырақтың минералогиялық құрамына, органикалық заттардың мөлшеріне, рН және топырақтағы гидрологиялық жағдайлар сияқты ерекшеліктеріне байланысты болуы да мүмкін [98,99]. Өсімдіктерге тән биологиялық өзгергіштік және түрлер мен сорттар арасындағы айырмашылықтар жинақтау коэффициентінің вариациясының негізгі себебі болуы мүмкін. Сондай-ақ, вегетациялық кезең және тамырдың таралу ерекшеліктері де әсер етеді. Жоғарыда келтірілген параметрлер топырақтың қасиеттерін өзгерте алады немесе радионуклидтердің тамыр аймағында қайта бөлінуіне әкелуі мүмкін; сондықтан олар радионуклидтердің өсімдіктерге сіңуіне әсер етеді. Табиғи радионуклидтердің топырақтан өсімдіктерге енуіне негізінен калий ( $^{40}\text{K}$ ), кальций (Ca), катион алмасу қабілеті, органикалық заттардың мөлшері және т.б. топырақтың физика-химиялық қасиеттері әсер етеді[40].

Бұл аталған факторлар кешені тамыр арқылы радионуклидтердің топырақтан өсімдіктерге енуін түсіндіреді. Алайда, радионуклидтер өсімдіктерге топырақтан және атмосферадан түсуі мүмкін. Өсімдіктер құрамында бөлшектердің ауадан жапырақтары мен сабақтарына түсуі нәтижесінде беттік де ластануы да белгілі. Ал зерттеуге алынған аймақтың климаты құрғақ, желдің жылдамдығы қатты. Тиісінше, сол аймақта жел эрозиясы байқалады. Бұл топырақтың жоғарғы қабатындағы құрғақ бетінен қоршаған ортаны және олардың тұрғындарын радионуклидтермен және ауыр металдармен ластайтын радиоактивті шаңның қарқынды шығарылуы жүреді. Бұл зерттелген өсімдік үлгілеріндегі радионуклидтердің белсенділігі топырақ үлгілеріне қарағанда жоғары анықталуының бір себепшісі болуы мүмкін.

Беттік ластану шөппен қоректенетін жануарлар үшін қолайсыздық тудыруы мүмкін. Себебі зерттеу аймағы Қарамұрын уран кен орнына бірнеше елді мекендер жақын орналасқан. Елді мекен тұрғындарының басты шаруашылығы мал шаруашылығы және бау-бақша, күріш өсірумен айналысады. Зерттеу аймағы ретінде алынған уран кен орнының санитарлы - қорғалатын аймағынан тыс жерлерде егін алқаптары да, мал жайылымдары алқаптары да жақын орналасқан. Осы аймақта өсетін өсімдіктермен жануарлар қоректеніп, радионуклидтер «топырақ-өсімдік» миграциясы әсерінен биологиялық тізбекке енуі мүмкін. Сол себепті уран кен орны маңында өсетін өсімдіктердің түрлерін сипаттау, аймақтың радиациялық жағдайына баға беру және радионуклидтердің қоршаған орта объектілеріндегі мөлшерімен олардың миграциясын анықтау зерттеу жұмысының маңыздылығын көрсетеді.

## ТҰЖЫРЫМ

Зерттеу жұмысы кезінде Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы- қорғалатын аймағынан тыс жерлердегі радиациялық жағдайға баға берілді. Зерттеу аймағы мен одан 20км қашықтықта орналасқан бақылау аймағы Төмен Арық жерлерінде жаяу жүріп гамма-түсірілімдер жасалынды. Зерттеу аймағы мен бақылау аймағында жүргізілген гамма-түсірілімдер нәтижелерін салыстыра келе, зерттеу аймағының гамма-сәулесінің ЭДҚ орташа мәні бақылау аймағының гамма-сәулесінің ЭДҚ орташа мәнінен 13 есе жоғары көрсетті. Бұрынғы уран бұрғылау орындары орналасқан шамамен көлемі 38м<sup>2</sup> аймақтағы жерлерде гамма-сәулесінің ЭДҚ мәні 2,5-7,5 мкЗв/сағ арасында болды.

Зерттеу аймағынан уран өндірісінің қоршаған ортаға тигізетін әсерін бағалау үшін радионуклидтердің жинақталатын және миграцияланатын негізгі орны-топырақ үлгілері алынды. Зерттеу аймағынан алынған топырақ үлгілерінде радионуклидтер анықталып, олардың үлестік белсенділігі республикалық орташа мәндермен салыстырылды. Нәтижесінде зерттеу аймағындағы топырақ үлгілеріндегі үлестік белсенділігінің орташа мәні республикалық орташа мәннен <sup>226</sup>Ra-76 есе, <sup>232</sup>Th- 22 есе жоғары болса, <sup>238</sup>U мәні республикалық орташа мәннен төмен болды. Зерттеу аймағынан алынған <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>238</sup>U, <sup>234</sup>U үлестік белсенділігінің орташа мәні бақылау аймағынан алынған топырақ үлгілеріндегі орташа мәннен 161;11;3;3 есе жоғары болды.

Радиоактивті-ластанған жерлерден алынған топырақ үлгілерінде <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>238</sup>U, <sup>234</sup>U радионуклидтердің вертикалды миграциясын зерттеу барысында олардың үлестік белсенділіктері жердің беткі қабатында (0-5 см) жоғары болатыны анықталды. Бұл уран өндіретін кәсіпорынның жердің беткі қабатын құрамында радионуклидтері бар өндіріс қалдықтарымен ластағандығын көрсетеді.

Топырақ үлгілерінің жалпы альфа- белсенділігін анықтау кезінде зерттеу аймағындағы орташа мәні бақылау аймағынан 42 есе жоғары екендігін, ал жалпы бета-белсенділігінің орташа мәні бақылау аймағынан 13 есе жоғары екендігін көрсетті.

Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлердегі өсетін 12 өсімдіктердің түрлері анықталды. Олар: қызылмия (*Glycyrrhiza. glabra L.*), ақбасшөп (*Karelinia caspia (Pall.) Less.*), құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius L.*), баялыш (*Salsola arbuscula*), жусан (*Artemisia s, A.pauciflora, A. lerchiana*), күзгін қоянсүйек (*Ammodendron bifolium*), жантақ (*Alhagi pseudalhagi (M. Bieb.) Desv. ex Wangerin*), қамыс (*Қамыс (Phragmites australis) (Cav.) Trin. ex Steud.*), дала шырмауығы (*Convolvulus arvensis L*), мортық (*Eremopyrum*), кәдімгі сарысоюя (*Xanthium strumarium L.*), жыңғыл (*Tamarix ramosissima Ledeb*).

Осы жерлерде өсетін доминантты өсімдіктердің: құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius L.*), қызылмия (*Glycyrrhiza glabra*), ақбасшөп (*Karelinia caspia (Pall)Less*), қамыс (*Phragmites australis*) жапырақтары мен сабақтары

үлгілерінде  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  радионуклидтерінің үлестік белсенділіктері айқындалды. Өсімдіктердегі  $^{238}\text{U}$  үлестік белсенділігі бақылау аймағынан алынған осындай өсімдік түрлерінен сәйкесінше 6; 5; 3; 4 есе жоғары болса,  $^{238}\text{U}$  үлестік белсенділігі сәйкесінше 8;6;3;4 есе жоғары екендігін көрсетті.

«Топырақ-өсімдік» тізбегіндегі радионуклидтердің миграциясын бағалау үшін олардың жинақтау коэффициенттері есептелінді.  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  жинақтау коэффициенттерінің максималды мәні құм ебелегінде (*Ceratocarpus arenarius L.*) анықталды. Өсімдіктердің  $^{238}\text{U}$  жинақтау коэффициентінің орташа мәні бақылау аймағындағы орташа мәннен 0,7 есе жоғары болса,  $^{234}\text{U}$  жинақтау коэффициентінің орташа мәні бақылау аймағынан 2 есе жоғары анықталды. Өсімдік түрлері үшін  $^{226}\text{Ra}$  жинақтау коэффициентінің максималды мәні қызылмияда (*Glycyrrhiza glabra*) анықталса,  $^{232}\text{Th}$  жинақтау коэффициентінің максималды мәні құм ебелегінде (*Ceratocarpus arenarius L.*) байқалды. Өсімдік үлгілерінде есептелген  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$  жинақтау коэффициенті 1,4-3,1 аралығында болса, өсімдік үлгілеріндегі  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  жинақтау коэффициенті  $<0,02-0,04$  аралығында анықталды. радионуклидтердің жинақталу коэффициенттерінің айырмашылықтары атмосфераның қасиеттеріне (тығыздық, температура, қысым, ылғалдылық, топырақ бетіндегі ауа қозғалысының жылдамдығы), топырақтың ерекшеліктеріне (минералогиялық құрамы, ылғалдылығы, тығыздығы, құрылымы), адамның шаруашылық қызметіне (топырақты өңдеу, мал жаю, автомобиль қозғалысы), сондай-ақ өсімдік түрінен және шаңды дауылдар мен жауын-шашын әсерінен болатын қайталама беттік ластану сияқты факторлардың кешенді әсеріне байланысты болуы мүмкін [95].  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  үшін салыстырмалы түрде төмен жинақтау коэффициенті әртүрлі жерлердегі радионуклидтердің қозғалысы мен қолжетімділігінің біркелкі болмауына байланысты болуы мүмкін.

## ҚОРЫТЫНДЫ

1. Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлердегі гамма-сәулесінің ЭДҚ жоғары болатын, көлемі 38м<sup>2</sup> аймақты алып жатқан радиоактивті-ластанған жерлер анықталып, уран өндірісінің қоршаған ортаға кері әсер ететінін көрсетеді.

2. Радиоактивті ластанған жерлердегі топырақ үлгілерінде жалпы альфа және бета-белсенділік бақылау аймағынан алынған топырақ үлгілеріндегі анықталған мәндерден сәйкесінше 42 және 13 есе жоғары.

3. <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>238</sup>U, <sup>234</sup>U вертикалды миграциясын зерттеу барысында радиоактивті-ластанған жерлерден алынған топырақ үлгілерінде радионуклидтердің үлестік белсенділіктері жердің беткі қабатында (0-5 см) жоғары болды.

4. Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аумағынан тыс жерлерде өсетін өсімдіктердің 12 түрі анықталып, радиоактивті-ластанған жерлерде өсетін өсімдіктердің 4 доминантты түрлерінің: құм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius L.*), қызылмия (*Glycyrrhiza glabra*), ақбасшөп (*Karelinia caspia (Pall)Less*), қамыс (*Phragmites australis*) үлгілерінде радионуклидтердің мөлшері анықталды. Бұл өсімдік үлгілерінде <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>238</sup>U, <sup>234</sup>U радионуклидтерінің үлестік белсенділіктері анықталып, олардың мәні бақылау аймағынан 4 есеге дейін жоғары болатыны байқалды.

5. Радиоактивті-ластанған жерлерден алынған өсімдік үлгілерінде <sup>238</sup>U, <sup>234</sup>U жинақтау коэффициенті 1,4-3,1 аралығында, <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th жинақтау коэффициенті 0,02-0,04 аралығында ауытқыды.

## ТӘЖІРИБЕЛІК ҰСЫНЫСТАР

1. Солтүстік Қарамұрын уран кен орнының санитарлы-қорғалатын аймағынан тыс жерлерге мал шаруашылығының жайылымдық алқаптары мен егін шаруашылығы алқаптары жақын орналасқандықтан, жергілікті ауыл шарашылық өнімдерінде (ет, сүт) техногенді радионуклидтердің мөлшерін зерттеу қажет.

2. Радиоактивті-ластанған жерлерді залалсыздандыру шараларын іске асыру үшін жергілікті санитарлық-эпидемиологиялық қадағалау мекемесіне және уран өндіру кәсіпорнына ұсыныс беріледі.

### Пайдаланылган әдебиеттер тізімі:

1. Aba A., Ismaeel A., & Al-Boloushi O. (2021). Estimation of radiostrontium, radiocesium and radiobarium transfer from arid soil to plant: A case study from Kuwait. *Nuclear Engineering and Technology*, 53(3), 960–966. doi:10.1016/j.net.2020.08.023
2. Matveyeva I., Jaćimović R., Planinšek P., Stegnar P., Smodiš B., Burkitbayev M. Assessment of the main natural radionuclides, minor and trace elements in soils and sediments of the Shu valley (near the border of Kazakhstan and Kyrgyzstan) // *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*.-2014.-V.299.-P.1399–1409. doi.org/10.1007/s10967-013-2902-3
3. World Nuclear Association website / Uranium and Nuclear Power in Kazakhstan[Elektron.resurs].-2021.-URL:<https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/kazakhstan.aspx> (reference date:15.02.2022)
4. Мусаева Э.М., Кашкинбаев Е.Т., Куанышкалиева А.К., Имашева Б.С., Бижанова Д.С. Оценка радиационной обстановки территории за санитарно-защитной зоной уранового месторождения «Северный Карамурын»// *Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения: материалы VII Международной научно-практической конференции.*– Томск: ООО "Офсет Центр", 2023. – 203 с.
5. Mohannad Mohammed Jazzar, Khalil Mohammed Thabayneh. Transfer of Natural Radionuclides from Soil to Plants and Grass in the Western North of West Bank Environment- Palestine. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*. Vol. 2, No. 5, 2014, pp.252-258. doi: 10.11648/j.ijema.20140205.14
6. Стрильчук Ю.Г. Радиоэкологическое состояние «западной» части территории СИП/ Ю.Г.Стрильчук, О.В.Тоневицкая, Ю.Ю.Яковенко// *Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана [Сборник трудов Национального ядерного центра Республики Казахстан за 2010 г.] / под рук. Лукашенко С. Н. – Т. 2. – Вып. 3. – Павлодар: Дом печати, 2011.*
7. Имашева Б.С. Характеристика и анализ системы «почва-растения-животные» в условиях загрязнения радионуклидами и тяжелыми металлами // *Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. –2008. – С. 205.*
8. Байпишева Дина Сериковна, Домаренко Виктор Алексеевич Комплексная оценка воздействия на окружающую среду при разведке и эксплуатации месторождения Инкай (Шу-Сарысузская урановорудная провинция, Республика Казахстан) // *Векторы благополучия: экономика и социум. 2012. №5 (6).* -С. 1-6.
9. Карпенко Е.И. Оценка радиоэкологической ситуации в районе расположения предприятия по добыче и переработке урановых руд// *Российская академия сельскохозяйственных наук государственное научное учреждение всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии.*- Обнинск-2020
10. Урановые месторождения Казахстана.-2013//<http://www.kazatomprom.kz>

11. Бровин К.Г., Грабовников В.А., Шумилин М.В., Язиков В.Г. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием. - Алматы: Гылым, 1997. - 384 с.
12. UNSCEAR. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2006.Sources and effects of Ionizing Radiation. Annex B. Exposure of the public and workers from various sources of radiation. (2008b).
13. Bekman I.N., Bunceva I.M. Eksperimental'nye metody issledovaniya diffuzii radioaktivnyh gazov v tverdyh telah [Experimental methods for studying the diffusion of radioactive gases in solids], Radiohimiya [Radiochemistry], 23(3), 434-441, (1981). [in Russian]
14. Минченко, Е.Е. Радиоэкология : учеб. пособие для вузов / Е.Е. Минченко; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2013. - 139 с. (кол-во экз. на аб. – 27; в чз – 3).
15. Крышев И.И. Курындина Л.А., Линге И.И. Оценка ущерба окружающей среде при использовании атомной энергии // Атомная энергия, 2014. Т.117, № 3. С. 159-164
16. Крышев И.И., Рязанцев Е.П. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России.- М. : ИздАт, 2010. - 496 с.
17. Шарипов С.М., Шартыхбаев М.Ж., Обеспечение радиационной безопасности промышленных предприятий северного региона Казахстана. - Павлодар, 2006. - С. 25-42.
18. Бахуров В.Г., Луценко И.К., Шашкина Н.Н. Радиоактивные отходы урановых заводов. // М.: Атомиздат. – 1965. – С. 150.
19. <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium/uranium-mining-overview.aspx>
20. Мосинец В.Н. Обеспечение радиационной безопасности при ликвидации, консервации и перепрофилировании уранодобывающих предприятий // Атомная энергия. – 1991, Т. 70, № 5.
21. Крышев И.И., Рязанцев Е.П. Нормативы радиационной безопасности при использовании атомной энергии // Атомная энергия. – 2004. – Т. 97, № 4. – С. 299-308.
22. Ansoborlo E, Lebaron-Jacobs L, Prat O. Uranium in drinking-water: A unique case of guideline value increases and discrepancies between chemical and radiochemical guidelines. Environment international (2015) 77C:1-4.
23. Черноруков Н.Г., Нипрук О.В. Уран. Прошлое, настоящее и будущее: электронное учебное пособие. - Нижний Новгород, 2010. - 52 с.
24. UN. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. New York, 2000.
25. Shishkov I.A., Bakhur A.E. Complex of analytical methods by studying radioecological situation in republic of Kazakhstan// JSC "Volkovgeologia", Almaty, Kazakhstan.-2013
26. Золотарева К. Казатомпром: энергия созидания // Промышленность Казахстана. - 2012. - № 5 (74). - С. 51-55.



27. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В.Н., Вершков А.Ф., Лухтин В.Ф. Урановые месторождения Казахстана: (экзогенные). - Алматы: Гылым, 1995. - 264 с.
28. World Nuclear Association website / Uranium Mining Overview [Elektron.resurs].-2021.-URL:<https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/mining-of-uranium/uranium-mining-overview.aspx>
29. Tastenov A. Nuclear Industry in Kazakhstan: Prospects for Growth//KazEnergy.-2010.-V.6(42).-P.90–92.
30. Bai H., Hu B., Wang C., Bao S., Sai G., Xu X., Li Y. Assessment of Radioactive Materials and Heavy Metals in the Surface Soil around the Bayanwula Prospective Uranium Mining Area in China// International Journal of Environmental Research and Public Health.-2017.-V.14(3), 300. doi:10.3390/ijerph14030300
31. Mohebian M., Pourimani R. Specific activity and radiation hazard of radionuclides in wheat and bean produced near Shazand, Iran// Iranian Journal of Medical Physics.-2020.-V.17(2).-P.394–400. doi:10.22038/ijmp.2020.44031.1668
32. Bowen H.J.M. Environmental chemistry of the elements. -London, N.Y., Toronto, Sydney, S.Fr., 1979. - 316 p.
33. Mohannad Mohammed Jazzar, Khalil Mohammed Thabayneh. Transfer of Natural Radionuclides from Soil to Plants and Grass in the Western North of West Bank Environment- Palestine. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis. Vol. 2, No. 5, 2014, pp. 252-258. doi: 10.11648/j.ijema.20140205.14
34. Missimer T. M., Teaf C., Maliva R.G., Danley-Thomson A., Covert D., Hegy M. Natural radiation in the rocks, soils, and groundwater of southern Florida with a discussion on potential health impacts// International Journal of Environmental Research and Public Health.-2019.- V.16(10):1793. doi.org/10.3390/ijerph16101793
35. Mehade Hasan M. et al. Natural Radioactivity of Feed Coal and Its by-products in Barapukuria 2×125 MW Coal Fired Thermal Power Plant, Dinajpur, Bangladesh // Journal of Applied Physics. 2014.Vol. 5. pp. 32-38.
36. Бадрутдинов О.Р., Тюменев Р.С., Шуралев Э.А., Мукминов М.Н. Радиоактивность экосистем / О.Р. Бадрутдинов, Р.С. Тюменев, Э.А. Шуралев, М.Н.Мукминов. – Казань: Казан. ун-т, 2017.-201с.
37. Бекман И.Н. Радиоэкология и экологическая радиохимия,2018
38. Голубцов, А.М. Рациональное применение удобрений на орошаемых землях/ А.М. Голубцов. – Краснодар, 1980. – 131с.
39. Тихомиров, Ф.А. Теоретические и практические вопросы охраны почвенно–растительного покрова от радиоактивного загрязнения/ Ф.А. Тихомиров//Научные доклады высшей школы. Биологические науки.–М., 1980. – №4. – С.18-28.
40. Титаева Н. А. Ядерная геохимия. - М.: Изд-во МГУ, 2000. - 336 с
41. Коровина А.А. Модель миграции радионуклидов в системе почва-растения-животные [Электрон. ресурсы].-2019. URL:<https://scienceforum.ru/2019/article/2018014651>
42. Khandaker M.U., Mohd Nasir N.L., Asaduzzaman K., Olatunji M.A., Amin Y.M., Kassim H.A., Bradley D.A., Jojo P.J., Alrefae T. Evaluation of radionuclides

transfer from soil-to-edible flora and estimation of radiological dose to the Malaysian populace//Chemosphere.-2016.-V.154.-P.528–536

43. Favas P.J.C., Pratas J., Mitra S., Sarkar S.K., Venkatachalam P. Biogeochemistry of uranium in the soil-plant and water-plant systems in an old uranium mine // Science of The Total Environment.-2016.-V.568.-P.350–368. doi:10.1016/j.scitotenv.2016.06.0

44. Salbu B., Burkitbaev M., Strømman G., Shishkov I., Kayukov P., Uralbekov B., Rosseland B.O. Environmental impact assessment of radionuclides and trace elements at the Kurday U mining site, Kazakhstan // Journal of Environmental Radioactivity.-2013.-V.123.-P.14-27. doi.org/10.1016/j.jenvrad.2012.05.001

45. Бадрутдинов О.Р., Тюменев Р.С., Шуралев Э.А., Мукминов М.Н. Радиоактивность экосистем / О.Р. Бадрутдинов, Р.С. Тюменев, Э.А. Шуралев, М.Н.Мукминов. – Казань: Казан. ун-т, 2017.-201с.

46. Алексахин Р.М., Архипов Н.П., Бархударов Р.М. и др. Тяжелые естественные радионуклиды в биосфере: Миграция и биологическое действие на популяции и биогеоценозы. - М: Наука, 1990. - 368 с.

47. Мусаева Э., & Бахтин М. (2023). Оценка миграции радионуклидов в цепи «почва-растение» уранодобывающих регионов (литературный обзор). Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия Биологические науки, 142(1), 124–135.

48. Chen S.B., Zhu Y.G., Hu Q.H. Soil to plant transfer of <sup>238</sup>U, <sup>226</sup>Ra and <sup>232</sup>Th on a uranium mining-impacted soil from southeastern China//Journal of Environmental Radioactivity.-2005.-V.82.-P.223–236.

49. Adesiji N.E., Ademola, J.A. Soil-to-cassava plant transfer factor of natural radionuclides on a mining impacted soil in a tropical ecosystem of Nigeria // Journal of Environmental Radioactivity.-2019.-V.201.-P.1–4.

50. Al-Masri M.S., Al-Akel B., Nashawani A., Amin Y., Khalifa K.H., Al-Ain F. Transfer of <sup>40</sup>K, <sup>238</sup>U, <sup>210</sup>Pb, and <sup>210</sup>Po from soil to plant in various locations in south of Syria // Journal of Environmental Radioactivity.-2008.-V.99.-P.322–331. doi:10.1016/j.jenvrad.2007.08.021

51. Duong V. H., Nguyen T. D., Kocsis E., Csordas A., Hegedus M., Kovacs T. Transfer of radionuclides from soil to *Acacia auriculiformis* trees in high radioactive background areas in North Vietnam // Journal of Environmental Radioactivity.-2021.-V.229-230. doi:10.1016/j.jenvrad.2021.106530

52. Chakraborty S.R., Azim R., Rahman A.R., Sarker R. Radioactivity concentrations in soil and transfer factors of radionuclides from soil to grass and plants in the Chittagong city of Bangladesh // Journal of Physical Sciences.-2013.-V.24.-P. 95–113.

53. Banzi, Firmi Paul et al. “Assessment of radioactivity of <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th and <sup>40</sup>K in soil and plants for estimation of transfer factors and effective dose around Mkuju River Project, Tanzania.” *Mining of Mineral Deposits* 11 (2017): 93-100.

54. Гулякин, И.В. Сельскохозяйственная радиобиология/ И.В. Гулякин, Е.В. Юдинцева. – М.: «Колос», 1973. – С.138-139.

55. Yang B., Zhou Q., Zhang J., Li Z., Tuo F. Evaluation of the natural radioactivity in food and soil around uranium mining region // *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*.-2021.-V.329.-P.127–133
56. Iles M. Uranium-series radionuclides in native fruits and vegetables of northern Australia//*Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*.-2005.-V.264(2).-P.407–412. doi:10.1007/s10967-005-0729-2
57. Wichterey K., Sawallisch S. Naturally occurring radionuclides in mushrooms from uranium mining regions in Germany// *Radioprotection*.-2002.-V.37.-P.353-358.
58. Igwe J.C., Nnorom I.C. and Gbaruko B.C. Kinetics of radionuclides and heavy metals behavior in soils: Implications for plant growth// *African Journal of Biotechnology* Vol. 4 (13), pp. 1541-1547, December, 2005
59. Shvetsov S.G., Voronin V.I. Distribution of Uranium and Thorium in Soil and Woody Plants of Eastern Siberia (Irkutsk Region) // *Journal of Siberian Federal University. Biology*.-2019.-V.12.-P.86-100.
60. Sotiropoulou M., Florou H. Measurement and calculation of radionuclide concentration ratios from soil to grass in semi-natural terrestrial habitats in Greece// *Journal of Environmental Radioactivity*.-2021.-V.237.
61. Егорова, И. А. Уровень концентраций естественных радионуклидов в компонентах наземных экосистем высокогорных поясов Северо-Западного Алтая / И. А. Егорова, А. В. Пузанов // Международная научно-практическая конференция «Радиоэкология XXI века», сборник материалов [Электронный ресурс]. — Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011. — Режим доступа: [http://conf.sfu-kras.ru/conf/radioecology-XXI/report?memb\\_id=1551](http://conf.sfu-kras.ru/conf/radioecology-XXI/report?memb_id=1551).
62. Jazzar M.M., Thabayneh K.L. Transfer of Natural Radionuclides from Soil to Plants and Grass in the Western North of West Bank Environment- Palestine// *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*.-2014.-V.2(5).-P.252-258. doi: 10.11648/j.ijema.20140205.14
63. Отчеты геологоразведочных работ и детальной разведки месторождений «Северный и Южный» Карамурун в период 1970-90 г.г.
64. <https://www.kazhydromet.kz/ru/klimat/klimat-kazahstana-po-oblastyam>
65. Приказ Председателя Комитета государственного санитарно-эпидемиологического надзора от 8 сентября 2011 года № 194 «Об утверждении «Методических рекомендаций по радиационной гигиене»
66. Гост 17.4.3.01-83. Охрана природы.Почвы.Общие требования к отбору проб
67. Быков Б.А. Геоботаника. – Алма-Ата: Наука, 1978. – 288 с.
68. Қазақстан өсімдіктерінің иллюстрацияланған анықтағышы. 1 т.- Алматы: Ғылым, 1969. - 644 б.
69. Қазақстан өсімдіктерінің иллюстрацияланған анықтағышы. 2 т. - Алматы: Ғылым, 1972. - 571 б.
70. Флора Казахстана. Т. 8. [Solanaceae--Compositae]. Алма-Ата, 1965, 450 стр.
71. Государственного кадастра растений Кызылординской области (2006)

72. Бурсова Т.Л. Учебно-полевая практика по ботанике (учебное пособие). Кызылорда, 2006. - 171 с.
73. МЕМСТ ISO/IEC 17025-2019 «Сынақ және калибрлеу зертханаларының құзыретіне қойылатын жалпы талаптар»;
74. МИ №KZ.07.00.00304-2014 Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс»
75. МИ №KZ.07.00.003550-2017 Методика измерений удельной активности изотопов урана (238,234,235) в пробах почв, грунтов, донных отложений, горных пород и строительных материалов на их основе альфа-спектрометрическим методом с радиохимической подготовкой
76. Mostafa, M. Y. A., Kadhim, N. F., Ammer, H., & Baqir, Y. (2021). The plant transfer factor of natural radionuclides and the soil radiation hazard of some crops. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(6). doi:10.1007/s10661-021-09061-7
77. Койчубеков Б.К. Биостатистика: учебное пособие. – Алматы: Эверо, 2015. – 152 с.
78. Рабочий проект «Ликвидация последствий добычи урана месторождений Северный Карамурун и Южный Карамурун»//ТОО «Институт высоких технологий». - г. Алматы, 2021г.
79. Соколов А.А. Почвы Казахстана //ПК. Том 1. Природные условия и ресурсы. - Алматы, 2006. -С.316-361.
80. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR sources and effects of ionizing radiation // Report to the General Assembly, Annex B. – 2000. – P. 76.
81. Гиль Т.В. особенности поглощения и закрепления  $^{226}\text{Ra}$  типичной сильноподзолистой почвой в зависимости от почвенных факторов и сопутствующих элементов// Радиоэкологическое исследование почв, растений и животных биогеоценоза севера: Труды Коми фил. АН СССР.- Сыктывкар, 1983.- №6.- С.84-88.
82. Белов А.Д, Киршин В.А., Лысенко Н.П., Пак В.В. и др. Радиобиология// Под редакцией А.Д. Белова.- М.: Колос, 1999. 384с.
83. *Karelinia caspia* (Pall.) Less. // Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. URL: <https://www.plantarium.ru/lang/en/page/view/item/21530.html> (accessed on 22 August 2022).
84. Қызылмия (Қызылмия (*Glycyrrhiza glabra*)) L. // Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. URL: <https://www.plantarium.ru/lang/en/page/view/item/17684.html> (accessed on 22 August 2022).
85. Қамыс (*Phragmites australis*) (Cav.) Trin. ex Steud. // Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. URL: <https://www.plantarium.ru/lang/en/page/view/item/27867.html> (accessed on 22 August 2022).

86. Қўм ебелегі (*Ceratocarpus arenarius* L.) // Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide. URL: <https://www.plantarium.ru/lang/en/page/view/item/9915.html> (accessed on 22 August 2022).

87. Халимов Ф.З., Аликулов Б.С., Рузиев Ю.С., Рузиев Ф.А., Хайитов Д.Г., Жиянкулова Ш.К., Исмаилов З.Ф. Продуктивность биомассы галофитных растений Кызылкума // scientific review № 4, 2017

88. Икрамова М.Ш. К фармакогностическому изучению карелинии каспийской, произрастающей в Узбекистане // Вестник ЮКМА. - 2014

89. Лубенцова О.В., Алиев Х.У., Икрамова М.Ш., Комилов Х.М. Изучение препарата «Диакар» на течение аллоксанового диабета // Фармацевтический журнал. - Ташкент, 2013. - №2. - С.78-82.

90. А.Н. Саньков, А.А.Шмыгарева, Е.А.Курунова, А.А. Бердыбекова// Сравнительный морфолого-анатомический анализ солодки голой и солодки уральской (*Glycyrrhiza glabra* L., *Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург Альманах молодой науки №1, 2015.

91. Толстикова, Г.А. и др. Солодка: биоразнообразие, химия, применение в медицине. — Новосибирск: Гео, 2007. — 311 с. — ISBN 5-9747-0060-0.

92. Соколова Н.А., Костин В.Е., Васенев И.И., Ерошенко В.И. Экологически обоснованное управление биомассой тростника южного на территории Волго-Ахтубинской поймы // Социально-экологические технологии 2021. Т. 11. № 2

93. Тростник обыкновенный — *Phragmites communis*. Библиотека природы (2002—2015). Дата обращения: 11 декабря 2015. Архивировано 22 декабря 2015 года.

94. Кантуреева А.М., Устенова Г.О., // Поиск новых лекарственных растений с антиоксидантной активностью, произрастающих в Казахстане // Фармация Казахстана №11(220) 2019

95. Сельскохозяйственная энциклопедия. Т. 3 (Л - П)/ Ред. коллегия: П. П. Лобанов (глав ред) [и др.]. Издание третье, переработанное - М., Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1953, с. 613

96. Asaduzzaman, K., Khandaker, M. U., Amin, Y. M., & Mahat, R. (2015). Uptake and distribution of natural radioactivity in rice from soil in north and west part of peninsular Malaysia for the estimation of ingestion dose to man. *Annals of Nuclear Energy*, 76, 85–93. <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2014.09.036>

97. James, J. P., Dileep, B. N., Ravi, P. M., Joshi, R. M., Ajith, T. L., Hegde, A. G., & Sarkar, P. K. (2011). Soil to leaf transfer factor for the radionuclides <sup>226</sup>Ra, <sup>40</sup>K, <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr at Kaiga region India. *Journal of Environmental Radioactivity*, 102(12), 1070–1077. <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2011.07.011>.


98. Jilbert, E., Nguem, M., Ndontchueng, M. M., & Motapon, O. (2016). Determination of <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>40</sup>K, <sup>235</sup>U and <sup>238</sup>U activity concentration and public dose assessment in soil samples from bauxite core deposits in Western Cameroon. *Springerplus*, 5(1253), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2895-9>

99. Zubair, M., & Shafqullah. (2020). Measurement of natural radioactivity in several sandy-loamy soil samples from Sijua, Dhanbad, India. *Heliyon*, 6(February), 0–7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03430>

# ҚОСЫМША

## Қосымша А

### Топырақ үлгілеріне жүргізілген гамма-спектрометриялық зерттеу нәтижелерінің хаттамасы


**НАО «Медицинский университет Астана»**  
 Интегрированная система менеджмента  
 Испытательная лаборатория радиологии и радиационной защиты  
 Института радиобиологии и радиационной защиты  
 г. Нур-Султан, ул. Кейбиташик 49а

Ф.12.РК-МУА-02-19

**Қоршаған орта объектілері сынамаларының сынақ ХАТТАМАСЫ**  
**ПРОТОКОЛ**  
 Испытания проб объектов окружающей среды  
 № 46 от «12» октября 2022 г.

- Тапсырас берудің атауы, мекенжайы (Наименование и адрес заказчика): НТП «Разработка методов нивелирования негативных техногенных факторов риска для окружающей среды и здоровья населения Сырдаринской урановодной провинции», Кызылординская область, Чинийский район.
- Сынақ нысанының атауы, сынақ түрі (Наименование объекта испытаний, вид измерений): образцы почвы, отобранные в Чинийском районе, Кызылординская обл., гамма-спектрометрический
- Сынақ жүргізу орны (Место проведения испытаний): Испытательная лаборатория радиологии и радиоспектрометрии, 718 каб.
- Үлгі алынған күні (Дата отбора проб): 13.06.2022 г. - 27.06.2022 г.
- Сынақ жүргізілген күні (Дата проведения испытаний): 11.07-26.07.2022 г.
- Сынақ әдісіне сай НК (НД) на метод испытаний: МИ № КЗ.07.00.00304-2014 «Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением "Прогресс"».
- Өлшеу құралдары (Средства измерений): гамма-бета-спектрометрический комплекс КСК «Спутник» с программным обеспечением "Прогресс", за №1054
- Тексеру туралы мәліметтер (Сведения о поверке): Сертификат о поверке № ВА.17-04-42826 от 27.05.2022 г.
- Сынақ жүргізудің негіздемесі (Основания для проведения испытаний): Договор № 158/36-21-23 от 07.04.2021г. на выполнение научно-исследовательских работ по теме «Разработка методов нивелирования негативных техногенных факторов риска для окружающей среды и здоровья населения Сырдаринской урановодной провинции»

№	Шифр пробы/Сынама шифры	Наименование показателя/Корсеткіші атауы	Ед. изм./Өлшем бірігі	Фактическое значение определяемого показателя/Анықталатын корсеткіштің нақты мәні	Допустимое значение определяемого показателя/Анықталатын корсеткіштің рұқсат етілген мәні
1	1	П-СЗ 5см МЭД 2.5-3.06	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=163,7±34,82 <sup>226</sup> Ra=422,7±65,8 <sup>232</sup> Th=316,4±55,74 <sup>40</sup> K=1045,4±342,6	
2	2	П-СЗ 15см МЭД 1.8	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=1296±186 <sup>226</sup> Ra=4279,6±499,3 <sup>232</sup> Th=1848±251 <sup>40</sup> K=6398±1507	
3	3	П-СЗ 25см МЭД 1,0	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=97,26±26,36 <sup>226</sup> Ra=247,9±46,23 <sup>232</sup> Th=211,6±43,93	

Стр.1 из 3


				<sup>40</sup> K=673,3±272,6	
4	4	П-СЗ №1 16.06/ 5см МЭД 0,27-0,28	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=454±24,2 <sup>226</sup> Ra=390,6±39,7 <sup>232</sup> Th=174,4±47,6 <sup>40</sup> K=509,3±296,3	
5	5	П-СЗ №1 16.06/ 15см МЭД 0,25	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=15,1±13,6 <sup>226</sup> Ra=42,37±20,6 <sup>232</sup> Th=115,6±30,53 <sup>40</sup> K=264,7±176	
6	6	П-СЗ-1 15.06/ 5 см МЭД-1,06	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=1002±147,7 <sup>226</sup> Ra=3251,7±341,3 <sup>232</sup> Th=1319,2±186,7 <sup>40</sup> K=4590±1130	
7	7	П-СЗ-1 15.06/ 15 см МЭД-1,0	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=21,97±14,2 <sup>226</sup> Ra=62,73±22,36 <sup>232</sup> Th=122,56±30,63 <sup>40</sup> K=326,3±181,66	
8	8	П-СЗ №3 / 5см МЭД 2,4-2,56	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=1659,3±232 <sup>226</sup> Ra=5437,2±443 <sup>232</sup> Th=2178±292,6 <sup>40</sup> K=7634±1770	
9	9	П-СЗ №3 / 15см МЭД 1,65	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=506,7±86,76 <sup>226</sup> Ra=1579±202,6 <sup>232</sup> Th=734,6±116 <sup>40</sup> K=2387,3±701,6	
10	10	П-СЗ-1 25см МЭД 0,9	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=57,1±19,06 <sup>226</sup> Ra=95,86±27,56 <sup>232</sup> Th=165,03±36,4 <sup>40</sup> K=497,3±218,6	
11	11	П-Тр 4065-90 15см МЭД 1,5,5	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=34,46±15,86 <sup>226</sup> Ra=74,13±24,5 <sup>232</sup> Th=135,5±32,6 <sup>40</sup> K=333±190	
12	12	П-Тр 4065-90 25см МЭД 3,7	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=493,8±82,3 <sup>226</sup> Ra=1427,3±184 <sup>232</sup> Th=741±114 <sup>40</sup> K=2266,6±653,3	
13	13	П-Тр 4065-90 35см МЭД 1,0	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=223,3±46,46 <sup>226</sup> Ra=753,6±106,3 <sup>232</sup> Th=415,5±71,9 <sup>40</sup> K=1307±432,6	
14	14	П-Тр 4065-90 5см МЭД 7,7-7,5	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=4850±621 <sup>226</sup> Ra=14970±1664 <sup>232</sup> Th=6797±836 <sup>40</sup> K=24060±4915	
15	15	П-Томан Арық	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=28,3±13,1	

Стр.2 из 3

контр 5см МЭД 0,09	активность естественных радионуклидов	Бк/кг	<sup>226</sup> Ra=16,5±15,36 <sup>232</sup> Th=113,7±27,16 <sup>40</sup> K=284±154
16 П-Томан Арық контр рогач МЭД 0,06	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=27,76±14,56 <sup>226</sup> Ra=18±17,06 <sup>232</sup> Th=133,2±31,23 <sup>40</sup> K=344±177,6
17 П-тр1294072 МЭД 0,87	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=289,8±63,36 <sup>226</sup> Ra=861,6±130,3 <sup>232</sup> Th=557±101,3 <sup>40</sup> K=1803,3±620
18 П-Жазек МЭД 1,8	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=23,9±14,7 <sup>226</sup> Ra=37,1±20,36 <sup>232</sup> Th=126,7±31,73 <sup>40</sup> K=376,3±194
19 П-Сыр Сол МЭД 0,08	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=37,73±19,7 <sup>226</sup> Ra=41,3±24,76 <sup>232</sup> Th=167,6±41,3 <sup>40</sup> K=308±217,6
20 П-Сыр Сем МЭД 0,08-0,12	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=31±18,9 <sup>226</sup> Ra=12,86±22,2 <sup>232</sup> Th=186,36±43,6 <sup>40</sup> K=469±247,3
21 До-Сыр Сем	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=29,86±17,5 <sup>226</sup> Ra=16,5±21,03 <sup>232</sup> Th=164,3±39,5 <sup>40</sup> K=410,3±222
22 До-Сыр	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов	Бк/кг	<sup>137</sup> Cs=29,6±17,6 <sup>226</sup> Ra=18,76±21,13 <sup>232</sup> Th=139,8±36,9 <sup>40</sup> K=318,6±285,3

Үлгілердің (мін) НК-ға сәйкестігіне зерттеулер жүргізілді (Исследование образца проводилось в соответствие НД: Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 15 декабря 2020 года №КР.ДСМ-275/2020 Об утверждении санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности").

Зерттеу жүргізген маман/Испытания проводил: Д.Т. Жанділда  
 СЗ менеджері/Исполняющий ИЛ: М.Н. Аумаликова  
 РРКИ бас маманы/Главный специалист ИРРЗ: Е. Кашкинбаев

Мер орын: 

Үлгілері тек қана сынақ түсірілген үлгілерге қолданылады!  
 Исследования распространяются только на образцы, подвергнутые испытанию  
 Хаттаманы жариялай не толдырай РРКИ СЗ рұқсатымен қайта бұсату тыйым салынады!  
 Протокол испытаний не может быть частично или полностью воспроизведен без письменного разрешения ИЛ ИРРЗ  
 Копия сего/Копия документа