

Улсын бүртгэлийн дугаар

.....

Аравтын бүрэн
ангиллын код
гэрээний

Нууцын зэрэглэл: А

Төслийн ажлыг
хэрэгжүүлэх

Дугаар:

ГЕОЛОГИЙН ТӨВ ЛАБОРАТОРИ /ТӨҮГ/

ЦАЦРАГ ИДЭВХТ АШИГТ МАЛТМАЛЫН ЗАРИМ ОРД ГАЗРЫН БИО-ГЕОХИМИЙН СУДАЛГАА

2019–2021

Төслийн удирдагч:

Санхүүжүүлэгч байгууллага:

Захиалагч байгууллага:

Тайлан өмчлөгч:

А.Каривай

Шинжлэх ухаан, технологийн сан

Боловсрол, Соёл, Шинжлэх

ухаан, Спортын яам

Геологийн төв лаборатори ТӨҮГ,

Үйлдвэрчний эвлэлийн гудамж,

Улаанбаатар 18080,

Монгол Улс

Утас: 70182914,

Цахим хаяг: karivai2017@gmail.com

Улаанбаатар

2021 он

ТӨСЛИЙН ГҮЙЦЭТГЭГЧИД:

А.Каривай

Геологийн төв лаборатори ТӨҮГ,
Зөвлөх, Доктор (PhD)

С.Шинэхүү

Геологийн төв лаборатори ТӨҮГ,
Цацрагийн мэргэжилтэн, Магистр
(Msc)

Г.Тамираа

МУИС, Дэд профессор, Доктор
(PhD)

Б.Байгалмаа

ШАУИС, Профессор, Доктор (PhD)

Д.Баярчимэг

Геологийн төв лаборатори ТӨҮГ,
Стандартын инженер, Магистр (Msc)

Агуулга	
Хураангуй	i
Товчилсон үг, нэр томъёоны тайлбар	iii
Зургийн жагсаалт	iv
Хүснэгтийн жагсаалт	v
УДИРТГАЛ	vi
СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ ШИНЭЛЭГ ТАЛ, АЧ ХОЛБОГДОЛ	vii
СУДАЛГААНЫ ЗОРИЛГО	vii
СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ЗОРИЛТ	vii
НЭГДҮГЭЭР БҮЛЭГ. ХЭВЛЭЛИЙН ТОЙМ	1
1.1 Дэлхийн дахины ураны олборлолт, хэрэглээ	1
1.2 Монгол орны ураны ордууд	2
1.3 Судлагдсан байдал	3
1.3.1 Хараатын ордын геологийн тогтоц	3
1.3.2 Эдийн засаг-газарзүйн тодорхойлолт	3
1.3.3. Хараатын ордын эрдсийн найрлага	5
1.3.4. Уран ба ради хоорондын цацраг идэвхжилийн тэнцвэртэй байдал	6
ХОЁРДУГААР БҮЛЭГ: СУДАЛГААНЫ ОБЪЕКТ СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ	10
2.1 СУДАЛГААНЫ ОБЪЕКТ	10
2.1.1 Хараатын ордын газарзүйн байршил, онцлог	10
2.2 Хараатын орд газрын байгаль орчны төлөв байдлын үнэлгээ	11
2.2.1 Гадаргын ус	11
2.2.2 Хөрс	11
2.2.3 Орд газрын геологийн нөхцөл	12
2.2.4 Орчны цацраг идэвхжлийн түвшин	12
ГУРАВДУГААР БҮЛЭГ: СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ	13
3.1 Хээрийн судалгааны арга зүй	13
3.2 Суурин судалгааны арга зүй	14
3.2.1 Дээж бэлтгэл	14
3.2.2 Хэмжилтийн багаж хэрэгслүүд	16
ДӨРӨВДҮГЭЭР БҮЛЭГ: СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН	18
4.1 Ураны орд газрын дэвсгэр нутагт хэмжсэн цацрагийн суурь түвшин	18
4.1.1 Хөрсний шинжилгээ хийсэн гамма спекрометрийн дүн	19
4.2 Элементийн шинжилгээний үр дүн	20
4.2.1 Хөрсний шинжилгээний үр дүн	20
4.2.2 Ургамлын шинжилгээний үр дүн	24
4.2.3 Усны шинжилгээний үр дүн	36
4.3 Элементийн анализийн үр дүнгийн статистик боловсруулалт	41
4.3.1 Хүнд хортой элементийн бохирдлын үнэлгээ	42
4.3.2 Статистик боловсруулалтын үр дүн	46
ТАВДУГААР БҮЛЭГ: ГЕОХИМИЙН САРНИЛЫН ХҮРЭЭ	50
5.1 Урсгал геохимийн зураг	51
5.2 Ургамлын геохимийн сарнилын хүрээ	58
ЗУРГААДУГААР БҮЛЭГ. ДҮГНЭЛТ	77
Ашигласан материал	79

Хураангуй

Энэхүү судалгааны ажил нь “Цацраг идэвхт ашигт малтмалын орд газрын Био-геохимийн судалгаа” сэдэвт ажлын хүрээнд Хараатын цацраг идэвхт ураны ордын дэвсгэр нутагт гүйцэтсэн ажил болно. Монгол орон цацраг идэвхт ураны судлагдсан болон, таамаг нөөцөөр баян орны тоонд ордог юм. Нөөц нь батлагдсан ашиглахад бэлэн болсон орд газрууд хэд хэд байна. Тэдгээрийн нэгэн нь Дундговь аймгийн Баянжаргалан суманд орших Хараатын орд юм.

Уран нь цацраг идэвхт ашигт малтмал учраас аюулгүй талаасаа хүн ардын сонирхолыг их татдаг асуудал юм. Ялангуяа тухайн орд газрын хөрс, ус, ургамалын нөхцөл, байдал нь ямар түвшинд байдагийг тогтооход олон жилийн судалгаа шаарддаг Шинжлэх ухаан, үйлдвэрлэлд ач холбогдол бүхий хосолмол асуудал юм.

Цацраг идэвхт ашигт малмалыг олборлохоос өмнөх урьдчидсан байдлаар тухайн дэвсгэр нутагт хөрс, ус, ургамалын найрлагад буй химийн элементүүдийн тархалтын байдал, элементийн тус бүрийн агууламжийн тоо хэмжээ судалж тогтоох ажил тухайн ажлын нэгээхэн хэсэг юм. Ижил төстөй судалгааг гадаад орнуудад хамгийн орчин үеийн лабораторийн тоног төхөөрөмжийг ашиглан ямар элемент нь аномаль агууламжтай, ямар элементийн кларкийн хэмжээнд байна гэдгийг тогтоож өгдөг байна. Ижил төстөй судалгаагаар хөрс, ус, ургамалд тархсан цацраг идэвхт элементүүд (U,Th,K), уулын чулуулаг бүрдүүлэгч ислүүд, хүнд элементүүд, газрын ховор элементүүдийн тархалтын зүй тогтлыг судалж тогтоох нь тухайн орд газрын хөрс, ус, ургамалын нөхцөл байдлын талаарх өргөн мэдээлэлтэй байх нь үйлвэр байгуулан хүдрийг олборлож эхлэхэд чухал ач холбогдолтой.

2018-2021 хэрэгжүүлсэн уг төслийн хүрээнд дэвсгэр нутгийн хөрс, ус, ургамалын бүтцэт байгаа элементүүдийн тархалтыг 4000 гаруй элемент тодорхойлолт ашиглан судалсан болно.Эдгээр үр дүнгээр дэвсгэр нутгийн хөрсөнд байгаа элементүүдийн тархалт жигд, аномаль агууламж ажиглагдаагүй. Дундговь аймгийн Баянжаргалан сумын төвд байгаа гүний худаг, орд газрын дэвсгэр нутагт байгаа гүний худгийн усанд цацраг идэвхт элемент хэвийн байгааг тогтоосон болно.Харин орд газрын дэвсгэр нутагт байгаа 7 н төрлийн 16 ургамалын дээжид судалгаа хийхэд хөрс, усны , дээжээс ялгаатай агууламжтай элементүүд байгаа нь харагдав. Эдгээр ургамалын дотроос нэгэн төрлийн харганад Sr бусад элементээс давуу байдалтайгаар шимэгдэн хуримтлагдагийг анх судалж тогтоов.

Эдгээр ажлын үр дүнгээр анх удаа элементүүдийн тархалтын зүйт тогтлыг гаргалаа. Бүх талбайг хамаарсан хөрс, ургамалын дээжүүдийн шинжилгээний үр дүнг ашиглан геохимийн сарнилын хүрээг анх удаа тогтоов.

Судалгааны дээжүүдийн элементийн найрлагыг тогтоохын тулд хамгийн орчин үеийн аналитик багаж болох XRF, ICP-MS OES зэрэг тоног төхөөрөмжүүдийг шинжилгээ хийхэд ашиглав.

Түүнчлэн дээж авч байгаа цэг бүрт байгалийн дэвсгэр фон хэмжихэд орд газрын гадна орших талбайн цацрагийн фоны хэмжээнээс хэтэрсан утга бүртгээдээгүй.

Судалгааны үр дүнд тус цацрагт идэвхт ашигт малтмалын орд газрын дэвсгэр нутагт хөрс, ус, ургамалд буй элементийн тархалтыг иж бүрэн судалсан нь шинжлэх ухаан, практикийн ач холбогдолтойгоос гадна, мэдээллийн баталгаагүй эх үүсвэрээс урьдчилан сэргийлэх, шинжлэх ухаанч мэдээллээр хангаж байгаагаараа онцлог юм.

Тус Био-геохимийн судалгааны ажил нь цацраг идэвхт ашигт орд газрын дэвсгэр нутагт хийж гүйцэтгсэн анхны эрдэм шинжилгээний ажил болно. Энэхүү судалгааны ажлын үр дүн нөөц нь батлагдсан ашиглахад бэлэн байгаа бусад орд газруудад 2022 оноос эхлэн шинээр төсөл боловсруулан үргэлжүүлж Био-геохимийн нэгдсэн сан бүтээх хэрэгцээ байгааг харуулж байна.

Товчилсон үг, нэр томъёоны тайлбар

км Километр

мл Миллитр

MNS Монгол улсын стандарт

ISO Олон улсын стандарт

ШУ Шинжлэх ухаан

Кларк Уулын чулуулагт байгаа химийн элементүүдийн дундаж агууламж

Ppm (part per million) =г/тн, мг/кг, 1ppm = $1 \cdot 10^{-4}$

нЗв/цаг= Нанозеверт цаг , 1нЗв= 10^{-3} мл/зв

pH — устөрөгчийн ионы концентрацийг илэрхийлэх хэмжигдэхүүн

XRF-Долгион дисперсийн рентген флуоресценцийн спектрометр

ICP-MS Индукцийн холбоост плазм, масс спектроскоп

ICP-OES Индукцын холбоост плазмын оптик эмиссийн спектрометр

Зургийн жагсаалт

Зураг 1 Хараатын талбайн газарзүйн байршлын тойм зураг.....	4
Зураг 2 Хараатын ордын байршил	10
Зураг 3 Хөрсний дээж бэлтгэлийн дараалал.....	15
Зураг 4 Ургамлын дээж бэлтгэлийн дараалал	15
Зураг 5 Долгион дисперсийн рентген флуоресценцийн спектрометр	16
Зураг 6 Индукцийн холбоост плазмын масс спектрометрийн схем (ICP-MS).....	17
Зураг 7. Цацрагийн суурь түвшний хэмжээ	18
Зураг 8 Хөрс болон ургамлын дээжин дахь зарим хөнгөн, цацраг идэвхт, хүнд (Li, U, Pb,Th, As,Zn)элементүүдийн агуулга	22
Зураг 9 Хөрс болон ургамлын дээжин дахь газрын ховор элементийн агуулга	23
Зураг 10 Ургамалын 16 дээжийн Fe-н агуулга.....	24
Зураг 11 Ургамалын 16 дээжийн Sr-н агуулга	26
Зураг 12. Ургамалын 16 дээжийн Ti-н агуулга	28
Зураг 13. Хөрсний дээжийн бохирдлын фактор (CF).....	43
Зураг 14 Хөрсний дээжийн Бохирдлын ачааллын индекс (PLI).....	43
Зураг 15 Хөрсний дээжийн Гео хуримтлалын индекс (I_{geo}).....	44
Зураг 16 Усны дээжийн Бохирдлын фактор (CF)	45
Зураг 17. Хувийн утгаас хамааруулан хувийн векторын хязгаарыг тогтооход хэрэглэсэн график	47
Зураг 18 Хөрсний дээжүүдэд хийсэн PCA-н үр дүн.....	47
Зураг 19. Хөрсний дээжүүдэд хийсэн PCA-н үр дүн.....	48
Зураг 20. Ургамлын дээжүүдэд хийсэн PCA-н үр дүн	48
Зураг 21. Хөрс, ургамал, усны дээжүүдэд хийсэн PCA-ийн үр дүнг гурван хэмжээст огторгуйд дүрсэлсэн байдал.....	49
Зураг 22 Геохимийн сариналийн хүрээ U.....	50

Хүснэгтийн жагсаалт

Хүснэгт 1 Монгол орны ураны ордууд	2
Хүснэгт 2 SO_3 болон FeO Fe_2O_3 -ийн дундаж концентрацийн химийн шинжилгээний үр дүн	6
Хүснэгт 3 Түүвэрчилсэн үр дүнгийн үзүүлэлт	7
Хүснэгт 4 Ус, ургамал, хөрсөнд хийсэн бусад судлаачдын ажлууд	9
Хүснэгт 5 Судалгааны ажлын хамрагдсан дээжийн тоо огноо хүснэгт үзүүлэв.....	13
Хүснэгт 6. Индукцийн холбоост плазмын масс спектрометрийн мэдээлэл.....	17
Хүснэгт 7 Хараатын хөрсний шинжилгээ хийсэн гамма спектрометрийн дүн	19
Хүснэгт 8 Хөрсний 10 дээжийн макро элементийн дүн (ислээр)	20
Хүснэгт 9 Хөрсний дээжийн Th болон U - г харьцуулсан хүснэгт	21
Хүснэгт 10 Ургамал дах төмрийн (Fe) агуулга	24
Хүснэгт 11 Ургамал дах стронций (Sr)-ийн агуулга.....	25
Хүснэгт 12. Ургамлын Титан (Ti)-ны агуулгамж.....	28
Хүснэгт 13 Ургамалын Марганц (Mn)-ын агуулга	29
Хүснэгт 14 Рашааны химийн шинжилгээний харьцуулсан дүн.....	40
Хүснэгт 15 Халзан овоотын рашааны химийн шинжилгээний харьцуулсан дүн	40
Хүснэгт 16 Бохирдлын фактор (CF)-ын ангилал	41
Хүснэгт 17 Гео хуримтлалын индекс (I_{geo}) - ын ангилал	42
Хүснэгт 18 Хөрсөн дахь элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ	42
Хүснэгт 19. Усны дээжийн үр дүн.....	45
Хүснэгт 20. Усны дээжийн Бохирдлын фактор (БФ)	45
Хүснэгт 21. Усны дээжийн Бохирдлын ачааллын индекс (PLI).....	46
Хүснэгт 22 Усны дээжийн Гео хуримтлалын индекс (I_{geo}).....	46

УДИРТГАЛ

Монгол улс цацраг идэвхт ашигт малтмалын батлагдсан болон таамаг нөөцөөр дэлхийд эхний 15 орны тоонд ордог арвин баялагтай орон юм. Өнөөдрийн байдлаар манай улс геологич судлаачдын тооцоолсноор 1-5 сая тонны ураны таамаг нөөцтэй байна. Цацраг идэвхт уран нь ирээдүйн эрчим хүчний гол түүхий эдийн нэгэн нь болдгоороо дэлхий дахины анхаарлын төвд байдаг стратегийн чухал түүхий эд юм. Ураныг эрчим хүчинд ашигласнаар химийн үйлдвэрийн чухал түүхий эд нүүрс, газрын тосны хэрэглээг олон зуун сая тонноор хэмнэх бололцоо олгодог юм. Зөвхөн ураны шар нунтыг гадаадад гаргаснаар бусад ашигт малтмалаас дутахааргүй ашиг олох боломж манай улсад байна. Цацраг идэвхт ураныг ашиглахаас өмнө эрэл хайгуулын ажлын үед, ашиглаж байх үед ч байгаль, экологид үзүүлэх түүний сөрөг нөлөөллийг байнга судалж байх шаардлага байдаг. Эдгээр судалгааны ажлын дотор цацраг идэвхт ашигт малтмалын орд газрын орчны экологийн биогехимийн судалгаа чухал байр суурь эзлэх ёстой. Орд газрын орчны хөрс, ус, ургамалд орчин үеийн аргаар биогехимийн цогц судалгаа хийснээр тухайн орд газрын хүрээлэн байгаа орчны хүн, мал, амьтны эрүүл, аюулгүй орчинд амьдрах баталгаат нөхцлийг тогтоож өгөхөд тусална.

Уран нь манай гарагийн ус, хөрс, чулуулагт өргөн тархсан байгалийн металл юм. Ураны байгалийн цацраг идэвх нь дэлхийн царцдасыг хөрөхөөс хамгаалдаг дулааны үндсэн эх үүсвэрийн үүрэг гүйцэтгэдэг. Уран ердийн агаарт амархан исэлдэнэ. Ураны зарим изотопуудын цөм нь дулаан нейтроныг шингээн задарч хуваагдан их хэмжээний эрчим ялгаруулдаг онцлогтой. Энэ чанараараа уран цахилгаан эрчим хүч гаргах цөмийн үйлдвэрийн гол түүхий эд болдог. 1960-1970-аад оны үеэс олон улс оронд атомын цахилгаан станцууд байгуулан ажиллуулж ихээхэн хэмжээний эрчим хүч гарган авсаар ирсэн ба цаашид улам өргөжих хандлагатай байна.

Ураныг энхтайваны зорилгоор улс орны эдийн засгийн салбар, шинжлэх ухааны салбарт өргөнөөр ашиглаж байна. Уран нь байгалийн цацраг идэвхт элемент бөгөөд байгальд U238, U235 гэсэн изотоп хэлбэрээр оршдог. Дэлхий дээрх нийт ураны 99.03 % нь (уран U238), 0.07% (уран U235) эзэлдэг. Ураныг нэн тэргүүний хэрэглээ нь эрчим хүч гаргаж авахад хэрэглэж байна. Уранаас гаргаж авч буй эрчим хүч бол байгальд ээлтэй эко эрчим хүчний нэг юм. Тухайлбал одоогийн байдлаар дэлхийн өндөр хөгжилтэй ихэнх улсууд эрчим хүчний гачаалалд орохгүйн тулд цөмийн цахилгаан станцыг олноор барьж байна. Манай орон ураны арвин баялагатай цөмийн эрчим хүч ашиглах бүрэн боломжтой орны нэг юм. Ойрын үед манай улс цөмийн эрчим хүч ашиглах бүрэн боломжтой. Тиймээс ураны хүдрийг ашиглахаас өмнө бүх ураны орд газруудын дэвсгэр нутагт Био-гехимийн нарийвчилсан судалгаа хийх шаардлагатай.

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ ШИНЭЛЭГ ТАЛ, АЧ ХОЛБОГДОЛ

Монгол оронд ураны нөөцтэй олон орд газрууд байдаг боловч, орд газрын дэвсгэр нутагт бүрэн хэмжээгээр явуулсан Био-геохимийн судалгааны ажил явагдаагүй байна.

Энэхүү судалгааны ажил нь цацраг идэвхт ашигт малтмалын орд газрын дэвсгэр нутагт явуулж байгаа хөрс, ус, ургамлын элементүүдийн тархалтыг иж бүрэн судлах анхны эрдэм шинжилгээний ажил болно.

Ойрын үед ашиглалтанд оруулах ач холбогдол бүхий цацраг идэвхт ураны орд газруудын дэвсгэр нутагт явуулсан Био-герхимийн судалгаа нь олборлох үйлдвэр байгуулсны дараа орчны бохирдлыг тооцох суурь мэдээлэл болох юм.

СУДАЛГААНЫ ЗОРИЛГО

Монгол орны ураны орд газруудын хөрс, ургамал, усанд олборлолт явуулахаас өмнөх судалгаа хийх, Био-геохимийн шинжилгээний үр дүнг нэгтгэн нэгдсэн сан үүсгэх

СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ЗОРИЛТ

- Хараатын ордын ус, хөрс, ургамал дахь цацраг идэвхт элемент болон хүнд хортой элементүүдийн тархалт, элементүүдийн агууламжийг өндөр нарийвчлалаар тодорхойлж дүгнэлт гаргах
- Хараатын ордын ус, хөрс, ургамалын дээжийн тархалтын зүй тогтлыг судлаж геохимийн сарнилын хүрээг тогтоож 2D хэмжээст зургийг гаргах
- Био-геохимийн тархалтын зураг гаргах

НЭГДҮГЭЭР БҮЛЭГ. ХЭВЛЭЛИЙН ТОЙМ

1.1 Дэлхийн дахины ураны олборлолт, хэрэглээ

Дэлхийн царцдасан дахь байгалийн ураны үүсэл хөгжил нь геолоийн янз бүрийн процесст, магмийн, тунамал, метаторфийн төрөл бүрийн процесст бий болдог. Үүний үндсэн дээр магмийн метаморфийн тунамал гэж ялгаж үздэг [4].

1980-аад оны эхээр хөгжингүй болон хөгжиж байгаа орнуудад 1 кг U_3O_8 -г гаргаж авах зардал 66доллараас хэтрэхгүй байгаа ордуудыг ашигладаг байв . Тэр үед энэ үед энэ шаардлагыг хангасан U_3O_8 -н 1сая 980 мян.тн нөөцтэй байсан ба АНУ 490 мян.тн, Австрали 354 мян.тн, Канад 197 мян.тн , Намиби 136 мян.тн, Өмнөд Африк 140 мян.тн, Франц 64.6 мян.тн, Нигер-59 мян.тн, Алжир-28 мян.тн, Аргентин-24 мян.тн хүдэртэй гэж тус тус тогтоогдсон байна. Харин ЗХУ –ын ураны нөөцөөрөө хамгийн баян орон байсан боловч төрийн нууц нэрээр дэлхий ураны нөөцөд оруулдаггүй байсан.

АНУ голчлон элсэн чулуулагт агуулагдсан инфильтрацийн ордуудыг, Канад улс голдуу уран агуулсан метаморфжсон конгломерат болон гидротермал ордуудыг, Өмнөд африкт алт-уран агуулсан метаморфжсон конгломератыг, Нигер, Габонд элсэн чулуулагт агуулагдсан ордуудыг, Францад гидротермал ордуудыг, Австралид эндоген ордуудыг тус тус олборлон ашигладаг байжээ [1].

Дэлхий дахинаа Европ, АНУ, Ази гэсэн ураны үндсэн 2 зах зээл байдаг ба энд ураны дундаж үнэ 1973-1976 онд эрс өсч 1979 он хүртэл өндөр түвшинд (100 доллар/кг-аас их) байсан бөгөөд энэ нь ураны эрчим хүчний үйлдвэрлэл дэх хэрэглээ эрчимтэй өсч, цэрэг дайны зориулалтын нөөц 1976 оноос буурсантай холбоотой. 1979 оноос зэвсгийн зориулалтаар нөөцөлсөн ураныг өргөнөөр худалдаалж эхэлснээр ураны үнэ огцом унасан байна. 1993-1994 онд ураны үнэ хамгийн бага түвшинд (20 доллар/кг-аас бага) хүртлээ унасан ба Энэхүү уналт нь үйлдвэрлэлийн хөгжлийг сааруулж, олон үйлдвэрийг хаагдахад хүргэжээ. Агуулахын нөөц аажим дуусч, атомын цахилгаан станцуудын суурилагдсан хүчин чадал нэмэгдэн, тэдгээрийн ураны хэрэглээ өсч, ураны үйлдвэрлэл унасанаар 1995 оноос эхлэн үнэ өсч эхэлсэн бөгөөд 1997 онд 36 доллар/кг хүрч байжээ. Өнөөдрийн байдлаар дэлхийн зах зээлд 1 кг ураны үнэ 42 доллар байна [1].

Орчин үед Канад улс ураны нөөцөөрөө дэлхийд тэргүүлж байгаа ба Бүгд найрамдах Казахстан улс удаалж байна. Ураны хүдрийг боловсруулах цөмийн түлш гаргаж авах технологи нь маш нарийн олон үе шаттай ажиллагаа юм. Цөмийн зэвсэг үйлдвэрлэхэд 90 % дээш байх ёстой ба

цөмийн эрчим хүч, судалгааны ажилд 5% хувь хүртлэх агууламжтай ураныг ашиглаж байна [1] .

1.2 Монгол орны ураны ордууд

Манай орны нутаг дэвсгэр дээр уран болон бусад цацраг идэвхт элементийн судалгаа 1960-аад оны үеэс эхтэй ч системтэй судалгааг 1971 оноос эхлэн ураны анхны ордыг 1973 онд нээжээ [2].

Оросын геологичидын Монгол орны уранжилтанд өгсөн үнэлгээгээр 1.5 сая тонн ураны прогноз баялагтай байна. Үүнээс 0.5 сая тонн ураны баялагийг 14 хөндийд тархсан тунамал чулуулагтай холбоотой гэж үздэг. Монгол улсын ураны тогтоосон нөөц дэлхийн ураны тогтоосон нөөцийн 1.8%-г эзэлж байна. 1990 оноос хойш ураны судалгааг Америк-Монгол-Оросын хамтарсан “Говь Гурвансайхан”, Монгол-Францын “Кожеговь”, 1994 оноос Монгол-Орос-Америкийн хамтарсан “Олон улсын ураны корпораци” болон Төв ази уран компаниуд хийж ирсэн [1].

Монгол орны нөөц нь тогтоогдсон томоохон орд газруудыг хүснэг 1-д үзүүллээ.

Хүснэгт 1 Монгол орны ураны ордууд

№	Ордууд	Нөөц, мян.тн U
1	Дорнод	28.868
2	Гурванбулаг	8.580
3	Нэмэр	2.528
4	Мардай	1.104
5	Улаан	270
6	Хараат	7.288
7	Хайрхан	8.406
8	Нарст	1.000
9	Дулаан уул	9.888
10	Гурвансайхан	4.250
11	Өлзийт	3.076
Нийт нөөц		75.258

1.3 Судлагдсан байдал

Тус судалгааны талбайд “Гурвансайхан” ХХК нь Дундговь аймгийн Баянжаргалан, Өндөршил сумдын нутагт орших Хараатын ураны (U) ордод 1994-1997, 2007 онуудад гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлыг гүйцэтгэсэн байна [4].

1.3.1 Хараатын ордын геологийн тогтоц

Хараатын ордын хүдрийн талбай нь ойролцоогоор 30 хав.дөр.км талбайг эзэлдэг (Хавсралт зураг ХТ-3) бөгөөд Чойрын хөндийн өмнөд хэсэгт оршино. Одоогийн байдлаар манай улсын хамгийн сайн судлагдсан гидроген төрлийн ураны объект юм. Хүдэржилт нь доод цэрдийн хурдаст орших бөгөөд мөн дээд цэрдийн хурдастай нийлэх хил заагийн ойр орчимд тархсан байдаг. Хүдэр агуулагч хурдас нь гольдролын болон татамын фацийн хурдас байдаг. Тэдгээр нь тодорхой сайн ялгараагүй, ээлжлэн тогтсон гравелит, янз бүрийн мөхлөгт элсэн чулуу ба шавар, тэдгээрийн дундын хурдасны үеүдээс тогтоно. Гол төлөв эдгээр сайн ангилагдаагүй сэвсгэр хурдсууд нь нүүрсний хэмхдэс материал болон органик үлдэгдэл их хэмжээгээр агуулдаг бөгөөд мөн пирит, марказитийн мөхлөг агуулдаг. Уран агуулагч элс болон элсэрхэг-шаврын хурдасны зузаан 0.2м-ээс 20м хүртэл хэлбэлзэнэ. Энд мөн шавар, алевроит бага хэмжээгээр агуулагддаг. Ураны хурдас дахь чулуулгийн өнгө саарал, саарлаас хар саарал өнгөтэй. Энэ нь органик эрдсийн агуулгаас хамаарна. Түүнд мөн нүүрсний нимгэн үе, мэшил элбэг тохиолдоно. Шаврын үеийн зузаан нь хэдэн арван см-ээс 5м хүрдэг.

Хараатын ордын хүдрийн талбай нь гадаргуугаасаа исэлдсэн байна. Иеэлдлийн бүс нь маш нийлмэл бүтэцтэй, тогтмол биш зузаантай байх ба тэр нь 1-2 м-ээс 25-35м-т хэлбэлзэнэ. Исэлдлийн бүс нь 2 дэд бүст худаагдана. Үүнд дээд хэсэг нь бүхэлдээ лимонитжих процесст автсан /гадаргуугийн исэлдэлт/, доод хэсэг нь лимонитжих процесс ус нэвчүүлэх хурдсын тархалтаас хамаарч жигд бус /хөрсний усны исэлдэлт/ хөгжсөн байна. Хөрсний усны исэлдэлттэй элсэрхэг хурдас нь исэлдлийн бүстээ шаргал туяатай цайвар өнгөтэй болсон байдаг. Энэ нь кварц, хээрийн жоншны хэмхдэсний гадарга дээр төмрийн усан ислийн түрхэц бий болсноос хамаарч байна. Элс шаврын хил зааг дээр лимонитийн өтгөн зос ялгаран тогтсон байдаг. Шаварлаг чулуулгуудын нүх сүв, ан цаваар хүрэн шар өнгөтэй болж лимонитжсэн байдаг. Дээд дэд бүст төмрийн усан ислээс гадна марганцын усан исэл хөгжсөн байна.

1.3.2 Эдийн засаг-газарзүйн тодорхойлолт

Хараатын ураны орд нь Монгол улсын Дундговь аймгийн нутагт орших бөгөөд Улаанбаатар хотоос зүүн урагш 320 км, төмөр замаас баруун зүгт 50-60 км-т байрлана. Хамгийн ойрхон орших томоохон суурин газар Шивээговь суурийн уг ордоос хойш 52 км-т оршино. Энд Шивээ-овоогийн хүрэн нүүрсний

томоохон орд газрыг ашигладаг. Хараатын ордод өндөр хүчдэлийн шугам ойр өнгөрдөг. Мөн Дундговь аймгийн Өндөршил, Баянуаргалан, Дорноговь аймгийн Даланжаргалан сумдын төв ордоос 60-70 км-т байрлана. Тэдгээр сумдын хүн ам нь 1500-2500 орчим км. Ордын байрлах районы газрын гадаргуу тэгш талархаг, жижиг толгодтой. Хараатын ураны орд нь нилээн өргөн (10-25 км) хөндийн төвийн хэсэгт өргөргийн дагуу сунаж тогтсон байдаг. Эндхийн газар нутагт ямарч төрлийн авто тээвэр явахал бололцоотой бөгөөд геологийн ажил явуулахад нилээд тохиромжтой. Хараатын ордын газар зүйн байршлын тойм зургийг Зураг 1.1-д үзүүлэв.



Зураг 1 Хараатын талбайн газарзүйн байршлын тойм зураг

Энэ районд байнгын урсгал ус байхгүй. Голын хуурай сайр нь зөвхөн шар усны болон борооны усны үед дүүргэгддэг. Жижиг давстай нуурууд нь бороо хургүй үед хатаж, намгархаг хөрс болон шаврын үе дархарга үүсгэдэг.

Цаг агаарын хувьд эх гэзрын эрс тэс уур амьсгалтай. Өвлийн улирал 11-н сарын эхээр эхэлж 3-н сарын сүүлээр дуусан бөгөөд үндсэндээ хуурай, бараг цас байхгүй, хүйтэвтэр өвөлтэй. Хаврын улирал 3-н сарын сүүлээс 5-р сарын дунд хүртэл үргэлжлэх бөгөөд хоногийн агаарын хэмийн хэлбэлзэл огцом өөрчлөгдөх ба хүчтэй салхитай байдаг. Өдрийн дундаж хэм 36-40 °C хүрэх тохиолдол бий. 6-7-р саруудад жилийн унах тунадасны 60-70% унадаг. Тэр нь гол төлөв ширүүн аадар байдлаар ордог. Намрын 9-р сарын дунд үеэс 10-р

сарын дунд үе хүртэл үргэлжлэх бөгөөд хуурай тогтуун нартай байдаг. Ерөнхийдөө Хараатын ордын байрлал нь төмөр замаас холгүй оршдог, тэгш талархаг гадаргуутай, ямарч улиралд хүрэлцэн очиход хүндрэлгүй зэрэг нөхцөл нь газарзүй эдийн засгийн хувьд таатай нөхцөлтэйг харуулж байна.

1.3.3. Хараатын ордын эрдсийн найрлага

Хүдрийн эрдсийн найрлагыг “Сосновгеология” нэгдлийн аналитикийн төв лабораторид мөн Москва хотын ВИМС (Всесоюзный институт минерального сырья)-ийн гэрлийн, электрон микроскопийн лабораторт судалсан юм. (Бичвэр хавсралт 7)

Дээр тэмдэглэснээр Хараатын ордын хүдэр агуулагч чулуулаг нь ховроор хүрэн нүүрсний үетэй элс, шавар, алевритын үелсэн нийлмэл хурдаснаас тогтдог. Элсэн чулуулгийн структур нь хайрганцар, хайрга агуулсан том мөхлөгтөөс нарийн мөхлөгт хүртэл байна. Элс нь янз бүрийн түвшинд бутархай сайн ус нэвчих чанартайгаас муу нэвчилтийн зэрэгтэй шаваржсан элсэн чулуу байдаг. Шавар болон алеврит нь гол төлөв элсний хольц их хэмжээгээр агуулсан байдаг ба цул бөөндүү тестураар тодорхойлогддог. Саарал өнгийн хурдасны ерөнхий онцлог нь органик эрдэс, нүүрсжсэн детрит, диагенетик сульфидууд өндөр агуулсан байдаг бөгөөд бараг карбонат байдаггүй явдал юм.

Хараатын ордын хүдэр нь үндсэн петроген элементүүдийн агуулгаар алюмосиликатад хамаардаг. (цахиурын ислийн агуулга 58-70.8%, шаврын агуулга 11.47-16.8%). Хүдэр агуулагч хурдсанд химийн шинжилгээний үр дүнгээр хүчлийн концентраци 0.04%-аас бага, органик гаралтай нүүрстөрөгчийн агуулга 0.65-1.25% байна. Сульфидийн эрдэсжилт ихэвчлэн пирит, марказит байдаг ба маш бага хэмжээгээр сфалерит, галенит тохиолдоно. Хүхрийн сульфидын агуулга 0.1%-ээс 1.2% хүртэл хэлбэлздэг бөгөөд 0.6% -ын агуулга давамгайлдаг. Хоёр валенттай төмрийн хэмжээ хүдэрт 0.5%-1.7% хүртэл гурван валенттай төмөр 0.9%-8.5%-д хэлбэлзэнэ. Хүдрийн биетийн устай хэсэгт ангижрах орчин давамгайлдаг бөгөөд хоёр валенттай төмрийн хамгийн их концентраци харин гурван валенттай төмрийн хамгийн бага концентраци агуулагдана. Усгүй орчинд исэлдлийн орчин давамгайлдаг. Хүдэрт SO_2 ; SO_3 болон FeO Fe_2O_3 -ийн дундаж концентрацийн химийн шинжилгээний үр дүнг Хүснэгт 2-т харуулав.

Хүснэгт 2 SO₃ болон FeO Fe₂O₃-ийн дундаж концентрацийн химийн шинжилгээний үр дүн

п/п №	Хүдрийн биет №	Орчин	Дундаж концентраци (%)			
			FeO	Fe ₂ O ₃	S _{общ}	SO ₃
1	1	Усгтай	1.33	1.94	1.21	2.34
2	1	Усгүй	1.06	2.11	0.29	0.75
3	2	Устай	1.62	2.26	0.56	1.00
4	2	Усгүй	0.77	2.71	0.16	0.18

Агуулагч чулуулгийн эрдсийн найрлаганд кварц (14.0-52.5%), хээрийн жонш (9.5-38.4%) давамгайлдаг. Шаварлаг эрдсүүд каолинит, сметит, иллит 1.99-34.9% хэмжээгээр агуулагдана.

Хараатын ордод ураны хүдэржилтийн минералоги-геохимийн онцлогоор уран нь 4 валентээр агуулагдах “ислийн” ба уран нь 6 валенттай орших “гялтгануурын гэсэн 2 төрөл хөгжсөн байдаг. “Ислийн” төрөл нь үндсэндээ эпигенетик хүдэржилт бөгөөд лимонитжсэн хурдасын хил заагт саарал өнгийн хурдаст агуулагдана. “Гялтгануур”-ын төрлийн хүдэржилт нь шууд исэлдлийн бүсийн хэмжээнд анхдагч ислийн хүдрийн дахин боловсруулагдсан бүтээгдэхүүн байдлаар илэрнэ. Нэгдэх төрлийн ураны исэл (настуран) бага хэмжээгээр коффинит ба нингиоит байдаг. Ураны хүдэржилтийг эпигенетик пирит, радиобарит дагалддаг. Элсэрхэг чулуулгийн төрөлд ураны ислүүд нь үеллэг алюмосиликатын гадаргуу дээр хальсан бүрхэвч хэлбэрээр ажиглагдана. Алевритлэг, шаварлаг хурдаст ураны ислүүд нарийн дисперсийн байдлаар, нүүрслэг хэсгийн гадаргуу дээр хальс байдлаар болон ховор биш тохиолдолд гексагональ хэлбэрээр тархсан байдаг. Нүүрслэг бодисоор баяжсан хэсэгт коффинит тогтоогдсон.

1.3.4. Уран ба ради хоорондын цацраг идэвхжилийн тэнцвэртэй байдал

Уран ради хоорондын цацраг идэвхжилийн тэнцвэртэй байдлыг хүдрийн интервалаас авсан, шаардлага хангасан гарцтай керний дээжид лабораторийн шинжилгээгээр судалсан. Цацраг идэвхжилийн тэнцвэрийг K_{рр} коэффициентээр тодорхойлдог. Хараатын орд дээр керний гарц хүдрийн интервалд 100 хувь байлаа. Уран, ради, тори элементүүдийн аналитик ажлыг тусгайлан мэргэшсэн лаборатори болох “Сосновгеология” (ОХУ-ын Эрхүү хот) нэгдлийн Аналитик төв лабораторт хийсэн. Бүгд 1522 керний дээж

шинжилсэн бөгөөд түүний 1144 дээж нь хүдрийн биет 1-р биетээс, 310 дээж нь хүдрийн биет 2-р биетээс, 68 дээж хүдрийн бусад биетээс аьсан дээжүүд байв. Доор хүдрийн 1 ба 2-р биетийн уран, ради хоорондын цацрагийн тэнцвэрийн байдлын шинжилгээг харуулав. Цооногийг бүрэн дээжилсэн, мөн хэсэгчилсэн дээжид уран, ради, торийн агуулгыг хүснэгтийн хавсралтаар, керний дээжийн жагсаалтанд харуулав.

Цацрагжилтын тогтвортой байдлын итгэлцүүрийн дундаж утгыг тодорхойлохдоо хүдрийн интервал бүрийн шинжилгээний утгыг хүдрийн биет бүрээр нэгтгэн бүрдүүлсэн болно. Эдгээр үзүүлэлтүүд Хүснэгтүүдээс түүвэрлэсэн үр дүнгийн үзүүлэлтийг Хүснэгт 3-т харуулав. Тооцоолон гаргасан V үзүүлэлтийн статистик тооцоолсон утга нь 0.95 үнэмшлийн магадлалтай онолын утгаас бага байгаа нь хайгуулын ажлын практикт итгэлтэйгээр хэрэглэгддэг цацрагжилтын тэнцвэржилтийн итгэлцүүр дундаж утгуудын ялгаа бага хэмжээтэй байна.

Хүснэгт 3 Түүвэрчилсэн үр дүнгийн үзүүлэлт

Хүдрийн биет	Огтлолтын тоо	Нийлмэл урт, м	Дундаж взв.Крр	Дундаж ариф Крр	Стандарт Крр	V-статист. Үнэмшлийн магадлал =0.95	
						Онолын.	Тооцсон
1	72	419.5	0.925	0.968	0.290	1.96	0.42
2	35	94.05	0.860	0.990	0.235		

Манай оронд хөрс ус ургамал дахь химийн элементийн тархалтын судалгааг 1960 аад оноос эхлэн хийж байжээ (Хүснэгт 4).

Түүнлэн 2011-2014 онуудад Оросын суурь судалгааны фонд (РФФ), Монгол улсын БСШУЯ-ны Шинжлэх Ухаан Технологийн Сангийн дэмжлэгээр Орос, Монголын эрдэмтэн судлаачдын хамтран хэрэгжүүлсэн төслийн тайлан (2013 - 2015) төслийн нэр: “Сэлэнгийн сав нутаг дахь уул уурхай, аж үйлдвэрийн томоохон төвүүдийн байгаль орчны экологийн төлөв байдал геохимийн судалгаа” (2015) төслийн удирдагч: Оросын ШУА-ийн академич, доктор, профессор Н.С. Касимов Монголын ШУА-ийн академич, доктор, профессор Д.Доржготов. Сэлэнгэ мөрөн нь байгаль нууранд цутгадаг хамгийн том гол бөгөөд байгаль нуур нь ЮНЕСКО-ын тодорхойлолтоор хүн төрөлтний өв учир энэ судалгаа чухал ач холбогдолтой юм.Энэхүү судалгааны ажил нь оросын нутаг, монголын нутаг 2 г нэгэн зэрэг хамруулсан томоохон төсөл юм.Сэлэнгэ мөрний сав нутагт орших том хотууд, уулын үйлдвэрүүдийн байгаль орчинд үзүүлж буй нөлөөллийг гаргаж дүгнэлт хийсэн байна. Сэлэнгэ мөрний ус Fe, Ae, Mn, Zn, Cu, Mo, U зэрэг элементээр бохирдсоныг тогтоож өгсөн байна.Түүнчлэн As, Cd, Sn, Sr, W, Pb агууламж кларкаас их байгааг тогтоосон ба U, Th, K зэрэг цацраг идэвхт элементийн

нөлөөлөл байгааг тодорхойлсон. Энэхүү судалгааны хүрээнд шарын голын нүүрсний уурхайн экологид үзүүлэх нөлөөлөх нөлөөллийг тооцож гаргасан ба Эрдэнэт хотын дэвсгэр нутагт Se, Mo, Sb, Sr зэрэг элементүүдийн аномаль агууламжийг илрүүлсэн байна. Бүх өгөгдлүүдийг ашиглан хөрсний эвдрэл бохирдлын зургийг бүтээсэн байна [5].

Монгол улсын ерөнхий сайдын 2013 оны 47 захирамжийн хүрээнд Дорноговийн аймгийн Сайншанд, Улаанбадрах сумдад 42 байгууллагын 104 ажилтан албан хаагчид 459 хүн ажилсан бөгөөд тус дэвсгэр нутгийг бүсүүдэд хувааж өвөлжөө хаваржаа зуслан хотонд цацрагийн, биохимийн, хөрсний, усны, ургамлын, химийн бодисын судалгаа болон хүн амын эрүүл мэнд, мал эмнэлгийн чиглэлээр судалгаа, шинжилгээний ажлыг хийж гүйцэтгэсэн байна. Макро болон микро элементүүдийг судлахдаа суурин лабораторид гидрохимийн практикт өргөн хэрэглэгдэг, мэдрэх чадвар нарийвчлалтай сайтай уламжлалт химийн (эзлэхүүний жингийн) болон оптик цацаргалтын спектрофотометр болон ICP-OES багажийг ашигласан байна.

Цацрагийн судалгааны чиглэлээр газар дээр нь Гамма цацрагийн тунгийн чадал болон гүний худгийн усан дахь радоны хуримтлалын хэмжилт хийсэн байна.

Уст цэгүүд малын бэлчээр болон дээж авсан 94 цэгт хийсэн цацрагийн тунгийн чадлын хэмжилтийн дүн нь 0.04 - 0.21 мкЗв/цаг, “Говь-гео” ХХК шаврын цэг орчимд 0.09-0.10 мкЗв/цаг, Зөөвч овоо шаврын цэгийн хашаанд 0.08-0.10 мкЗв/цаг хэмжээтэй байгааг тодорхойлжээ. Тус хяналтын багийнхан хөрс ус ургамал болон малын эд эрхтний олон зуун дээжид олон төрлийн шинжилгээ хийж дараах дүгнэлтэд хүрсэн байдаг [6].

1. Дорноговь аймгийн Сайншанд, Зүүнбаян, Улаанбадрах сумын аргалант багийн зорилт бүлгийн иргэдэд хийсэн үзлэг шинжилгээгээр хүний эрүүл мэндэд ионжуулагч цацраг болон хүнд металлын нөлөөллөөс үүдэлтэй өвчлөл, эмгэг өөрчлөлтүүд илрээгүй.
2. Малчин Д.Норсүрэнгийн тугалнууд ионжуулагч цацраг болон ураны U нөлөөллөөс болж хордоогүйг тогтоосон байна.
3. Тугалын хорогдлын шалтгаан нь Se, Cu, Sb хордлого байх магадлалтай тул цаашид гүнзгийрүүлэн судлах шаардлагатай.

Бидний сонгон авсан Хараатын ордын хувьд өмнө хийгдсэн Био-геохимийн цогц судалгаа байхгүй бөгөөд бусад судлаачдын хөрс, ургамал, усанд хийсэн судалгааны ажлуудыг товчлон доор хүснэгтэд харууллаа.

Хүснэгт 4 Ус, ургамал, хөрсөнд хийсэн бусад судлаачдын ажлууд

№	Судалгааны ажлууд	Хөрс	Ургамал	Ус
1	Б. Цэндээ 1965 онд “Монгол оны томоохон голуудын микроэлемент”			+
2	1972 онд Ж.Жамсран, Б, Цэндээ нар “Ачит нуур орчмын хөрсний агрохими”	+		
3	1973 он Д. Жанцан “Оюутын зэсийн илэрцийн геохимийн урьдчилсан судалгаа”, “ургамал зэсийг хуримтлуулагч” , “Ханхөхийн нурууны бүс нутгийн зэсийн биохими”,		+	
4	1972 он Ж.Лосолмаа “Монголын хөрсний микроэлемент”	+		
5	1977 он Ш. Лувсандорж нарын “Зэс молибдений ордын хөрсөн дэх зэсийн тархалт ”	+		
6	1978 он Академич Амгалан“Монгол орны хөрсний микроэлемент”	+		
7	1965 он Д.Батсуурь, Б.Далхсүрэн, О.Отгонсүрэн нарын “Агаарын цацраг идэвхийг хэмжих”, Д.Түвдэндорж, Б.Чадраа нарын “Улаанбаатар орчны хөрсний цацраг идэвхийг тодорхойлох”	+		
8	2011. Jerome Nriagu, Dong-Ha Nam, Erdenebayar Erdenechimeg, Chimedsuren Ochir, Tsend-Ayush Bolormaa. “High levels of uranium in groundwater of Ulaanbaatar, Mongolia”			+
9	2012. Bolormaa Oyuntsetseg, Katsunori Kawasaki, Makiko Watanabe. Evaluation of the Pollution by Toxic Elements around the Small-Scale Mining Area, Boroo, Mongolia	+		+
10	2021. G.Prayoga, S Hariyadi, Sulistiono and H Effendi. “Heavy metal (Pb, Hg, Cu) contamination level in sediment and water in Segara anakan lagoon, Cilacap, Indonesia”	+		+
11	Норовын Тэгшбаяр “Монгол орны ундны усан дахь ураны судалгаа” Физикийн ухааны доктор (Ph.D)-ын зэрэг горилсон бүтээл F05330101			+
12	2019. Avni Malsiu, Ilir Shehu, Trajçe Stafilov and Fatmir Faiku “Assessment of Heavy Metal Concentrations with Fractionation Method in Sediments and Waters of the Badovci Lake (Kosovo)”	+		+

ХОЁРДУГААР БҮЛЭГ: СУДАЛГААНЫ ОБЪЕКТ СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

2.1 СУДАЛГААНЫ ОБЪЕКТ

2.1.1 Хараатын ордын газарзүйн байршил, онцлог

Дээр дурдсанчлан манай орон ураны нөөц нь батлагдсан 10 гаруй ордтой бөгөөд эдээрээс Нийслал улаанбаатар хотод хамгийн ойрхон Хараатын ордыг судалгааны объект болгон сонгон авч ус, хөрс, ургамлын элемтийн найрлага тархалтыг судлах зорилго тавьж ажилласан. Хараатын орд нь Дорноговь аймгийн Даланжаргалан, Дундговь аймгийн Баянжаргалан, Өндөршил сумдын нутагт Улаанбаатар хотоос зүүн урагш 330 км, Чойроос урд зүгт 80 км, Баянжаргалан сумаас 35км зайд оршдог (Зураг 2). Уг хөндий нь олон нуур тойром, өвс ургамал, ан амьтан, ихтэй нутаг.Хараатын орд нь ойролцоогоор 100 гаруй км² талбай эзлэх ба доод цэрдийн хурдасны дээд хэсэгт үүсчээ. Энэ хэсэгтээ цэрдийн хурдас нь 0.2 – 20 м зузаантай элс, шаврын үеүдээс тогтворгүйгээр салаавчлан тогтсон байдаг [3].



Байршил, координат

45°42'45.8"N	108°26'31.57"E
45°39'29.19"N	108°24'45.06"E
45°39'27.05"N	108°23'10.86"E
45°42'43.4"N	108°24'42.5"E

Зураг 2 Хараатын ордын байршил

Геологийн суурь талаасаа тус орд газрын хувьд хүдэржилт нь том хэмжээтэй, нийлмэл тогтоцтой, туузан хэлбэртэйгээр хэвтээ ташуу байрлалтай биетүүдээс бүрдэнэ. Хүдэржилт нь уг хөндийн зүүн биед эртний голын хөндий дагаж тогтжээ. Биетүүд нь суналын дагуу 20 км мөрдөгсөн бөгөөд өргөн нь 0.5-2 км, зузаан нь 1.0-30 м хүрнэ. 1997 онд Чойр Гурвансайхан, Хайрхан, Өндөршилийн хотгоруудад явуулсан геологийн судалгааны дүнгээр Хараатын ордын хүдрийн 1 ба 2-р биетэд дундажаар 0.03%-ийн агуулгатай 15000 тн ураны нөөц байгааг тогтоосон байна [5]. Энэ нөөцийг газрын доор уусгах аргаар олборлох боломжтой. Хүдрийн биетийг хүрээлсэн агуулагч чулуулаг нь янз бүрийн ширхэгтэй элс хайрга, шаварлаг элсэрхэг чулуулагтай, аливролит, шавар зэрэг болно. Ураны хүдрийн биетийн

зузаан нь захаараа 0.5-1.0 м, төв хэсгээрээ 20м, дундажаар 12.5 м хүрнэ. Хүдрийн биет нь хөрсний усны болон Чойрын хотгорын гүний усны түвшнээс дээш оршдог. Хүдрийн нөөцийн 70% нь уг түвшнээс дээш хуурай хэсэгт, 30 % нь усны давхаргад байрлана [3].

2.2 Хараатын орд газрын байгаль орчны төлөв байдлын үнэлгээ

Хараатын ураны орд нь ерөнхий төлөв байдлын хувьд эх газрын дулаавтар уур амьсгалтай, тал хээрийн бүсэд байрлана. Энэ нутагт тал хээрийн хүрэн, цайвар хүрэн хөрс зонхилдог боловч , хужир, мараалаг хөрс нь нам дор газар тархжээ. Нам дор хэсэгт бударгана, дэрс, шар шаваг зэрэг ургамал ургадаг[3].г.

2.2.1 Гадаргын ус

Хур тундасны хуваарилалт, газрын хотгор гүдгэрийн байдлаас хамааран гадаргын усны урсац бүрэлдэх бөгөөд олон жилийн дундач урсацын модууль 0-35 л/сек х.д. км, урсацын зузаан 3 мм, хаврын шар урсацын давхраа 0.5 мм, зуны хүр борооны зузаан 5мм байна. Хайлсан цас, хур борооны ус толгодын бэл, ам хөндийн сэвсгэр хурдсанд шингэх ба зарим хэсэг нь агаар мандалд ууршина. Энэ сав газрын усны гадаргаас уурших усны хэмжээ жилд 914.5 мм байдаг ба хур тундас ихтэй үед үер буух магадлал өндөр. Эндэхийн гол горхи намар 11 дүгээр сард хөлдах ба хавар 4-р сард мөсгүй болно. Ихэнх гол горхийн эрдэсжилт 350-450 мг/л, хатуулаг нь 4-5 мг-экв/л байдаг байна [3].

2.2.2 Хөрс

Тухайн бүс нутгийн хөрс нь далайн түвшинээс 1100-1700 метр хүртэлх өндөрт өргөгдсөн бэсрэг уулт талархаг хээрийн хүрэн хөрсний багтдаг бөгөөд нимгэн цайвар хүрэн хөрстэй. Тухайн бүс нутгийн хөрс үүсгэгч эх чулуулаг нь дөрөвдөгч үеийн делювийн хурдасын чулуулаг байдаг байна. Делювийн хурдас нь их төлөв уул, толгодын хоорондын өргөн ам, хөндий хоолой, долиорхог тэгшивтэр тал газар, нам хотос, тэгшивтэр тал газарт тархан элдэв төрлийн хөрс үүсгэдэг байна. Энэ хурдасын бүрэлдэхүүнд элс, элсэрхэг шавар, шаваранцар, үйрмэг бутармал бутармал чулуулаг багтана. Хурдасын онцлог нь байгалийн элдэв хүчин зүйлийн нөлөөгөөр нэг байрнаас нөгөө байранд шилжин гулсах замаар үүсэж тогтдог онцлогтой. Энэ хурдас нь их төлөв карбонатлаг байхаас гадна нам хотос, тойром бүрдэрхэг газраар бараг хужирлаг давсархаг шинж чанартай [3].

2.2.3 Орд газрын геологийн нөхцөл

Хонхорын эх чулуулаг болон ойр орчмын хэсэг нь занар, гнейс, болон палеозойн шохойн чулуу, пермийн ислэг эффузив, хожуу үеийн мезозойн лейкогранит болон вулканитаас бүрдсэн байна. Хонхорын дотоод хэсэг нь доод болон дээд цэрдийн метоморфоз шилжилтэнд ороогүй хушрдсасаас бүрдсэн бөгөөд тэдгээрийн нийт хэмжээ 1500 м байна. Хараатын орд Чойрын хонхорын өмнө хэсэгт 1-ээс 40 м-ийн гүнд байрласан бөгөөд урд талаараа доошилсон байна. Ордны бие нь нарийн тууз болон линзэн морфологитой бөгөөд уртрагийн дагуу сунасан байрлалтай. Ураны орд байршилын хувьд эртний голын хөндийн тэнхлэгийн дагуу байрласан ийн бөгөөд энд дундчаар 0.071-0.91%-ийн ураны агууламжтай ба 16-33 м-ийн багтаамжтай хамгийн баялаг блок хэсгүүдтэй юм [3].

2.2.4 Орчны цацраг идэвхжлийн түвшин

Ураны орд газрын дэвсгэр нутагт орчны цацраг идэвхжилийн дэвсгэр утгыг тогтоох судалгаа зайлшгүй шаардлагатай байдаг. Уулын чулуулаг, хөрс, сансрын туяан нь орчны цацраг идэвхжилт томоохон нөлөө үзүүлнэ. Уран U^{238} , U^{235} , Th^{234} , K^{40} , Rb^{87} зэрэг урт настай изотопууд орчны цацраг идэвхжилт зонхилох нөлөө үзүүлдэг. Сансрын туяа, нутаг дэвсгэрийн чулуулаг цацрагийн дэвсгэр утгад шууд нөлөөлнө. Энэ нөлөөлөл газрын өндөрлөгөөс хамаарах ба өндөр болох тутам цацрагийн дэвсгэр утга нэмэгдэнэ. Ураны задралын бүтээгдэхүүн болох радон (Rn) амьсгалын замаар хүний биед орсон тохиолдолд эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлнө. Байгаль дээр урт настай уран (U), тори (Th) зэрэг элементүүд байгалийн цацраг идэвхжлийн фоныг үүсгэдэг. Түүнчлэн хөрс, барилгын түүхий эд, янз бүрийн зохиомол цөмийн үүсгүүрүүд, эмнэлгийн тоног төхөөрөмжүүд цацрагийн фон үүсгэнэ. Манай судалгааны баг цацраг идэвхт ашигт малтталын ордын дэвсэр нутагаас хөрс, ус, ургамлын дээж цуглуулах явцад цацрагийн түвшинг тодорхойлохоор Дундговь аймгийн Баянжаргалан сумын төв Говьсүмбэр аймгийн Чойр хот явах замын дагуу цацрагийн түвшин тодорхойлох хэмжилтүүдийг хийсэн [3].

ГУРАВДУГААР БҮЛЭГ: СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

3.1 Хээрийн судалгааны арга зүй

Тус төслийн хүрээнд хийгдсэн ажлууд нь хээрийн болон суурин судалгаа гэсэн хоёр үндсэн хэлбэрээр явагдсан болно. Хээрийн судалгааны ажлаах нийт дөрвөн удаагийн явалтаар ус, хөрс, ургамлын дээжүүдийг цуглуулж, цацраг идэвхийн суурь түвшинг тухайн объектын бүсэд тухай бүрт гүйцэтгэсэн. Дараах хүснэгтэд дээжлэлтийн төрөл, тоо болон дээжлэлт авахдаа ашигласан арга зүйн стандартыг харууллаа (Хүснэгт 5).

Хүснэгт 5 Судалгааны ажлын хамрагдсан дээжийн тоо огноо хүснэгт үзүүлэв

Дээжийн төрөл	Дээжийн тоо	Огноо	Дээжлэлт хийсэн арга зүй
Хөрс	52 ш	2018-2019	- Ус – MNS ISO 5667-11:2000 - Ургамал – MNS 6865:2020
Ургамал	3 ш		
Хөрс	39 ш	2019.10.30 - 2019.11.05	Ургамал цуглуулах, тодорхойлох, хатаамал хийх арга
Ургамал	16 ш		
Ус	6 ш		
Хөрс	8 ш	2021.10 сар	- Хөрс – MNS 3298-90 Байгаль хамгаалах. Хөрс. Шинжилгээний дээж авахад тавигдах ерөнхий шаардлага
Ургамал	10ш		

Хөрсний дээжлэлт: Эхний жилийн хээрийн судалгааны ажлаар 120*100 метрийн тэгш өнцөгт, 120 метрийн катет бүхий адил хажуут гурвалжин хэлбэртэй талбай санамсаргүй байдлаар сонгон авч хоорондоо 15 метр зайтай цэгүүдээс судалгааны дээжүүдээ цуглуулан авсан болно. Дээр дурдсан жижиг талбайгаас авсан дээжийн шинжилгээний үр дүнг харгалзан үзэж дараагийн жилийн дээжлэлт хийх талбайг сонгосон болно. Бүх геохимийн урсгал дээжүүдийг өнгөн хөрсийг сайтар зайлуулан 12-15 см гүнээс ухаж дээж хоорондын бохирдлыг үүсгэхгүйн тулд дээж тус бүрийг тусгай зориулалтын пакетд хийж, дээжийн дугаар, координатыг тэмдэглэсэн болно. Судалгааны ажлын 2 ба 3 дугаар жилийн дээжлэлтийг тухайн ордын талбай дээр 500-700 метр зайтай цэгүүдээс дээжлэлт хийв. Хөрсний дээжүүдийг Монгол улсын стандарт MNS 3298:1990 “Байгаль Хамгаалал. Хөрс. Шинжилгээний дээж авахад тавигдах ерөнхий шаардлагууд” стандартыг мөрдөн 12-15 см гүнээс тус бүр 2 кг орчмыг авав.

Усны дээжлэлт: Усны дээжийг MNS ISO 5667-11:2000 - “Усны чанар-Дээж авах: 11-р бүлэг. Гүний уснаас дээж авах зөвлөмж”-г баримтлан авсан. Тус

газар нь говь, талын бүсэд багтах тул ил гол горхи, нуур цөөрөм байхгүй учир мал болон хүний хэрэгцээнд байх ундны усны дээжүүдийг цуглуулав.

Ургамлын дээжлэлт: Хараатын ураны орд газар нь зөвхөн хайгуулын судлагаа хийгдэж нөөц нь тогтоогдсон, олборлолт хийгдээгүй орд юм. Тухайн бүс нутгийн хувьд цацраг идэвхт болон хүнд, хортой элементийн суурь судалгааг хийхийн тулд ус болон хөрснөөс гадна мал иддэг, хүний хоол тэжээлийн циклд оролцдог ургамлуудыг мөн сонгон судаллаа. Ургамлын дээжийг үндсийг нь MNS 6865:2020 – “Ургамал цуглуулах, тодорхойлох, хатаамал хийх арга” стандартыг баримлан үндсийг оруулалгүй газрын гадаргаас дээш 5 см орчмыг үлдээн хэрчин авсан.

3.2 Суурин судалгааны арга зүй

Ураны орд газрын дэвсгэр нутагт хөрс, ус, ургамалын бүтэц орж байгаа элементүүдийн тархалт, элементүүдийн агууламжийг өндөр нарийвчлалтайгаар тодорхойлын тулд лабораторийн аналитик төхөөрөмжийн хүчин чадлыг тооцож үзэх ёстой. Үүний үндсэн дээр силикатын шинжилгээ, minor, trace элементүүдийг тодорхойлах аргуудыг тус тусад нь сонгон авсан болно. Силикатын шинжилгээг долгионы дисперсийн спектрометр дээр агууламжийг /ppm /түвшинд, minor, trace элементүүдийг Индукцийн холбоост плазм масс спектроскоп ICP-MS, Индукцын холбоост плазмын оптик эмиссийн спектрометр ICP-OES дээр /ppb/ түвшинд хийж гүйцэтгэв. Бүх дээжүүдийг шинжлэхэд олон улсын стандарт загварын дээжүүдийг ашиглан тохируулагын муруй байгуулаж хэмжилтийн алдааг тооцон үр дүнгүүдийг гаргасан болно.

Судалгааны ажлын дээжийг MNS 11466:2007, ISO 11885:2007, MNS ISO 17294:2018 стандартуудын дагуу Геологийн төв лабораторийн доорх багаж тоног төхөөрөмжүүдийг ашиглан шинжилгээг гүйцэтгэв.

3.2.1 Дээж бэлтгэл

Хөрсний дээж бэлтгэл: Хөрсний дээжийг 0.074 мм болтол нунтаглан, хатаах зууханд 1 цаг хатаасны дараа 0.5 гр аар жигнэн авч, органик нэгдлүүдийг шатаах зууханд 650°C-750 °C-т 1 цаг байлгаж дэгдээнэ, дээжийг хөрсний дараа нэрмэл усаар чийглээд, 3 мл хлорын хүчил (HCl), 8 мл хайлуурын хүчил (HF), хийгээд хонуулна. Хонуулсан дээжээ чийглэг давсны байдалтай болтол ширгээнэ. Дараа нь ханыг усаар угаагаад 2.5 мл азотын хүчил (HNO₃) хийж халаана, хөргөөд 45 мл хүртэл нэрмэл усаар шингэлээд хэмжилтэнд өгсөн. Хөрсний дээж бэлтгэлийн дарааллыг Зураг 3-д харуулав.



Зураг 3 Хөрсний дээж бэлтгэлийн дараалал

Ургамлын дээж бэлтгэл:

Ургамлын дээжийг 450°C – 650°C-д 1 цаг үнсжүүлнэ. Үнснээс 0.5 гр аар жигнэн авч, нэрмэл усаар чийглээд, 3 мл хлорын хүчил (HCl), 8 мл хайлуурын хүчил (HF), хийгээд хонуулна. Хонуулсан дээжээ чийглэг давсны байдалтай болтол ширгээнэ. Дараа нь ханыг усаар угаагаад 2.5 мл азотын хүчил (HNO₃) хийж халаана, хөргөөд 45 мл хүртэл нэрмэл усаар шингэлээд хэмжилтэнд өгсөн. Дээж бэлтгэлийн дарааллыг Зураг 4-д үзүүлэв.



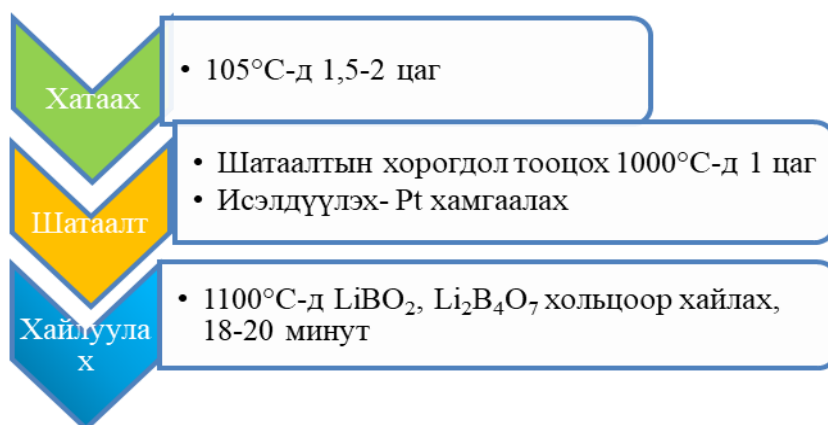
Зураг 4 Ургамлын дээж бэлтгэлийн дараалал

Усны дээж бэлтгэл

Усны дээжийг ямар нэгэн химийн задаргаагүйгээр багажны хэмжилтэнд шууд өгсөн.

XRF-ийн шилэн дээж нь тоон шинжилгээ хийхэд зориулагдсан 0.074 (200 меш) болтол нунтаглагдсан нэгэн төрлийн аналитик дээжийг 105°C-д 1.5 цаг хатаана. Хатаасан дээжийг 103°C-т 2 цаг шатаахад органик нэгдэл, кристалжсан ус зэрэг нь дэгдэнэ. Үүний дараа 1.2 гр дээжийг 6 гр урвалж

материал буюу флакс ($\text{Li}_2\text{O}_4\text{F}_7:\text{Li}_2\text{F}_7=2:1$)-тай нэгэн төрөл болтол хольж цагаан алтан аяганд 110°C -д 20 минут хайлуулан шилэн дээж бэлтгэнэ. Дээжийг 3 шаттайгаар бэлтгэнэ.



3.2.2 Хэмжилтийн багаж хэрэгслүүд

Бүх шинжилгээний үр дүнг спектрометрүүдийн үйлдвэрлэгчээс хангасан программын дагуу үр дүнгийн боловсруулалт хийсэн болно. Олон улсын стандарт загварын дээжүүдийг ашиглан тохируулагын муруй байгуулаж хэмжилтийн алдааг тооцон үр дүнгүүдийг гаргасан.

Долгион дисперсийн рентген флуоресценцийн спектрометр

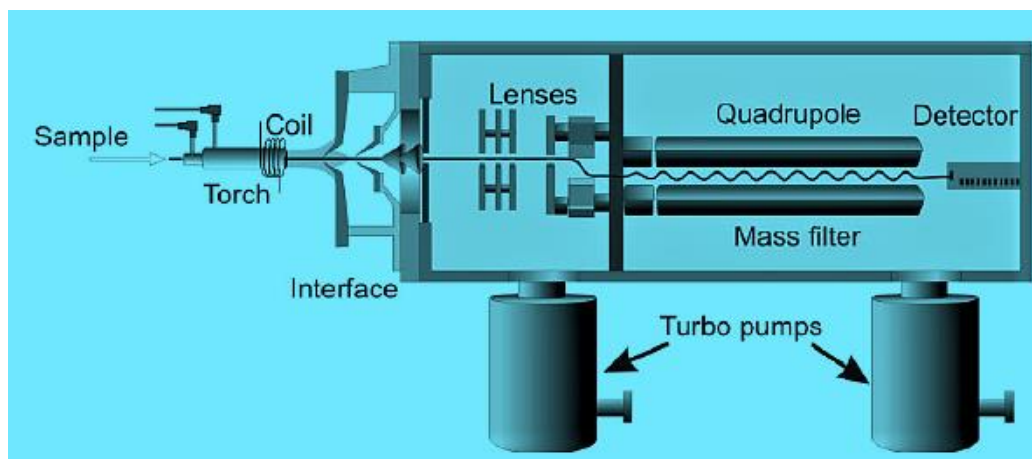
Нидерландын PANalytical фермийн бүрэн автомажсан, хамгийн сүүлийн үеийн загвар юм. Чулуулаг, хүдэр, зарим төрлийн баяжмал, үнс, байгаль орчны дээжийнд үелэх системийн хүчилтөрөгчөөс уран хүртэлх 44 элементийг нэгэн зэрэг богино хугацаанд тодорхойлж, тоон шинжилгээний чанар үнэмшил, хурд бүтээмж, нарийвчлалыг олон улсын түвшинд хүргэж, шинжилгээний ажлын зардал өртгийг багасган, захиалагчийн эрэлт хэрэгцээг хангадаг.



Зураг 5 Долгион дисперсийн рентген флуоресценцийн спектрометр

Индукцийн холбоост плазмын масс спектрометр

XSERIES II маркийн индукцийн холбоост плазмын масс спектрометр (ICP-MS) багаж тоног төхөөрөмжүүдийг ашиглан хүнд хортой болон цацраг идэвхт элементүүдийг шинжилсэн. Тодорхойлох нийт элементийн тоо 44 болно.



Зураг 6 Индукцийн холбоост плазмын масс спектрометрийн схем (ICP-MS)

Зураг 6-д квадрупол ICP-MS нь дээжийг нэвтрүүлэх систем, индуктив хосолсон плазм (ICP), интерфейс, ион оптик, масс анализатор ба детектор гэсэн зургаан үндсэн хэсэгтэй. Шингэн дээжийг дээж нэвтрүүлэх системд эхлээд шүршиж, дараа нь аргон плазм руу шилждэг нарийн аэрозол үүсгэдэг. Өндөр температурт плазмын дээжийг атомжуулж, ионжуулж, ион үүсгэж интерфэйсийн бүсээр ялган авч, ион оптик гэж нэрлэдэг электростатик линзийн багцад оруулдаг. Ион оптик нь ионы цацрагийг (beam) квадрупол масс анализатор руу чиглүүлж фокусладаг. Масс анализатор нь ионуудыг массын цэнэгийн харьцаагаар нь ялгаж, ионуудыг детектор дээр бүртгэдэг [7]. Хэмжилтэнд ашигласан багажны мэдээллийг Хүснэгт 6-т үзүүлэв [8].

Хүснэгт 6. Индукцийн холбоост плазмын масс спектрометрийн мэдээлэл

Багажны мэдээлэл		Зураг
Ионы эх үүсвэр гаргагч	Плазм	
Өндөр давтамжит тэжээлийн эх үүсвэрийн чадал	1200-1400 вт	
Торчийн байрлал	Хэвтээ	
Аргон хийн ажлын даралт	5-6 bar	
Хөргөгч хийн урсгалын хурд	0.8-1.5 л/мин	
Плазмын хийн урсгалын хурд	10-15 л/мин	
Үлээлгэх хийн (nebulizer gas flow) урсгалын хурд	0.8-1.0 л/мин	
Масс анализатор	Квадрополь	
Детектор	Электрон үржүүлэгч	
Вакуум насос эргэлтийн хурд	1000 Гц	
Масс анализаторын камерын даралт	$\sim 2.5 \cdot 10^{-7}$ bar	

ДӨРӨВДҮГЭЭР БҮЛЭГ: СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Хээрийн болон суурин судалгааны ажлаас гарсан үр дүнг дараах байдлаар дараалан үзүүллээ:

- Ураны орд газар орчим цацрагийн суурь түвшинг хэмжсэн үр дүн болон хөрсний дээжүүд дээр хийсэн гамма спектрометрийн хэмжилтийн үр дүн (Зураг 7), (Хүснэгт 7)
- Хөрс, ургамал, ус тус бүрт элементийн анализийг XRF, ICP-MS, ICP-OES багажуудаар хийсэн үр дүн (4.2),
- Элементийн анализаас цугларсан өгөдлийн санд үр дүнгийн боловсруулалт хийсэн үр дүн (4.3).
 - Эхний боловсруулалт нь цацрагийн суурь түвшинг хэмжсэнтэй ижлээр байгаль орчны бохирдлын үнэлгээг хүнд болон хортой элементүүдийн хувьд хийсэн үнэлгээ (4.3.1).
 - Дараагийн боловсруулалт нь дээж хоорондын болон элемент хооронд корреляц хамаарлыг гаргах статистик боловсруулалтын PCA аргаар хийсэн боловсруулалтын үр дүн (4.3.2)..

4.1 Ураны орд газрын дэвсгэр нутагт хэмжсэн цацрагийн суурь түвшин

Судалгааны дээж авсан талбайн цацрагийн фон болон дээжүүдийн координатаас хамаарсан график цацрагийн дэвсгэр түвшин нь 12 нЗв/цаг-18 нЗв/цаг байна.



Зураг 7. Цацрагийн суурь түвшний хэмжээ

4.1.1 Хөрсний шинжилгээ хийсэн гамма спектрометрийн дүн

Хараатын ордын дэвсгэр нутгаас авсан хөрсний 98 дээжийг төлөөлхүйц 6 ширхэг дээжийг сонгон авч Мэргэжлийн хяналтын ерөнхий газрын цацрагийн хяналт тохирууллагын лабораторид хэмжилт хийлгүүлэв. Хэмжилтийн үр дүнг Хүснэгт 7-д харуулав.

Хүснэгт 7 Хараатын хөрсний шинжилгээ хийсэн гамма спектрометрийн дүн

№	Сорьцын нэр	Хэмжсэн хугацаа	Масс	Изотопын хувийн идэвх, Бк/кг			
		сек	кг	U-238	Th-232	K-40	Cs-137
1	Бг-43	10800	0.645	35.5 ± 1.4	13.4 ± 0.6	860 ± 40	1.7 ± 0.3
2	Бг-38	10800	0.661	50.5 ± 1.9	18.8 ± 0.8	938 ± 44	4.6 ± 0.4
3	Бг-18	10800	0.687	33.6 ± 1.4	13.5 ± 0.6	882 ± 42	3.1 ± 0.5
4	Бг-34	10800	0.647	44 ± 1.7	17.7 ± 0.6	795 ± 33	1.1 ± 0.2
5	Бг-49	10800	0.633	44.4 ± 1.4	17.2 ± 0.7	912 ± 43	2.4 ± 0.3
6	Бг-01	10800	0.690	59 ± 1.4	21.6 ± 0.8	945 ± 39	3.6 ± 0.4

4.2 Элементийн шинжилгээний үр дүн

4.2.1 Хөрсний шинжилгээний үр дүн

Судалгааны ажлын хүрээнд нийт 98 хөрсний дээжид 4000 гаруй элемент тодорхойлолт хийж элементүүдийн агууламжийг дэлхийн царсдаст байгаа элементүүдийн кларкийн агууламж мөн хөрсөнд агуулагдах элементийн дундаж агууламжтай харьцуулсан болно.

Хөрсний дээжийн макро элементүүдийн үр дүнг үзэхэд RF 80515-RF80517 дугаартай дээжүүдэд SiO₂ (17.20-39.08%) байхад CaO (19.71-37.06%), K₂O (4.76-21.39%), P (2.397-1.352%), Al₂O₃ (0.8-4.41%) байгаа нь говийн хөрсний өнгөн хэсэгт Si, Ca, K, P, Al байгаа ба Ti, Mn, Na бага байна. Хөрсөнд хийсэн шинжилгээний. RF80508-RF80518 дугаартай 10 ширхэг дээжид макро элементүүдийн агуулга Si>Al>Fe>K>Na>P>Ti>Mn дараалалтай байгаа боловч RF80515-RF80517 дээжүүдэд Ca-ийн агуулга бусад 7 дээжнээс их байна. RF80508-RF80517 дугаартай 10 ширхэг хөрсний дээжид Th, U ердийн хэмжээнд, газрын ховор элементүүдээс La, Ce, Pr, Sm зэрэг элементүүд багажны мэдрэх чадварын түвшинд байна. Харин ICP-OES багажаар хэмжсэн үр дүнгээс харвал БГ 18 - БГ 50 хүртэл дугаартай 25 дээжид хийсэн шинжилгээний дүнгээс үзэхэд Fe>Ti>Ba>Mn>Zn зэрэг элементүүд дэлхийн кларкийн түвшинд байна.

Хүснэгт 8 Хөрсний 10 дээжийн макро элементийн дүн (ислээр)

		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅
1	RF80508	74.9	0.58	11.7	3.55	0.88	0.46	1.47	3.19	0.07	0.06
2	RF80509	75.4	0.59	11.4	3.02	1.18	0.55	1.55	3.02	0.06	0.07
3	RF80510	75.0	0.62	12.1	3.13	0.96	0.39	1.77	3.41	0.06	0.08
4	RF80511	76.3	0.52	11.4	3.14	0.83	0.37	1.53	3.21	0.06	0.06
5	RF80512	72.5	0.62	11.9	3.54	0.95	0.48	1.59	3.16	0.07	0.07
6	RF80513	75.2	0.60	11.6	3.73	0.86	0.36	1.68	3.35	0.07	0.07
7	RF80514	76.1	0.62	11.4	3.37	0.89	0.31	1.69	3.38	0.07	0.07
8	RF80515	17.2	0.30	4.4	1.78	37.06	2.25	0.38	4.76	0.10	2.39
9	RF80516	39.1	0.55	8.8	3.48	19.71	4.85	0.67	3.71	0.14	1.35
10	RF80517	10.0	0.06	0.8	0.43	21.55	12.23	0.68	21.39	0.07	1.58
11	RF80518	69.0	0.57	15.9	1.91	1.15	0.26	2.46	4.51	0.04	0.09

Макро болон микро элементийн хувьд XRF ба ICP-OES багажуудаар гүйцэтгэсэн шинжилгээний үр дүнд үндэслэсэн үр дүн гарсан. Микро элементүүдийн хувьд дэлхийн гадаргын геохимийн давхрагад агуулагдах элемент бүрийн дундаж агуулагыг илэрхийлэх кларкийн утгатай харьцуулана.

БГ 18 - БГ 50 дугаартай хөрсний 25 дээжүүдэд Ce (73.45-39.90 мг/кг), La (21.8-34.56 мг/кг), Nd (24.17-25.76 мг/кг), Pr дунджаар 5 мг/кг, Sm (2-4.52 мг/кг) байгаа бол Y бүлэг Gd (301-4.6 мг/кг), Th (0.34-0.55 мг/кг), Pu (1.83-2.81мг/кг), Er (0.95-1.62 мг/кг), Yb (0.88-1.44 мг/кг), Lu (0.15-0.24мг/кг). Эдгээр

шинжилгээний дүнгээс харахад газрын ховор элементүүд нь дэлхийн хөрсөнд байдаг дундаж агуулга буюу кларкийн утгатай ойролцоо байна. Дэлхийн хөрсөнд байх торийн (Th) дундаж агуулга 3.4-10.5 мг/кг харин уран (U) 0.79-11 мг/кг байдаг. Энэ нь Болгар, Их британи, Энэтхэг, Канад, Польш, АНУ, Герман зэрэг орны дундаж агуулга юм. Харин манай орны хувьд зөвхөн нүүрсний ордуудад уран торий тодорхойлсон дүн байдаг. Ялангуяа говийн хөрсөнд уран (U), торий (Th) тодорхойлсон шинжилгээний үр дүн байхгүй учир судалгааны үр дүнгээ дэлхийн улс орнуудын хөрсөн дөх уран (U), торий (Th) тодорхойлсон үр дүнтэй харьцуулсан.

Хөрсний 8 дээжийн шинжилгээг ICP-OES багажаар гүйцэтгэсэн шинжилгээний үр дүнгээс Th/U харьцааг хүснэгт 9-д үзүүлэв.

Хүснэгт 9 Хөрсний дээжийн Th болон U - г харьцуулсан хүснэгт

д/д	Лаб №	Дээж№	Th	U	Th/U
1	1943	1/8	8.49	1.74	4.88
2	1944	9/8	7.40	2.11	3.51
3	1945	12/8	3.51	0.94	3.73
4	1946	14/8	13.70	2.87	4.77
5	1947	15/8	11.73	3.04	3.86
6	1948	16/8	8.81	2.92	3.02
7	1949	41/10	5.54	1.51	3.66
8	1950	ш/10	3.34	3.15	1.22

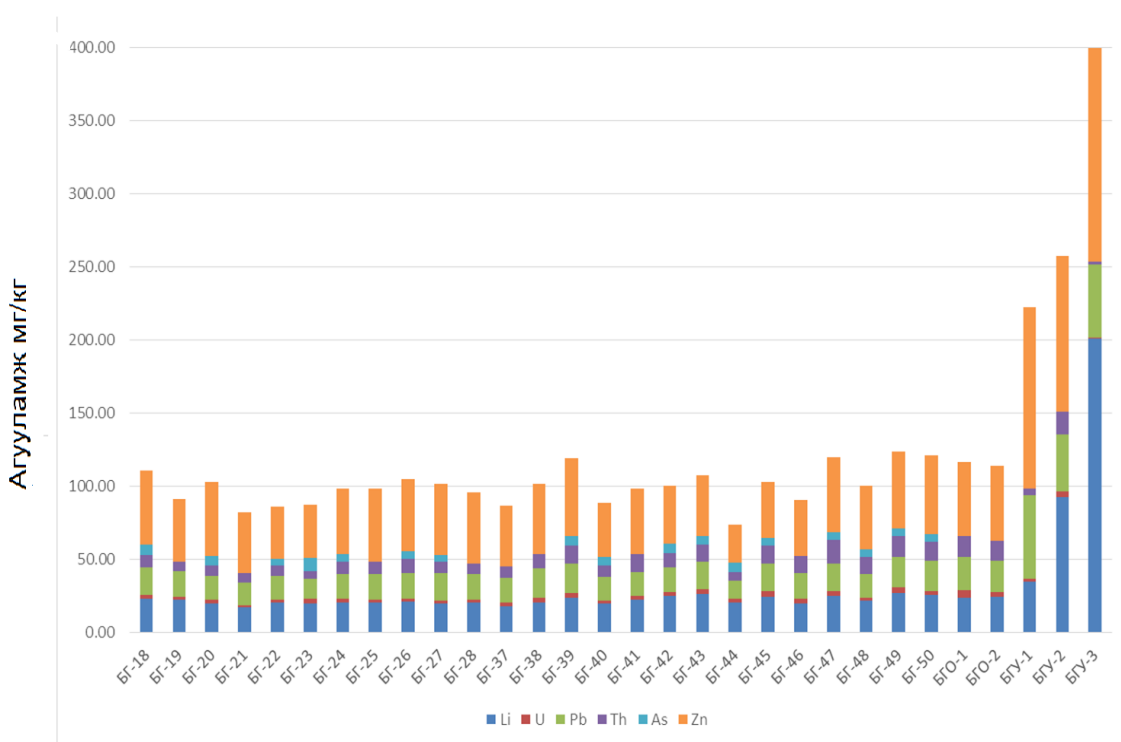
Хүснэгт 9-д үзүүлснээр Th, U-ны харьцаа эхний 7 дээжид 3.06-4.88, хэмжээнд байна. Мөн дээрх 8-н хөрсний дээжид газрын ховор элементүүдээс церийн бүлгийн элементүүд голлож байгаа ба Ce (11.32-72.21мг/кг), La (5.68-34.08 мг/кг), Nd (5.0-30.54 мг/кг), Sm (1.08-5.96 мг/кг), Eu (0.34-1.15 мг/кг), иттрийн бүлгийн элементүүдээс Y (4.51-16.11 мг/кг), Gd (1.11-5.80 мг/кг), Th (0.16-0.68 мг/кг), Dy (0.87-3.47 мг/кг), Ho (0.15-0.60 мг/кг), Er (0.47-1.81 мг/кг), Tm (0.05-0.23 мг/кг), Lu (0.05-0.23 мг/кг), Yb (0.46-1.63 мг/кг) тус тус байгаа нь шинжилгээгээр тодорхойлогдсон. Sr-н Дэлхийн кларк 343мг/кг ба АНУ-д хөрсөнд байх Sr-н дундаж агууламж 110-445мг/кг байдаг. Энэ нь дэлхийн кларкаас 1.7 дахин их байна.

Дээрх элементүүдээс гадна зарим нэг элементүүдийг сонгон авч кларкийн түвшинтэй харьцуулж үзлээ. Дэлхийн кларкийн хэмжээ Sr -ийн хувьд 450мг/кг, харин бидний судалсан Хараатын 98 хөрсний дээжид Sr (192мг/кг-314мг/кг) байгаа нь дэлхийн дундаж агуулгатай ойролцоо байна.

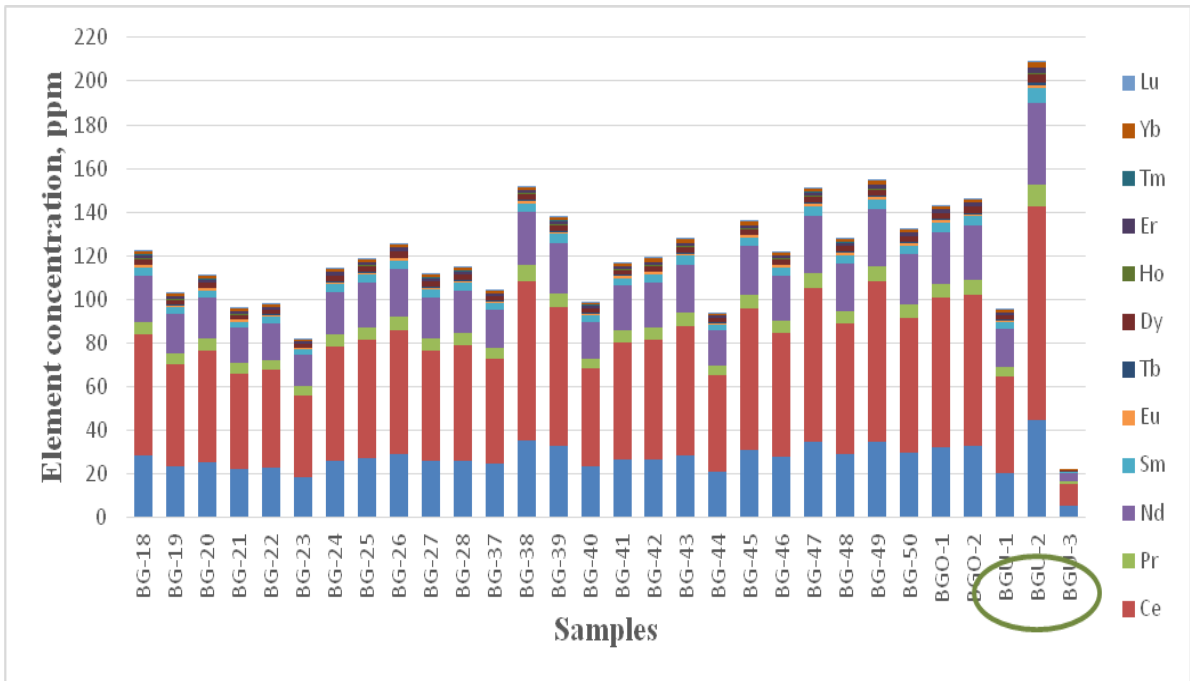
RF80508-RF80517 дугаартай дээжүүдийн La, Ce, Nd, Pr, Sm зэрэг газрын ховор элементийн церийн бүлгийн элементүүд дэлхийн кларк, хөрсөнд агуулагдах хэмжээнд байна. Бусад 9 дээжид Y дэлхийн кларкийн хэмжээнээс доогуур байна. Лантаноидын церийн бүлгийн болон Y бүлгийн бүх элементүүд энэ 25 хөрсний дээжид илэрсэн. Хөрсний 1-39 дээжид 42 элементийн агуулга Fe>Ti>Ba>Mn>Sr ийм дарааллаар багасч харин Se, Cd, Ta, Bi зэрэг элементүүд 0.5 мг/кг аас бага байна. Мөн 1/8, 9/8, 12/8, 14/8, 15/8,

16/8, 41/10 дээж дугаартай хөрсний 8 дээжид 42 элемент тодорхойлоход 16/8 дээжийн зарим элементүүдийн агуулгамж [Fe (19.3%) > Ti (2522мг/кг) > As (71.2мг/кг) > Zn (60.92мг/кг) > V (47.71мг/кг) > Li (33.19мг/кг) > Cr(19.85мг/кг) > Ni (13.43мг/кг) > Cu (9.44мг/кг) > Sc (7.03мг/кг) > Co (6.31 мг/кг) > U (2.0мг/кг) > Se (0.5 мг/кг)] бусад 7 дээжээс харьцангуй их байна. Мөн энэ дээжид As, Zn зэрэг элемент нилээд их хэмжээгээр байгаагаараа онцлогтой байна. As-ийн агуулга “MNS 5850:2019 Хөрсний чанар. Хөрсөнд агуулагдах бохирдуулах бодисын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ” монгол улсын стандартад заасан хөрсөнд агуулагдах дээд хэмжээнээс өндөр байгаа нь харагдлаа. Дээрх бүх шинжилгээний үр дүн хавсралтаар оруулсан болно.

Нийт 30 дээжин дахь зарим хөнгөн, цацраг идэвхт, хүнд (Li, U, Pb,Th, As,Zn), газрын ховор элементүүдийн дээж тус бүрд байгаа агууламжуудын хамаарлыг харуулав.



дээж дугаар
Зураг 8 Хөрс болон ургамлын дээжин дахь зарим хөнгөн, цацраг идэвхт, хүнд (Li, U, Pb,Th, As,Zn)элементүүдийн агуулга



Зураг 9 Хөрс болон ургамлын дээжин дахь газрын ховор эементийн агуулга

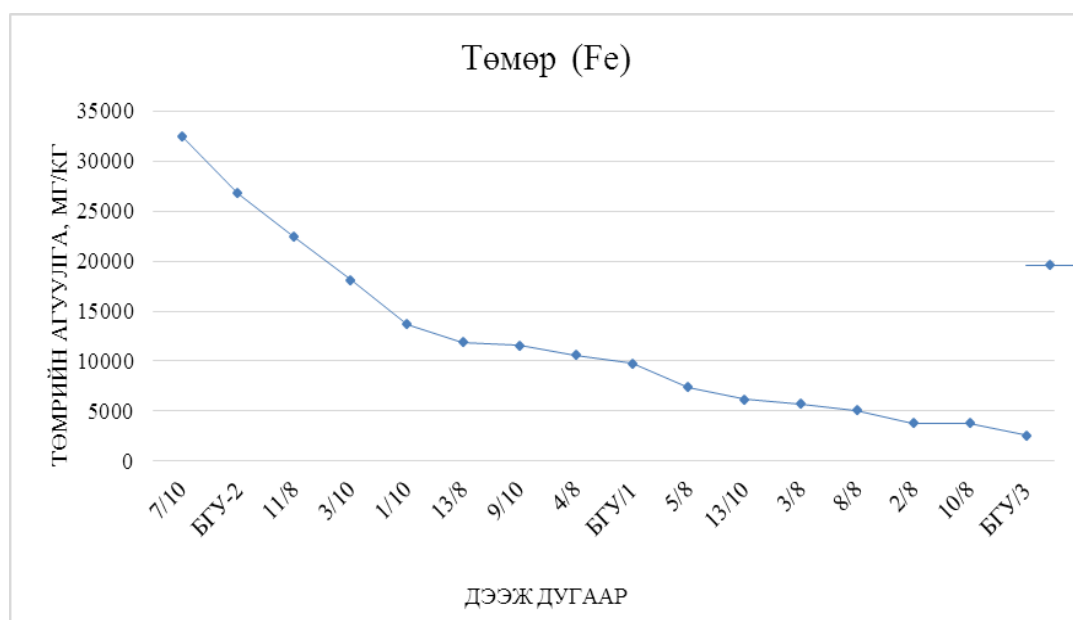
4.2.2 Ургамлын шинжилгээний үр дүн

Ургамлын дээжийн тайлалтыг Улаанбаатар их сургуулийн багш Доктор профессор Э.Ганболдоор тодорхойлуулав.

Хараатын ордын талбайгаас ургамлын 7-н төрлийн 16 ширхэг ургамлын дээж авч шинжилгээ хийсэн. Хийсэн шинжилгээний дүнг элемент бүрээр агууламжийг ихээс бага руу эрэмбэлсэн ба Fe-Төмрийн агуулгыг Хүснэгт 10 -д үзүүллээ.

Хүснэгт 10 Ургамал дах төмрийн (Fe) агуулга

№	Лаб №	Дээж №	Дээжийн тодорхойлолт	Агуулга (мг/кг)
1	181	13/8	Харгана	11900
2	188	БГУ-2	Харгана	26800
3	180	11/8	Харгана	22400
4	185	9/10	Харгана	11600
5	176	4/8	Харгана	10600
7	187	БГУ/1	Харгана	9800
8	183	3/10	Харганы үндэс	18100
9	182	1/10	Харганы үндэс	13700
10	184	7/10	Лууль	32500
11	177	5/8	Cirstu mill	7400
12	186	13/10	Дэрс	6200
13	175	3/8	Дэрс	5700
14	174	2/8	Ямаан шарилж	3800
15	179	10/8	Ерхөг	3800
16	189	БГУ/3	Лууль голдуу	2600



Зураг 10 Ургамалын 16 дээжийн Fe-н агуулга

Уртраг 108°2918.01, Өргөрөг 45°4038.32 солиболцлын дагуу авсан лаб №184 буюу 7/10 дугаартай лууль дээжид төмрийн агуулга 3.25% байгаа нь дэлхийн кларкийн 3.33% агуулгатай адил байна. Харин лаб №189 буюу БГУ-3 дугаартай лууль голдуу дээжийн төмрийн хэмжээ 0.26% байгаа нь дэлхийн кларкаас 12.8 дахин бага байна. 7/10 дээж дугаартай лууль голдуу дээж БГУ/3 дугаартай дээж адилхан лууль голдуу дээж боловч 7/10 дээжийн төмрийн агуулга БГУ/3 дугаартай дээжээс 12.5 дахин их байгааг харьцуулан үзэх шаардлагатай.

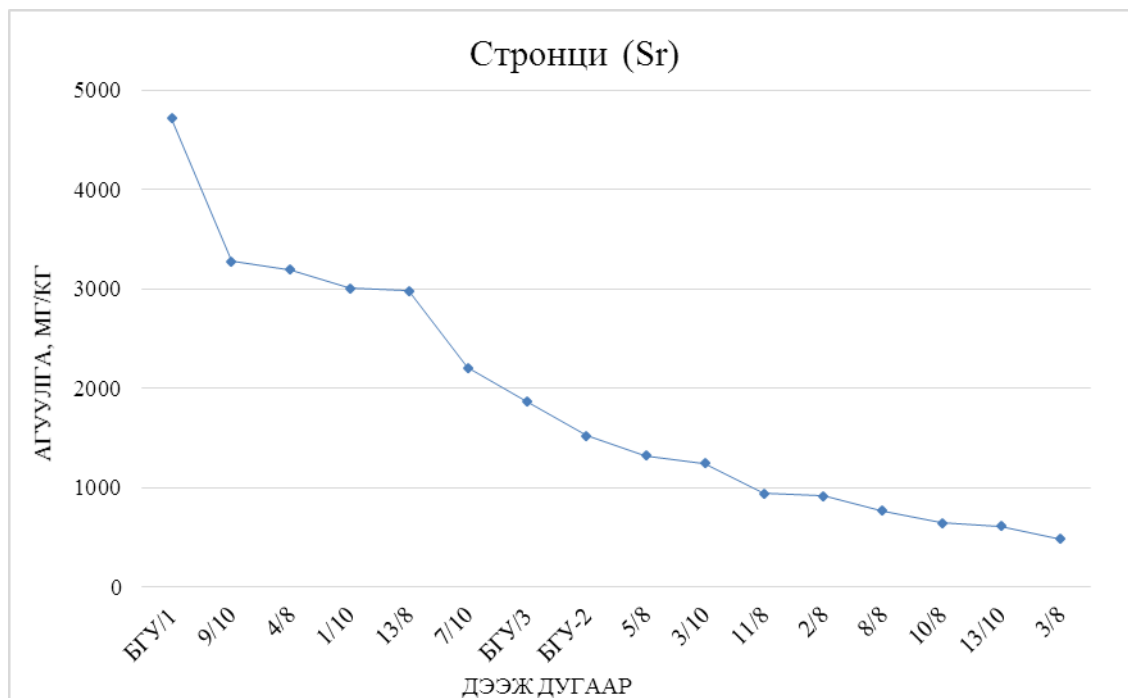
Лаб № 188 буюу БГУ/2 дээж дугаартай Харгана дээжийн төмрийн агуулга 2.68%, лаб № 180 буюу 11/8 дээж дугаартай дээжийн төмөр 2.24%, лаб № 183 буюу 3/10 дугаартай харганы үндсэнд төмөр 1.81%, лаб № 182, 1/10 дээж дугаартай харганы үндсэнд төмөр 1.37%, Дээжлэлт хийсэн нийт харганы дээжүүдэд төмрийн агуулга 0.98%-2.68% хүртэл байна. Дэлхийн кларк ургамалд 2127-3580 мг/кг хооронд, малын иддэг өвсний төрлийн ургамалд 1000 мг/кг байдаг. Харгана ургамал нь төмрийн дээжийн ургамалд байх 0.01% буюу 100 мг/кг дундаж хэмжээнээс 98-268 дахин их хэмжээтэйг бид сонгож авсан дээжийн шинжилгээний дүн харуулж байна. Дэрс нь 5700-6200мг/кг байгаа нь дэлхийн кларкийн дундаж хэмжээнээс 57-62 дахин их өвсний төрлийн ургамалаас 1.73 дахин бага байна.

Стронци (Sr)

Sr хэмжээ нь бидний судлаж буй ургамлуудад 479- 4714 мг/кг – ийн хооронд байна. Sr-н үр дүнг хүснэгт 11-д үзүүлээ.

Хүснэгт 11 Ургамал дах стронций (Sr)-ийн агуулга

№	Лаб №	Дээж №	Дээжийн тодорхойлолт	Агуулга (мг/кг)
1	187	БГУ/1	Харгана	4714
2	185	9/10	Харгана	3275
3	176	4/8	Харгана	3190
4	181	13/8	Харгана	2977
5	182	1/10	Харганы үндэс	3002
6	181	13/8	Харгана	938
7	188	БГУ-2	Харгана	1523
8	183	3/10	Харганы үндэс	1240
9	177	5/8	Cirstu mill	1317
10	184	7/10	Лууль	2202
11	189	БГУ/3	Лууль голдуу	1859
12	174	2/8	Ямаан шарилж	916
13	178	8/8	Чер	766
14	179	10/8	Ерхөг	642
15	186	13/10	Дэрс	608
16	175	3/8	Дэрс	479



Зураг 11 Ургамалын 16 дээжийн Sr-н агуулга

Ургамлын дээжид шинжилгээ хийхэд Sr агуулга нь 600-4479 ppm агуулагатай байна. Ургамал дотороос дэрсэнд Sr агуулга хамгийн бага нэгэн төрлийн харганд хамгийн их байна.

Бидний судалсан ургамлын дээжүүдээс лаб №187 буюу БГУ-1 дугаартай дээжид Sr агуулга хамгийн их 4714 мг/кг байгаа нь ургамалд байх Sr хэмжээнээс 3.1 дахин их байна. Энэ нь Sr кларкаас 10 гаруй дахин их байна. Бид харгана дахь Sr тахарлтын судалахын тулд хамгийн залуу буюу хамгийн нарийн, хамгийн хөгшин буюу хамгийн бүдүүн харганы ишний диаметрээс хамаарсан хамаарлыг судлаж үзлээ. 8 харганы дээжид байгаа Sr-н агууламжийг тодорхойлов. Энэ хамаарал нэгэн төрлийн харганад Sr ихээр шимэгдэж хуримтлагдагыг харуулж байна. Харин лаб №182 буюу 1/10 дугаартай дээж харганы үндсэнд Sr агуулга 3002 мг/кг, лаб №183 буюу 3/10 дугаартай харганы үндсэнд Sr агуулга 1240 мг/кг байгаа нь ургамалд байх хэмжээнээс 1.21 дахин бага байна. Дэрсэнд Sr нь 479 мг/кг–608 мг/кг, чер хамхол 766 мг/кг, лууль-д Sr - 1859 мг/кг–2202 мг/кг агуулагатай байна. Эрдэмтэн Ж.Амгалан Малахийн талын ургамал Харганын Sr агуулга зун 88.6 мг/кг, намар 81.4 мг/кг, өвөл 75.3 мг/кг байгааг судалж байжээ. Дээрх судлаачийн судалгааны үр дүнгээс бидний хийсэн судалгааны үр зөрж байгаа нь ураны орд газартай холбоотой байх өндөх магадлалтай.

Дэлхийн судлаачдын судалсан судалгааны дүнгээс үзэхэд ургамалд Sr-ийн хэмжээ үргэлж хувирамтгай байдаг. ОХУ-н хөрсөнд Sr – 0.035% бол А.Виноградовын судалгаагаар дэлхийн Sr кларк хэмжээ 0.04% буюу 400 мг/кг, усанд байх Sr хэмжээ 0.5 мг/л, далайн усанд түүний давсжилтаас хамаарч 7-50 мг/л байдаг.

Sr нэгдлүүдээс усанд уусамтгай нь SrC₂, Sr(NO₃)₂, SrSO₄ бөгөөд эдгээрийн агуулга 114 мг/л – 1500 мг/л хүрэхэд загас амьтан хордоно. Харин 20 мг/л байхад биологийн биохимийн өөрчлөлт орохгүй. Усанд 10мг/л Sr агуулагдаж байхад хүний өсөлтөнд сөргөөр нөлөөлж, бие организмаас кальцыг (Ca)-г түрж гаргадаг.

Шүлтлэг хөрсөнд Ca, K – н ион солилцол сайн явагдах бөгөөд Ca нь Sr – р солигддог. Сүүлийн үеийн судалгаагаар Тажикистанд жижиг биетэй, богинохон гартай хүн олон төрдөг нь Sr-ийг үүссэн рахит болохыг биогеохимийн судалгаагаар эрдэмтэд тогтоосон байна. Судлаачдын радиоидэвхт Sr⁹⁰-н хордлогыг амьтан дээр туршихад залуу амьтан хөгшин амьтнаас илүү хурдан илүү их радиоидэвхт Sr-хордлого авч байсан. Залуу хулганад Sr⁹⁰-г 2.5-3.0μC/г өгөхөд шууд ясанд нь нөлөөлж байсан. Тажикистанд хийсэн Sr судалгаагаар Artemisia sp гэсэн шарилжинд Ca-2.9%, Sr-0.03% буюу Ca болон Sr харьцаа 96 байсан.

Тажикистаны Artemisia sp – гэдэг нэртэй шарилж нь Sr-р их баяжигдан 300 мг/кг болсоныг Тажикистаны эрдэмтэд судалсан байна. Харин хараатын ордоос авсан ямаан шарилжинд Sr – 916 мг/кг агуулгатай байгаа нь Тажикистаны Artemisia sp ургамалаас 3.1 дахин их байна. Харин бидний судласан ургамлын дээжүүдээс хамгийн бага агуулгатай ургамал нь дэрс (479 мг/кг) байсан.

Бидний судалсан харгана, түүний үндсэнд 1523-4714 мг/кг хүртэл байгаа бөгөөд хөрснөөс өдий хэмжээний Sr-г шингээж авсан. Харин чер хамхол, ерхөг, дэрс зэрэг ургамалд 479-766 мг/кг Sr-г агуулагдаж байгаа нь хараатын ураны орд газрын орчмын хөрсний онцлог тал юм.

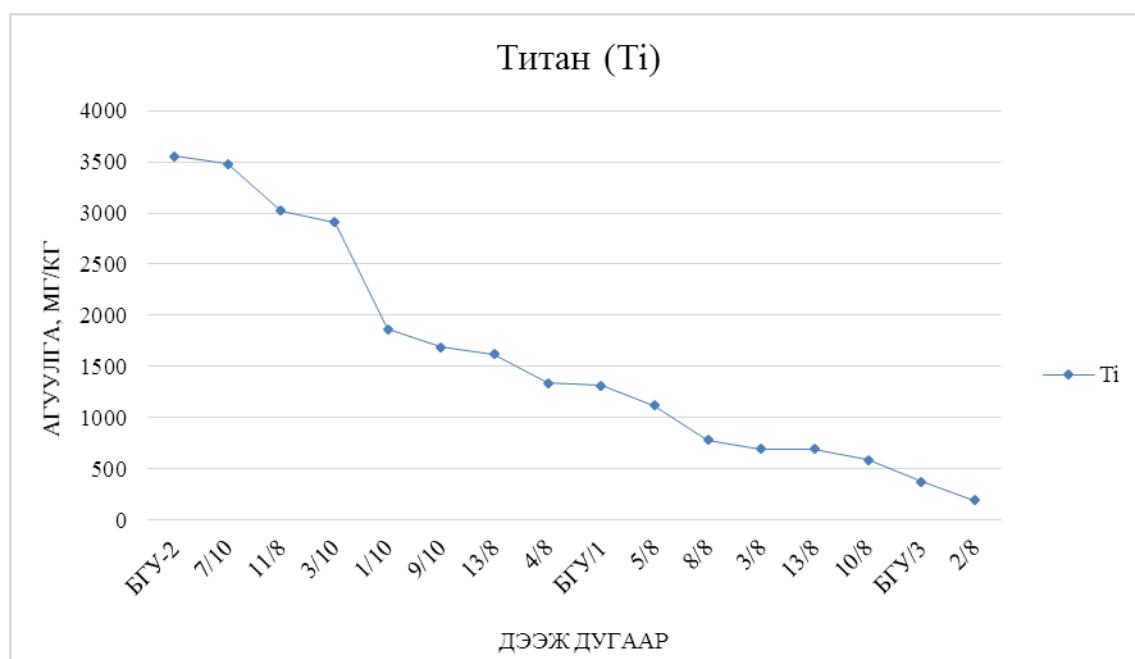
Титан (Ti)

Бидний судалгаа явуулсан 16-н ургамалд Ti – ны хэмжээ хамгийн их ургамал нь дээж БГУ-2 дугаартай дээж бөгөөд Ti-ны агуулга нь 3553 мг/кг байсан ба бусад харганы дээжүүдэд 1338мг/кг-2908мг/кг харин харганы үндсэнд 1864мг/кг-2908мг/кг байна. Ti –ны хуримтлал нь хелат хэлбэрээр ургамалд хуримтлагддаг. Ti-ны дэлхийн кларк 0.45% буюу 4500мг/кг, амьд бие организмд 0.0008% буюу 8мг/кг байдаг байна. Ургамалд байх Ti-ны хэмжээ эрдэмтдийн сонирхлыг их татдаггүй. Ерөнхийдөө ургамалд дунджаар 0.15мг/кг-80мг/кг–н агуулгатай байдаг. Замагт 15мг/кг-1500мг/кг, хөрсөнд дунджаар 0.35% буюу 3500мг/кг – н агуулгатай байдаг. Бидний судалгаанд авсан 39-н хөрсний дээжид Ti-ны агуулга 880мг/кг-3836мг/кг, лаб № 1943- лаб №1950 – н хөрсний дээжид Ti-ны агуулга 395мг/кг-2522мг/кг байна. Энэ нь дэлхийн хөрсний кларкийн агуулгатай дүйцэж байна. РФА-123 аппаратаар шинжилсэн 2 ургамалд дээж №627-д Ti-0.04%, дээж №628 ургамалд Ti-0.11% агуулгатай байгаа нь ургамалд байх хэвийн хэмжээнд байна. Харин шинжилсэн 16-н ургамалд хамгийн их Ti агуулагдаж буй дээж нь лаб №188 буюу БГУ-2 дээж дугаартай харгана 3553мг/кг , харганы үндэст 1864мг/кг-

2908мг/кг, харин лаб №184 буюу 7/10 дээж дугаартай лууль голдуу дээж 3482мг/кг, чер хамхол 781мг/кг, дэрс 690мг/кг-692мг/кг, Cirstu mill 1120мг/кг, ерхөг 584мг/кг, лаб №189 буюу БГУ-3 лууль 372мг/кг байна. Хамгийн бага Ti агуулсан ургамал бол ямаан шарилж (190мг/кг) байсан. 16-н ургамлын дээжийн Ti-ны агуулгыг ихээс бага руу эрэмбэлэн Хүснэгт 12 -д харуулав.

Хүснэгт 12. Ургамлын Титан (Ti)-ны агуулгамж

№	Лаб №	Дээж №	Дээжийн тодорхойлолт	Агуулга (мг/кг)
1	188	БГУ-2	Харгана	3553
2	185	9/10	Харгана	1687
3	181	13/8	Харгана	1616
4	180	11/8	Харгана	3021
5	176	4/8	Харгана	1338
6	187	БГУ/1	Харгана	1309
7	183	3/10	Харганы үндэс	2908
8	182	1/10	Харганы үндэс	1864
9	184	7/10	Лууль	3482
11	177	5/8	Cirstu mill	1120
12	175	3/8	Дэрс	692
13	186	13/10	Дэрс	690
14	179	10/8	Ерхөг	584
15	189	БГУ/3	Лууль голдуу	372
16	174	2/8	Ямаан шарилж	190



Зураг 12. Ургамалын 16 дээжийн Ti-н агуулга

Марганц (Mn)

Монгол орны металлын геохимийн судалгаанаас үзэхэд говийн аймгуудад Sr, Mn, F, Pb, Cu илүүдэлтэй учир I, Se, Co, Ca, Mg-ийн харьцаа алдагддаг. Зүүн монголын тал хээрийн бүсэд Co, Cu бага, B, Mn хэвийн, Mo их гэсэн судалгаа байдаг. Mn–н дундаж агуулга 780мг/кг. Д.Бадарч, Р.Баатар нарын судалгаагаар Дорноговь аймгийн Даланжаргалан сумын нутагт тархсан хүрэн, цайвар хүрэн хөрсөнд шинжилгээ хийхэд Mn–н агуулга 300-400мг/кг байсан. Энэ хөрс нь карбонатын хуримтлалаар цайвар хүрэн хөрсөнд харьцангуйгаар Ti, Al, Fe₂O₃, Ca, P₂O₅ үл ялиг их SiO₂-н агуулга багатай.

Энэ судалгаагаар луульд 1712 мг/кг, харганы үндсэнд 468-614 мг/кг, харганад 474-919 мг/кг хэмжээтэй лууль голдуу 361 мг/кг, ерхөг 372 мг, дэрс 547-557 мг/кг, чер хамхолд 387 мг/кг, ямаан шарилжинд 715 мг/кг тус тус агуулгатай байна. Ургамлын төрөл зүйлээс хамаарч хамаарч манганы хэмжээ 17-334 мг/кг өвсний төрлийн ургамалд 25-119 мг/кг байдаг. Бидний судалсан бусад ургамлуудад дэлхийн кларкийн хэмжээнээс 1.1-2.1 дахин их байсан. Дорноговь аймгийн Даланжаргалан суманд орших Хараатын ордын талбайгаас дээжлэлт хийсэн 16-н ургамалын дээжийн Mn–н агуулгыг Хүснэгт 13-д тус тус харууллаа.

Хүснэгт 13 Ургамалын Марганц (Mn)-ын агуулга

№	Лаб №	Дээж №	Дээжийн тодорхойлолт	Агуулга (мг/кг)
1	184	7/10	Лууль	1712
2	188	БГУ-2	Харгана	919
3	180	11/8	Харгана	835
4	187	БГУ/1	Харгана	539
5	185	9/10	Харгана	530
6	181	13/8	Харгана	529
7	176	4/8	Харгана	474
8	183	3/10	Харганы үндэс	614
9	182	1/10	Харганы үндэс	468
10	174	2/8	Ямаан шарилж	715
11	175	3/8	Дэрс	557
12	186	13/10	Дэрс	547
13	177	5/8	Cirstu mill	640
14	178	8/8	Чер	387
15	179	10/8	Ерхөг	372
16	189	БГУ/3	Лууль голдуу	361

Бари (Ba)

Ургамлын хуурай жинд Ва нь 1-198 мг/кг байдаг. Америкийн зарим ургамалд 10000мг/кг Ва тохиолдож байв. Элсэрхэг хөрсөнд Ва дунджаар 535 мг/кг байдаг. Бидний судалсан 39 төрлийн хөрсөнд 422-619 мг/кг байгаа нь дэлхийн кларкийн хэмжээнд байгааг бидний судалгааны дүн харуулсан. Харин судалсан ургамлуудад Ва (175-559 мг/кг), харин лууль ургамалд 813 мг/кг байгаа ба энэ нь ургамалд байх хэмжээнээс 4.1 дахин их байна.

Ванади (V)

Ванадигийн дэлхийн кларк 0.013%-130 мг/кг. Дэлхийн хөрсөн дэх агуулга дунджаар 90 мг/кг. Ерөнхийдөө дундаж агуулга 100 мг/кг бидний судалсан 39 хөрсний дээжид 21.3-68.3 мг/кг байв. Бидний судалсан 3/10 дээж дугаартай харганы үндсэнд 110 мг/кг, харин БГУ-2 дээж дугаартай харганы ургамалд 60.7 мг/кг, 11/8 дээж дугаартай харганад 51.02 мг/кг байсан бол бусад харганы дээжүүд 19.72-37.15 мг/кг V агуулж байна. Лууль 7/10 68.82 байсан бол лууль БГУ/3-д 5.17 мг/кг байв. Cirstu mill, чер хамхол, дэрс, ерхөг, ямаан шарилж зэрэг ургамлуудад V 5.17-19.72 мг/кг ургамалд агуулагдах хэмжээнд байна.

Зэс (Cu)

Бидний судалсан 16 ургамалд хамгийн их зэс агуулсан ургамал 130 мг/кг ямаан шарилж харгана ургамалд 43.57-95.88 мг/кг харин харганы үндсэнд 3/10-д 98.31 мг/кг, 1/10 дугаартай харганы үндсэнд 51.77 мг/кг байна. Зэс нь ургамалд харилцан адилгүй тархдаг. Бохирдолгүй цэвэр газраас авсан ургамлын дээжид зэсийн хэмжээ 1-10мг/кг байдаг. Ургамлын үндсэнд 20мг/кг зэс агуулагдана. Бидний судалсан ургамлуудын дээжид зэсийн агуулга дундаж хэмжээтэй байна.

Лити (Li)

Хөрсөнд Li-н агуулга дах 0.06% кларк хэмжээнд байдаг бол ургамалд агуулагдах дундаж хэмжээ 0.6-1.9 мг/кг байдаг. Хүнсний ногоо болон зарим жимс ургамлын үнсэнд 1.6-5.3 мг/кг Li агуулагдана. Бидний судалж байгаа ургамлын үнсэнд 3/8 дэрс-д 92.93, 13/10 дэрс-д 77.35 мг/кг, харганы үндсэнд 72.14 мг/кг, 1/10 харганы үндсэнд 25.53 мг/кг бусад харганы дээжүүдэд 28.75-65.64 мг/кг байв. Судлагдсан ургамлын дээжүүдэд Li-н хэмжээ их байна. Манай орны зарим ургамал агь, ганга, мөлхөө, хиаг зэрэг ургамалд Li агуулагдаагүй бөгөөд их шүүдэргэнэ 2.3 мг/кг, бэрмээг 1.87мг/кг, цагаан дэгд, хэвлэгиш (цэцэг) 0.35мг/кг Li байсныг Б.Цэндээ судалж байжээ.

Цайр (Zn)

Цайрын дэлхийн кларкийн хэмжээ 0.0005%. Ургамалд цайрын хэмжээ 12-47мг/кг, улаан буудайд 22-33мг/кг. Бохирдсон газар, цайрыг олборлож байгаа газрын ургамлын үндсэнд цайр ихээр хуримтлагддаг. Монголын ганга өвсөнд цайр 36мг/кг, агь 22 мг/кг, халгай 12 мг/кг, чихэр өвсөнд 10мг/кг байдгийг манай эрдэмтэн судлаачид судалсан. Бидний судалсан ургамлын үндсэнд *cirstu mill* (5/8) ургамалд 324мг/кг цайр тодорхойлогдов. 2/8 ямаан шарилж 249 мг/кг бол, (1/10) харганы үндсэнд 92.98 мг/кг бусад харгана ургамлуудад 146-213 мг/кг, дэрсэнд 112-237 мг/кг, лууль 133-1645 мг/кг цайр агуулагдаж байна. Цайр нь ургамлын газрын дээд хэсгээс, үндсэнд илүү их хуримтлагддаг. Харин бидний судалж буй харганы үндсэнд 51.7-98.31 мг/кг байгаа нь харганы үндсэнд илүү их хуримтлагдсан байна. Ерхөг (10/8) 157 мг/кг, чер хамхол (8/8) 177 мг/кг, ямаан шарилж 249 мг/кг цайр байгаа нь ургамалд байх ердийн хэмжээнээс 5.3 дахин их байна.

Никель (Ni)

Ургамалд байх Ni-н кларк хэмжээ нь (0.00005%) $5 \cdot 10^{-5}$ % Манай эрдэмтдийн янз бүрийн ургамалд Ni-г тодрхойлсон дүн царванд 4мг/кг, сод 4.0 мг/кг, агь 2мг/кг, ганга 2 мг/кг хоний зээргэнд 2мг/кг тус тус байсан. Хүнсний ногоонуудын үнсэнд дунджаар 0.3-2.8 мг/кг байдаг. Ургамлын хуурай жинд Ni 0.7-1.7 мг/кг зарим ургамалд буй 16 ургамлын (8/8) чер хамхол 274 мг/кг, Ni байгаа нь дэлхийн кларк хэмжээнээс 548 дахин их, манай судлаачдын ургамалд байх Ni-н хэмжээнээс 91 дахин их байна. Ямаан шарилж 45.19 мг/кг, лууль 10.88-32.53 мг/кг, дэрс 12.57-19.28 мг/кг, ерхөг 16.10 мг/кг, харганы үндсэнд 16.47-23.78 мг/кг бусад харгана ургамлуудад 21.34-28.10 мг/кг жигд Ni-г агуулж байна.

Хар тугалга (Pb)

Бидний судалсан дээжүүдээс БГУ/2 харганы дээжид 88.61мг/кг хамгийн их хар тугалга тодорхойлогдов. Хар тугалганы ургамалд байх хэмжээ нь ургамлаасаа хамаарч 2-6 мкг/кг-1мг/кг байдаг. Зарим хүнсний ургамалд 2.1 мг/кг фоны хэмжээнд байдаг. Зарим ургамлын үнсэнд 23.33мг/кг хүрэх нь бий. Хар тугалга хүнсэнд 0.02-3 мг/кг байна. Харганы үндсэнд 3/10-д 21.5 бол 1/10 харганы үндсэнд 18.56 мг/кг хар тугалга тодорхойлогдов. Харин лууль голдуу дээж 7/10-9-д 47.43 мг/кг байсан бол БГУ/3 дээж № той лууль голдуу ургамалд хар тугалга 0.64 мг/кг байгаа нь бидний судласан ургамлуудаас хамгийн бага ньбайна. Ерхөг, ямаан шарилж зэрэг ургамлуудад хар тугалга 12.4-16.85 мг/кг байна.

Цирконий (Zr)

Zr дэлхийн цардаст $2 \cdot 10^{-2}$ % бол ургамалд 0.005-2.6мг/кг байдаг бол хаг ургамалд 10-20 мг/кг байна. Бидний судалж байгаа лууль 7/10 ургамалд 49.6 мг/кг бол харганы үндсэнд 1/10 40.1 мг/кг нөгөө 1/10 дугаартай харганы үндсэнд 11.95 мг/кг харгана ургамалд 26.55-35.23 мг/кг байв. Харин бусад 11 ургамалд Zr <0.5 мг/кг байна.

Хром (Cr)

Дэлхийн кларкийн хромын хэмжээ нь 0.02%. Ургамалд 28-50мг/кг байдаг. Хараатын ураны ордын газраас авсан 16 ургамалд хромын хэмжээ ургамалд байх дундаж хэмжээтэй 15-39.1 мг/кг, харин БГУ/3 дээжид хамгийн бага 4.76 мг/кг Cr агуулагдаж байна.

Молибден (Mo)

Молибдены дэлхийн кларк 0.0004 %, малын тэжээлийн ургамалд 1.5-5.0 мг/кг өвсөнд 0.3-1.4 мг/кг, байцаа үнсэнд 9.1 мг/кг байдаг. Хүснэгт 3-д бидний судалсан 16 ургамлын ямаан шарилжинд 24.97 мг/кг, харганы үндсэнд 6.87-11.49 мг/кг, дэрсэнд 3.62-4.36 мг/кг 8/8 черхамхол 2.02 мг/кг, 9/10 дугаартай харганад 1.66 мг/кг Мо агуулагдаж байгаа нь бусад 16 ургамлаас хамгийн бага агуулгатай байна. Ургамалд байх дэлхийн кларкийн хэмжээ нь $1 \cdot 10^{-5}$ % байдаг. Байгалийн ургамалд дундаж агуулга 11 мг/кг. Хэрэв ургамалд молибден 52 мг/кг болоход ургамлын өсөлт зогсоно. Малын тэжээлийн ургамалд 1.5-5.0 мг/кг байдаг. Судалгаанд авсан 16 ургамлын ямаан шарилжинд 24.97 мг/кг бол 9/10 дээжийн дугаартай харганд 1.66 мг/кг агууламжтай байна.

Кобальт (Co)

Кобальтын дэлхийн кларк 0.00002%, ОХУ-н хөрсөнд Я.В.Пейве судалгаагаар 0.4-4.0 мг/кг бол М.В.Каталымовын судалгаагаар 0.01-0.6 мг/кг гэсэн байдаг. Манай судлаачид Б.Цэндээ эмийн ургамалд кобальт 0.1-0.43мг/кг, их шүүдэргэнэ ургамалд 1.51мг/кг байгааг судалсан []. Бидний судалсан 16 ургамлын 7/10 дугаартай лууль голдуу ургамалд 15.5 мг/кг агууламжтай бол дэрс 2.15-2.63 мг/кг, харганы үндсэнд 6.68-10.33 мг/кг, ямаан шарилж 2.06 мг/кг, ерхөг 1.9 мг/кг байгааг хүснэгт 3-д үзүүлэв. Газрын хөрснөөс лууль ургамал Co-г илүү их шингээж байна.

Сканди (Sc)

Sc хөрсний дээд дархаргад 0.5-45 мг/кг органик хөнгөн хөрсөнд галт уулын чулуулгаас хамаарч янз бүр байдаг. АНУ-н судлаач Лаул Sc-г 2.9-17 мсг/кг гэсэн байдаг. Ургамалд Sc маш бага. Конор ба Шаклет нар сөөг модлог

ургамалд 5мг/кг байдаг. Харин хүнсний ногоонд 0.005-0.07 мг/кг, харин хаг хөвдөнд <0.002-0.63 мг/кг байдаг. Хараатын ордын ойролцоо лууль 7/10 11.44 мг/кг харгана БГУ/2 10.40 мг/кг, ямаан шарилжинд 2/10 дээж 1.20 мг/кг, дэрсэнд 2.56-3.0 мг/кг, харганы үндсэнд 5.07-7.19 мг/кг, ерхөгт 2.04 мг/кг байгаа нь ургамалд байх хэмжээнээс 2.5 дахин их байна. Sc-г газрын хөрснөөс хамгийн их ургамалд шингээж байгаа нь лууль, харгана байна.

Ниоби (Nb)

АНУ-н 1000 ургамалд хийсэн судалгаанаас үзэхэд ургамлын үнсэнд 30мг/кг Nb илэрсэн. Ер нь ургамалд Nb 1 мг/кг байдаг. Зарим ургамалд (*Rubus arcticus*) Nb-г 10мг/кг шингээсэн байдаг. Энэ ургамал нь Nb-г олборлодог уурхайн орчмоос олдсон юм. Бидний судалж буй ургамалд хамгийн их Nb-г хөрснөөс авсан ургамал лууль 7/10 9.51 мг/кг харгана БГУ/2 8.63 мг/кг харганы үндэс 7.64-1.51 мг/кг, дэрс 0.79-0.83мг/кг бол бусад ургамлуудад Nb илрээгүй.

Мышьяк (As)

As нь олон ургамалд байдаг. Бохирдоогүй газрын хөрсөнд As 0.009-1.5 мг/кг байдаг []. Хүнсний ногоонд 0.74-13 мкг/кг байдаг. Бидний судалсан ургамлын 7/10 лууль голдуу 9.98 мг/кг, БГУ/2 харганад 9.51 мг/кг As илрэв. Энэ нь байх хэмжээнээс 69 дахин их байна.

Молибден (Mo)

Mo-ны кларк ургамалд $1 \cdot 10^{-5}\%$, хөрсөнд $2 \cdot 10^{-3}\%$. Хөрсний Mo үндсэн хөрсний агуулгатай ойролцоо байдаг. Дэлхийн хөрсөн 0.013-17.0 мг/кг юм. Молибден нь ургамлын чухал микроэлемент юм. Ургамал Mo-ны хөрснөөс шимэн авдаг. Ургамалд Mo (өвсөнд) 1.5-5.0мг/кг. Хоолны ногоонд 0.0018-1.23 мг/кг нойтон жинд, хуурай жинд 0.53-30.0мг/кг Mo үнсэнд агуулагдана. Монголын эрдэмтэд ганга өвсөнд болон халгай, лууль зэрэг ургамалд тодорхойлсон үр дүн байдаггүй. Хараатын ордын орчмын авсан 16 ургамлын ямаан шарилжинд 24.97 мг/кг харганы үндсэнд 6.87-11.49 мг/кг, дэрсэнд 3.62-4.36 мг/кг хамхол, ерхөгт 2.02-2.58 мг/кг байгааг хүснэгт№2-д үзүүлэв.

Цагаан тугалга (Sn)

Цагаан тугалганы хөрсний кларк хэмжээ $1 \cdot 10^{-3}\%$ ургамалд $5 \cdot 10^{-5}\%$. Өвсөнд 0.2-1.9 мг/кг хуурай жинд тодорхойлсон байдаг. Цагаан тугалганы ордын хажууд ургасан ургамалд 1000мг/кг Sn-г хуурай жинд тодорхойлогдсон байдаг. Бидний судалгаанд авсан 16 ургамлын дээжүүдийн 7/10 лууль ургамалд 3.28мг/кг, харганы үндсэнд 2.58мг/кг, дэрсэнд 0.79-1.0 мг/кг ямаан шарилжинд 0.67мг/кг байна.

Берилли (Be)

Be-н кларк хөрсөнд $3 \cdot 10^{-4}\%$, ургамалд 0.001-0.4 мг/кг хуурай жинд Be-г тодорхойлсон. Бидний судалсан ургамлын харганы үндсэнд 1/10, 3/10 дээжүүдэд 3.41мг/кг бол лууль 0.26мг/кг, ямаан шарилжинд 0.41 мг/кг байв.

Кадми (Cd)

Cd-н кларк хөрсөнд $3 \cdot 10^{-5}\%$. Cd-г уулын чулуулаг болон бусад хөрсөнд 0.3мг/кг байдаг. Үндэс болон навч нь Cd-р бохирддог.

Берилли (Be)

Бидний судалсан 16 төрлийн ургамал болон харганы үндэс болох 1/10 дугаартай дээжид 3.41мг/кг, харганад 3.08мг/кг, харгана БГУ/2 дугаартай дээжид 2.47 мг/кг, хамхолд 1.42мг/кг, ерхөгт 1.03мг/кг, ямаан шарилжинд 0.41 мг/кг Be байгааг хүснэгт 4-д үзүүлэв. Бидний судалсан ургамлуудад $Se < 0.5$ мг/кг–с байв.

Уран (U)

Уран нь ургамалд 2.2 мг/кг (түүний үнсэнд) байдаг. Уран нь хөрсөнд 0.79-11мг/кг, Th-3.4-10.5 мг/кг байдаг. Ураны ургамалд байх дундаж агуулга 0.5-4.4 мг/кг, бол Фосфорын бордоо үйлдвэрлэх үйлдвэрийн хажууд ургасан шарилжинд (үнсэнд) 8 мг/кг илэрч байсан. Th газрын дээд хэсэгт байгаа ургамалд 8-1300 мкг/кг илэрч байсан. ОХУ-н судлаачдын (La, Ce, Y, Yb) ургамалд байх хэмжээ 0.014% бол Th 0.001% дундаж агуулгыг судлаж байжээ. Бидний судалсан 16 ургамлын харгана 11/8-д Th 15.33мг/кг, U 3.89мг/кг байв. (Хүснэгт 6) Харганы төрлийн бүх ургамлууд Th 1.88мг/кг-11.51 мг/кг, U 0.58-3.89 мг/кг агуулагдаж байна. Харин лууль, ямаан шарилж, дэрс, ерхөг, чер хамхол зэрэг ургамлуудын Th 0.61-1.22 мг/кг, U 0.36-1.0 мг/кг агуулгатай байгааг багажит анализын аргуудаар тодорхойлов.

Газрын ховор элемент

Газрын ховор элементүүд хөрсөнд $n = n \cdot 10$ мг/кг, газрын ховор элементүүдийн 2-р групп 0, n-n мг/кг байдаг. Газрын хөрсөн дээрх ургамалд газрын ховор элементүүд 3-15000 мкг/кг байдаг бол Америкийн судлаач Робинсыг ГХЭ-үүд хөрсөнд байх элементүүд ургамалд байхтай адил агуулгатай байдаг. Хөрсний хөдөлгөөнт элементүүдтэй хамт лантаниодууд ургамалд хуримтлагдана. ГХЭ-ийн церийн бүлгийн элементүүд Ce, La, Nd, Pr, Sm зэрэг элементүүд бидний судалсан 16 ургамлын 7/10 лууль голдуу ургамалд 8.51-116мг/кг байна. Харганы ургамлуудад 29.93-99.35 мг/кг, харганы үндсэнд 61.1-70.30мг/кг бол 2/8 ямаан шарилж 8.91мг/кг, 8/8 чер хамхолд 19.61 мг/кг, дэрсэнд 12.20-15.06мг/кг Ce агуулагдаж харганы ургамлуудад бусад ургамлаас их байв. Y, Nd, Pr, Sm, De зэрэг ГХЭ-үүд 7/10 лууль ургамалд 5.53-45.48 мг/кг их хэмжээтэй хуримтлагдсан. Ерхөг, хамхол, дэрс, ямаан шарилж

ургамлуудад газрын ховор элементүүд бусад дээжүүдийг бодвол дундаж агуулгатай байна. Y-н бүлгийн элементүүд болох Gd, Dy, Eu, Er зэрэг элементүүд харгана голдуу ургамалд их хэмжээтэй байна. Ямаан шарилжинд 2/8 ГХЭ-үүдээс дараах Ce>La>Nd<Y>Gd>Pr>Sm>Dy>Eu>Yb>Er>Tb>Ho дарааллаар байрлаж байна. Байгальд Eu нь Sr, P, K-тай изомер солилцоонд ордог тул Sr-н агуулга энэ ургамалд их байгаа тул Eu мөн их байна. Бидний судалсан 16 ургамалд Ce-н хөнгөн элементүүд 7.19-99.35 мг/кг голлож, Y-н хүнд элементүүд харганы ургамлуудад 0.28-2.43 мг/кг байгаа нь Te, Al, Mn, Sr, Ca зэрэг элементүүдийн изомер солилцоонд ордогтой холбоотой гэж үзлээ. Sm, Eu, Y зэрэг элементүүд F-той хялбархан нэгдэж шүлтлэг орчинд тундасжидгаас хамаарсан байж болох юм. ГХЭ-ийн хуримтлуулагч Ca, Eu нь Sr-той шууд хамааралтай. Бидний судалсан ургамалд Ce-н бүлгийн болон Y-н бүлгийн элементүүд дараах байдлаар буурч байна.

Лаб№ 184 дээж №7/10 лууль голдуу

Ce>La>Na>Y>Gd>Pr>Sm>Dy>Eu>Yb>Er>Tb>Ho>Tm>Lu Лаб№ 180 дээж №11/8 Харгана Ce>La>Nd>Y>20.9>Gd>Pr>Sm>Dy>Eu>Yb>Er>Tb>Ho>Tm

Лаб № 179 дээж № 10/8 Ерхөг

Ce>La>Nd>Y<Pr>Gd>Sm>Dy>Eu>Yb>Er>Tb>Ho>Tm>Lu

Лаб№174дээж №2/8 Ямаан шарилж

Ce>La>Nd>Y>Pr>Gd>Sm>Dy>Eu>Yb>Er>Tb>Ho>Tm

4.2.3 Усны шинжилгээний үр дүн

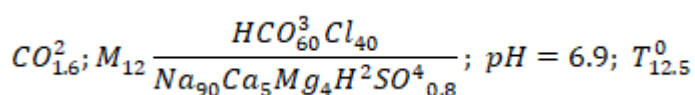
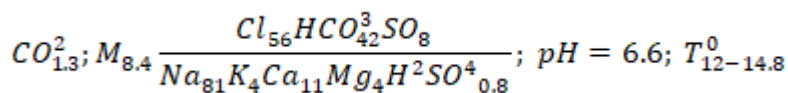
Усны дээжийг “MNS ISO 5667-11:2000 – Усны чанар-Дээж авах стандарт”-ын дагуу орд газрын гүний усны ойролцоо орших Халзангийн рашаан, геологичдын тосгонд буй гүний худаг гэсэн цэгүүдээс цуглуулав. Харьцуулах зорилгоор Дундговь аймгийн Баянжаргалан сумын төвд орших худгаас тус бүр нь 1-1.5 литр хэмжээний усны дээж авсан.

Судалгааны ажилд зориулан авсан дээжүүдийг Геологийн Төв Лабораторийн Хими Физик Аргын тасагт MNS 11466:2007, ISO 11885:2007, MNS ISO 17294:2018 – стандартуудын дагуу ICAP-6300 маркийн ICP-OES, XSERIES II маркийн ICP-MS багаж тоног төхөөрөмжүүдийг ашиглан гүйцэтгэсэн.

Халзангийн рашаан нь радонт, нүүрсхүчлийн хийтэй ба Дорноговь аймгийн Баянжаргалан сумын нутагт холоос бараантан харагддаг рашаан юм. Халзан уулын нүүрсхүчилт рашааны орд Дорноговь аймгийн Даланжаргалан сумын нутагт Улаанбаатар хотын зүүн өмнө зүгт 295км, Говьсүмбэр аймгийн Чойр хотоос өмнө зүгт 65км зайд Халзан уулын баруун хажуу суганд оршино. Уул зүйн хувьд Халзан уулын рашааны ордын хавийн газар нутаг Чойрын хотгор болон түүний захыг хүрээлж хад цохио зонхилсон хажуу мөргөцгүүдтэй. Нутгийн иргэд бишрэн тахидаг ба Халзан овоо рашаан нь Хайрханы баруун хойд хормойд тектоник гаралтай ан цав хагарлын бүсээс оргилон гардаг.

Тус булгийн ойр тойрны орчныг анх В.И.Браташ, И.В.Чёрнышов, В.А.Бовров, В.И.Агушев, П.А.Матросов, Н.А.Маринов нар 1954-1958 онд судалж байсны дотор В.А.Бобров 1955 онд, П.А.Маринов нар 1958 онд тус булгийн тухай бичлэг хийж үр дүнг нь тайландаа тусгасан байдаг. В.А.Бобров 1955 онд булгийн ундаргыг 1л/с, В.И.Агушев 1957 онд 0.07л/с, Н.А.Маринов 1958 онд 1.5-2.0 л/с гэж тус тус тодорхойлж байжээ. Н.А.Маринов 1958 онд “Халзан овоо рашааны ус тунгалаг, тааламжтай хүчиллэг амттай, сайхнаар сэнгэнэсэн үнэртэй” гэж тодорхойлоод усны химийн найрлаганд нь нүүрсхүчлийн хий 1.3 мг/л усны эрдэсжилт 8.4г/л анионы 50% нь хлоридын, 42% нь гидрокарбонатын, 6% нь сульфатын, катионы 81% нь натрийн, 4% нь калийн, 11% нь кальцын, 4% нь магнийн ионыг тус тус агуулсан, 0.8 мг/л цахиурын хүчилтэй, устөрөгчийн орчноороо хүчиллэгдүү (pH 6.6) болохыг судалж тогтоож байжээ. Халзан овоотын рашаан 1955-1958 онд хийсэн судалгаагаар 120-2000 амон радонтой, хийн агуулга дотор нүүрсхүчлийн хий 99.5%-г азот болон ховор хий 0.5%-г эзэлдэг. Мөн цагаан тугалга, хүнцэл, мөнгө, циркон, хром, ванади, титан, лити, стронци, барий, германы, уран зэрэг микроэлементүүд маш бага агуулдаг байсан байна. Рашаан орчмын хагарлын бүсэд тархалт төмөржиж шохойжин элсжиж уран радийгийн агуулга

өгдөг. Улаан нуурын хотгорт тархсан доод цэрдсийн хурдаст үйлдвэрийн бус хэмжээний агуулгатай германи (Ge) илэрдэг талаар Н.А.Маринов дурьдсан байдаг. Эдүгээ уг хотгорын урд хэсэгт ураны орд нээгдэн судлагдаад байна. Олон жилийн өмнө Халзан овоотын рашааныг судлаад, Н.А.Маринов цацраг идэвхжилт элементийн эрдэс баялгийн орд байж болохыг таамаглаж байснаас гадна тус рашаан нь химийн найрлагаараа ОХУ-ын Угавназын уулан дахь Есөнтуг рашаантай адил гэж анхлан тэмдэглэсэн байдаг. Халзан овоотын болон Есөнтуг рашааны химийн найрлагыг доорх 2 томъёоны харьцуулан харж болно.



CO_2 1.3; M 8.4 Cl 56 HCO₃42 SO 8Na 81 K 4 Ca 11 Mg 4 H₂SO₄0.8; pH=6.6, T₀

Энэхүү нүүрсхүчилт, радонт, хүйтэн Есөнтуг рашааныг Б.Нарангэрэл 1971-172 онд эрэл хайгуулын 4-н цооног өрөмдөж гидрогеологийн сорилт, туршилтын шавхалт хийж, нүүрсхүчилт, радонт Халзан овоотын рашааны ордын хайгуул хийсэн хэсгийн гидрогеологийн зургийг зохиожээ. Энэ зургаас харахад Халзан овоотын рашааны ундарга 1971 онд 0.2 л/с эрдэсжилт 10.0 г/л байсан бол 1-р цооногийн усны түвшинг 11.1 м бууруулж шавхахад ундрагад 1.45 л/сек. Байгалийн нөхцөл өөрөө усны түвшин газрын хөрснөөс дээш 0.4 м өндөрт хөөрөн тогтож, эрдэсжилт 9.2 г/л, нүүрсхүчлийн хийн агуулга 2.38 г/л радон 80 эман, 2 дугаар цооногийн усны түвшинг 42 м бууруулан шавхахад ундрага 0.1 л/с, байгалийн нөхцлөөрөө усны түвшин газрын хөрснөөс дээш 0.1 м өндөрт хөөрөн тогтож, эрдэсжилт 8.8 г/л нүүрсхүчлийн хий 1.4-4.0 г/л радон 5 эман, 3 дугаар цооногийн усны түвшинг 43 м бууруулж шавхахад ундарга 0.01 л/с, усны түвшин газрын хөрснөөс доош 4.15 м гүнд тогтож, эрдэсжилт 2.5 г/л нүүрсхүчлийн хий радон үндсэндээ тус тус агуулагдаагүй байжээ. Мөн доод цэрдийн настай, тунамал хурдас дах локал тархалттай, хязгаарлагдмал нөөц баялагтай ус агуулагч нүх сүвэрхэг бүрдэл юрагийн настай, бялхмал чулуулаг дахь хязгаарлагдмал нөөц баялагтай ус агуулагч буюу зонхилж усгүй ан цавлаг бүсээс гадна доод цэрдийн настай тунамал хурдас, юрагийн настай бялхмал чулуулагийн заагаар үүссэн тектоник хагарлын бүс, юрагийн настай бялхмал чулуулгийн заагаар үүссэн тектоник хагарлын бүс дэх хязгаарлагдмал нөөц бүхий рашаан ус агуулагч ан цавлаг бүс тус тус тархсан байна. З.Нарангэрэл (1972Ф) зохиосон тайландаа рашаан бүхий цооногуудаас хийсэн шахалтын явцыг дэлгэрэнгүй тодорхой бичсэний дотор 1971 оны 6 сарын 21-31-ний өдрүүдэд 1-р цооногийн туршилтын шахалтыг 45-106.6 гүний интервалд 8 цагт усны түвшинг 12.65 метрээр бууруулан шавхахад рашааны ундарга 1.68

л/с, дараа нь шавхалт квазистациар хөдөлгөөнд шилжиж түвшин бууралт 11.4 м ундарга 1.58 л/сек ба түвшин бууралт 11.9 м ундрага 1.59 л/с дээр тогтворжиж байна. Мөн 1-р цооногоос 8 дугаар сарын 21-31 өдрүүдэд ундаргыг тогтвортой 1.45 л/с байлгаж 232 цагийн турш тасралтгүй шавхалт явуулахад түвшин бууралт 11.1 м, хувийн ундарга 0.135 л/с хэмжээнд тогтвортой байжээ. Үүнээс үндэслэн Халзан овоотын рашааны ашиглалтын нөөцийг 1.45л/с тодорхойлсон байна. 1971 оны судалгаагаар химийн найрлагаараа 8.8-9.6 г/л хүрдэг өндөр эрдэсжилттэй, 2-4 г/л ууссан нүүрсхүчлийн хийтэй 75-230 эман радон агуулсан гидрокарбонат хлорид натрийн ус байна. Тус рашааны усны хуурай үлдэгдэлийг спектрийн шинжилгээгээр шинжлүүлэхэд алт, циркон, хром, титан, стронци агуулжээ.

1996 оны 10-р сард япон улсын мэргэжилтэн Ю.Сакомаки Халзан овоотын рашааны цооногоос гарч буй усны ундарга 1.7 л/с бөгөөд рашааны зориулалттайгаар хоногийн 12 цагт уухад 10000-15000 хүнд хүрнэ гэж тооцоолсон байна. Тус рашааны ойр тойрны тектоник хагарал дагаж илэрсэн шохойлог элсжилт дээр цацраг идэвхжилт 1500-2000 эман, цооногоос гарч буй усны найрлаганд радон 6 рс/л буюу 2×10^{-9} мг/л байгааг хэмжин тогтоосон байна. ШУА-ийн Геоэкологийн хүрээлэнгийн гидрогеологийн судалгааны баг очиход 2016 оны 11-р сард 1-р цооногоос 1.2 л/с, 2-р цооногоос 0.3 л/с ундаргатай ус оргилон гарч байв. Энэ үед авсан дээжид хийсэн хураангуй химийн шинжилгээгээр Халзан овоотын 1-р цооногийн ус гидрокарбонат – хлорид-натрийн найрлагатай, 8.99г/л эрдэсжилттэй, 6.9 рН орчинтой гидрокарбонат 3669, 2 мг/л хлорид 2059 мг/л сульфат 430.0 мг/л натри-кали 2509.5 мг/л, кали 250.5 мг/л магни 66.9 мг/л тус тус агуулсан байв. Эдгээр олон жилийн туршид үе үе хийсэн шинжилгээний дүнгээс харахад, Халзан овоотын рашааны ундарга, найрлага улирлын шинжтэй хэлбэлзэж, зарим талаар ундарга нь багасаж бохирдон эрсдэлтэй болсон байна. Уг рашааныг хайрлан хамгаалж, зөв зохистой хүртэх шардлагатай.

Халзан овоотын сувиллын 1,2,3 дугаар цооногуудаас тус бүр 1 удаа нийлбэрээ 1 худаг, 1 горхи, 6 цооногоос 29 дээж авч химийн шинжилгээг хээрийн нөхцөлд явуулж дээж бүрт 13 үзүүлэлтээр тодорхойлолт хийж, анион катионуудын нийлбэр, ерөнхий хатуулаг, эрдэсжилт зэргийг тооцоолж тодорхойлсон дүнгийн баримт мэдээнээс харахад, Хараатын ордын газрын доорх усны химийн найрлага:

- Гидрокарбонат-сульфат-магни натри,
- Сульфат натрий гидрокарбонат-кальци-натри,
- Гидрокарбонат-кальц-магни,
- Гидрокарбонат-натри-кальц-магни,
- Гидрокарбонат-кальц-магни-натри,
- Сульфат-магни-кальц-натри,
- Сульфат-натри, магни

зэрэг нийлээд нийлмэл байхын хамт сульфатын анион, кальц, магнийн катион зонхилсон байна.

Ажиглалтын цооног Н-2 дугаараас өөр өөр сард авсан усны 8 дээжид хийсэн химийн шинжилгээгээр сульфатын агуулга 2267.36-6341.28 мг/л буюу 83-100 мг экв % хүрч байв. Химийн шинжилгээнд хамрагдсан бүх устай цэгийн усанд 2 ба 3 валенттай төмөр ундны усны стандартад заасан хязгаараас илүү гарах хэмжээнд илэрч байжээ. Усан дахь ураны агуулга ($1.1-5.8 \cdot 10^{-5}$ г/л) хооронд байв. Ихэнхдээ эрдэсжилт, хатуулаг өндөртэй устай байна. Уг ордын хэмжээнд тархсан уст цэгүүдээс авсан усны 25 дээжийн хуурай үлдэгдлийн спектрийн шинжилгээгээр газрын доорх усанд Cr, Cu, Pb, Ag, Zn, Ba, Li, B, U, Cs, Y зэрэг бичил элементүүд илэрчээ.

Хараатын орд дээр хийсэн гидрогеологийн судалгааны дүнг иш үндэс болгож ураны хүдрээс ураныг ялган гаргахад, газрын доор уусгах (шүлтгүйжүүлэх) аргыг хэрэглэхээр сонгож геотехнологийн лабораторийн хагас үйлдвэрийн туршилт хийсэн нь:

а) Газрын доорх усны түвшингээс доош байрлалтай хүдрийн ураныг газрын доор уусгахад ихээхэн тохиромжтой гидрогеотехнологийн нөхцөлтэй.

б) Газрын доорх усны түвшингээс дээш эртний дарагдмал голын хөндийн гондорлын хэсэгт байрлалтай хүдрийн ураныг газрын доор уусгахад ерөнхийдөө тохиромжтой гидротехнологийн нөхцөлтэй.

в) Газрын доорх усны түвшингээс дээш эртний дарагдмал голын хөндийн татмын хурдаст байрлалтай хүдрийн ураныг газрын доор уусгахад тохиромжгүй гидро-геотехнологийн нөхцөлтэй гэж 3 төрлийн геотехнологийн зүсэлтийг ялгажээ. Ураны хүдрийг газрын доор уусган ураныг ялган авах нь байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл бага үүсгэх давуу талтай ч газрын доорх усан орчныг хүчиллэг болгох, төмөр (Fe) цацраг идэвхт бодис, селен (Se), Хүнцэл (As), хар тугалга (Pb) зэрэг хүнд металл, хортой элементээр бохирдуулах нөхцөл үүсэх эрсдэлтэй билээ. Иймээс ураны ордыг олборлох явцад усан орчны геоэкологийн өөрчлөлтөд байнгын горимын судалгаа явуулж, лабораторийн нарийн багажит техник, технологийг нэвтрүүлэн ажилладаг билээ.

Халзан уулын нүүрсхүчилт рашаан булгийн геологи-гидрогеологийн шинжилгээг 1955 онд геологич В.А.Бобров, 1958 онд ОХУ-н эрдэмтэн судлаач Н.А.Маринов, 1959 оны 10 сард О.Намнандорж, Ш.Цэрэн нар Халзан уулын рашаан булгийн химийн найрлагыг тодорхойлсон байдлыг Халзан овоотын рашааны 2020 оны 05 сарын 12 өдөр авсан шинжилгээний үр дүн харьцуулан хүснэгт 14-д үзүүллээ.

Хүснэгт 14 Рашааны химийн шинжилгээний харьцуулсан дүн

Огноо	Шинжилсэн судлаачид	Рашааны найрлага
1958	Н.А.Маринов	$CO_{1.3}^2$; $M_{8.4} \frac{Cl_{50} HCO_3^- SO_4^{2-}}{(Na_{81} + K_4)_{85} Ca_{11} Mg_4}$; pH=6.6; $T_{12-14.8}^0$
1958	Н.А.Маринов, Попов	$CO_{1.6}^2$; $M_{12} \frac{HCO_3^- Cl}{Na_{90} Ca_5 Mg_4}$; pH=6.9; $T_{12.5}^0$
1959 10сар	О.Намнандорж, Ш.Цэрэн	$CO_{2.8}^2$; $M_{9.2} \frac{HCO_3^- Cl_{50.7}}{[Na+K]_{71} Ca_8 Mg_{21}}$; pH=6.6;
1977	Геологич З.Нарангэрэл	$CO_{2.4-2.9}^2$; $M_{10.2-10.8} \frac{HCO_3^- Cl_{50}}{[Na+K]_{86} Mg_{10}}$; pH=6.3;
1988- 1989	З.Нарангэрэл	$CO_{2.4-2.7}^2$; $M_{10.2-10.8} \frac{HCO_3^- Cl_{45-51}}{[Na+K]_{84-86} Ca_{4-12} Mg_{4-12}}$; pH=6.2-6.3; $T_{14.4-15.6}^0$
2020	А.Каривай, С.Шинэхүү, Р.Байгалмаа	$M_{9.5} \frac{Cl^- 46 HCO_3^- 44 SO_4^{2-} 10}{Na^+ + K^+ 84 Ca^{2+} 15}$; pH=6.23; $M_{10.5} \frac{Cl^- 50 HCO_3^- 40 SO_4^{2-} 10}{Na^+ + K^+ 86 Ca^{2+} 13}$; pH=6.34;

Хүснэгт 15 Халзан овоотын рашааны химийн шинжилгээний харьцуулсан дүн

Огноо	Шинжилсэн эрдэмтэд	Рашааны найрлага
1958	Н.А.Маринов	$M_{8.4} \frac{Cl_{50} HCO_3^- SO_4^{2-}}{(Na_{81} + K_4)_{85} Ca_{11} Mg_4}$; pH=6.6;
1953	Н.А.Маринов, Попов	$M_{12} \frac{HCO_3^- Cl}{Na_{90} Ca_5 Mg_4}$; pH=6.9;
2020	З.Нарангэрэл	$M_{9.5} \frac{Cl^- 46 HCO_3^- 44 SO_4^{2-} 10}{Na^+ + K^+ 84 Ca^{2+} 15}$; pH=6.23;
2020-05-12	А.Каривай, С.Шинэхүү, Р.Байгалмаа	$M_{10.5} \frac{Cl^- 50 HCO_3^- 40 SO_4^{2-} 10}{Na^+ + K^+ 86 Ca^{2+} 13}$; pH=6.34;

Халзан овоотын рашаан нүүрсхүчлийн хий ихтэй, радон багатай, хүйтэвтэр (14.8-15°C) гидрокарбонат-хлорт-натрийн найрлагатай дунд зэргийн эрдэжилттэй (10.2-11.3 г/л) рашаан нь тектоникийн хагарлын бүс болж юрийн галавын настай эвдэрч бутарсан бялхмал чулуулаг тааралддаг. Радон агуулаагүй 1 ба 2-р цооногууд нүүрсхүчилт рашаан нь ууж хэрэглэхэд тохиромжтой.

Хараатын цацраг идэвхт ураны орд газрын дэвсгэр нутагт орших гүний худгийн усны найрлагыг энэ ордоос 40 өөд км зайд орших Дундговь аймгийн Баянжаргалан сумын төвд байгаа гүний худгийн усны найрлагатай харьцуулалт хийв. Худгийн усны найрлагад орох нийт К, As, Se, Sr, Pb, Th, U зэрэг 7 элементийн худаг тус бүрт байгаа агууламжийг тодорхойлов. Ураны орд газрын дэвсэр нутагт орших гүний худгийн усанд байгаа К хэмжээ нь Баянжаргалан болон Халзангийн рашааны ус дахь К-н хэмжээнээс 100 илүү дахин бага байна. Бусад элементүүдийн агууламж нь дээр дурьдсан 2 худгийн найрлаганд байгаа элементүүдийн агууламж нь хоорондоо ойролцоо байна./Хавсралт-9/

4.3 Элементийн анализийн үр дүнгийн статистик боловсруулалт

Ураны орд газар орчмын хөрс, ургамал болон усны дээжийн бохирдлыг тодорхойлохдоо зөвхөн элементийн анализ хийгээд зогсохгүй олон улсын аргачлалын дагуу [9, 10] бохирдлын ерөнхий үнэлгээг дараах параметруудээр тооцон гаргалаа:

- CF (contamination factor) - Бохирдлын фактор,
- PLI (pollution load index) - Бохирдлын ачааллын индекс,
- I_{geo} (index of geoaccumulation) - Гео хуримтлалын индекс

Бохирдлын фактор (CF)-ыг тооцохдоо тухайн хүнд металлын агууламжийг суурь агууламжтай харьцуулж олдог бөгөөд CF-ийн хэмжээгээр хөрсний бохирдлыг дараах байдлаар ангилна [9, 10]. Хөрс болон усны суурь түвшний МУ-ын стандартыг хавсралтаар оруулав (Хавсралт 1).

Хүснэгт 16 Бохирдлын фактор (CF)-ын ангилал

Бохирдлын фактор (CF)	Ангилал
$CF < 1$	Бохирдолгүй
$1 \leq CF < 3$	Бага зэрэг бохирдолтой
$3 \leq CF < 6$	Бохирдолтой
$CF \geq 6$	Их бохирдолтой

Хөрсний хувьд CF-г тооцохдоо “MNS 5850:2019 Хөрсний чанар. Хөрсөнд агуулагдах бохирдуулах бодисын зөвшөөрөгдөх доод хэмжээ” Монгол улсын хөрсний стандартын утгыг хөрс болон ургамлын суурь агууламж болгон ашигласан. Харин усны CF-г тооцохдоо “MNS 0900:2018 Хүрээлэн буй орчин. Эрүүл мэндийг хамгаалах, Аюулгүй байдал. Ундны ус. Эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ” Монгол улсын стандартад заасан утгаар суурь агууламжаар тооцсон.

Бохирдлын фактор - CF:

$$CF(\text{metal}) = \frac{C(\text{metal})}{C(\text{background})} \quad (1)$$

энд:

$C(\text{metal})$ - Тухайн дээжин дэх хэмжигдсэн элементийн агууламж, мг/кг

$C(\text{background})$ - Хүнд металлын суурь агууламж, мг/кг

Бохирдлын ачааллын индекс (PLI) нь зөвхөн тухайлсан элементийн хувьд биш бүх хүнд хортой элементүүдийн хувьд нэгдсэн үнэлгээг илэрхийлнэ.

$$PLI = (CF_1 * CF_2 * CF_3 * \dots * CF_n)^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

энд,

CF - Тухайн элементийн бохирдлын фактор,

n – нийт элемент нэгдлийн тоо

Тухайн цэгт $PLI > 1$ бол хүнд металлын бохирдол тодорхой хэмжээнд байна гэж үздэг. Харин $PLI < 1$ бол хүнд металлаар бохирдоогүй байна гэж дүгнэнэ.

Гео хуримтлалын индекс (I_{geo}) нь геологийн хувьд хуримтлагдсан байж бохирдлын геоаккумуляцийн индексээр (I_{geo}) тодорхойлж болно.

$$I_{geo} = \text{Log} 2 \frac{C_n}{1.5 B_n} \quad (3)$$

энд:

C_n – тухайн дээжин дэх металлын агууламж, мг/кг

B_n - Хүнд металлын суурь агууламж, мг/кг

Хүснэгт 17 Гео хуримтлалын индекс (I_{geo}) - ын ангилал

Гео хуримтлалын индекс (I_{geo}).	Ангилал (I_{geo})
$I_{geo} \leq 0$	Бохирдолгүй
$0 \leq I_{geo} \leq 1$	бохирдолгүйгээс дунд зэрэг бохирдсон
$1 \leq I_{geo} \leq 2$	дунд зэрэг бохирдсон
$2 \leq I_{geo} \leq 3$	дунд зэргээс их бохирдолтой
$3 \leq I_{geo} \leq 4$	их бохирдсон
$4 \leq I_{geo} \leq 5$	бохирдсоноос маш их бохирдсон
$5 \leq I_{geo}$	маш их бохирдсон

4.3.1 Хүнд хортой элементийн бохирдлын үнэлгээ

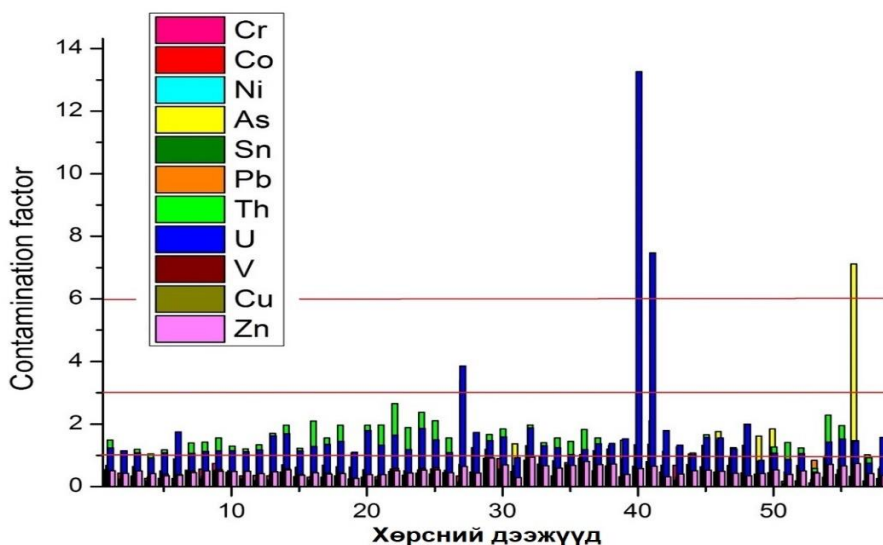
Хөрсний шинжилгээний үр дүнгийн статистик боловсруулалт

Элементийн шинжилгээний үр дүнгээс 58-н дээжийн үр дүнд Бохирдлын фактор (CF), Бохирдлын ачаалалын индекс (PLI), Гео хуримтлалын индекс (I_{geo}) – г тооцоолон хөрсний бохирдлыг үнэлэв. Үнэлгээг хийхдээ суурь агууламжийн утгаар “**MNS 5850:2019. Хөрсний чанар. Хөрсөнд агуулагдах бохирдуулах бодисын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ**” стандартын элсэрхэг хөрсний зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээг ашиглав.

Хүснэгт 18 Хөрсөн дахь элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ

Элемент	MNS 5850:2019. (ppm)	Элемент	MNS 5850:2019. (ppm)
Cr	60	Th	6 [8]
Co	30	U	2 [9]
Ni	60	V	100
As	10	Cu	60
Sn	30	Zn	100
Pb	50		

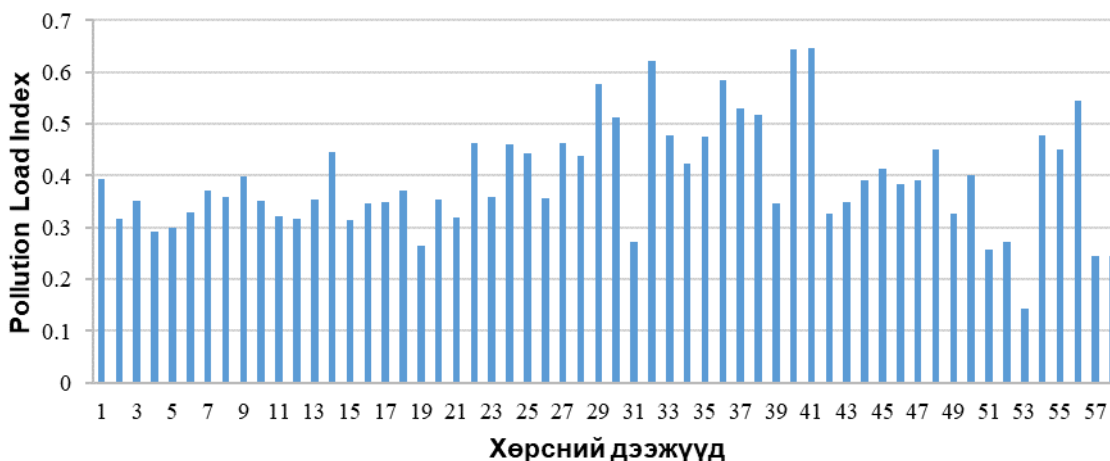
Судалгааны талбайнд хөрсөнд нийт 44 элемент тодорхойлсон ба үүнээс бусад эрдэм шинжилгээний бүтээлүүдтэй харьцуулан үзэх, ач холбогдлыг нь харгалзаж хортой хүнд металлууд, цацраг идэвхт элементүүдийг сонгож авч бохирдлын үнэлгээг хийсэн. Бохирдлын фактор (CF)-ын графикийг Зураг 13-д үзүүлээ



Зураг 13. Хөрсний дээжийн бохирдлын фактор (CF)

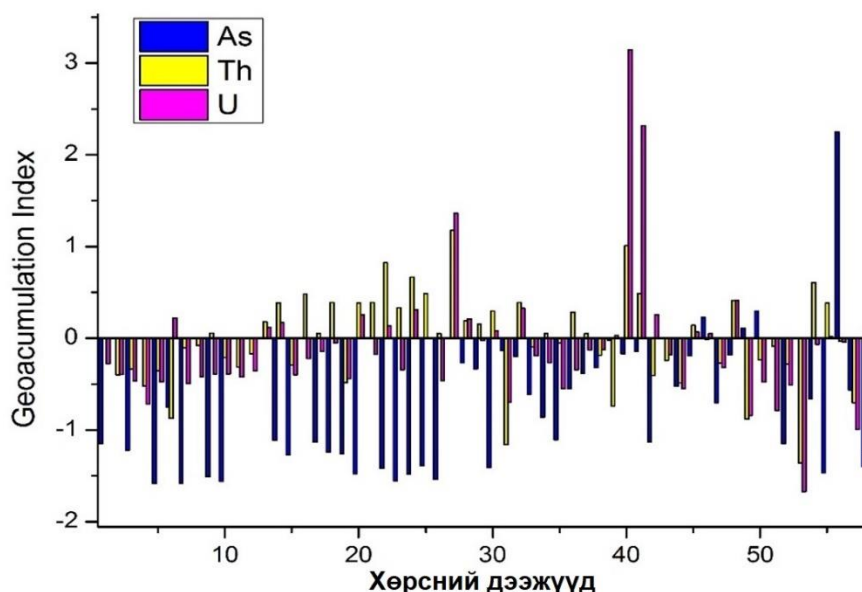
Зураг 13 -аас харахад нийт 48 дээжээс 2 дээжид U-ны агууламж өндөр, As нэг дээжид өндөр гарсан байна. харагдаж байна. Хөрсний цөөн хэдэн дээжид уран (U), тори (Th), хүнцэл (As) нь бага зэргийн бохирдолтой үнэлэгдсэн хэдий ч бүх элементээр нь нийлбэрчлэн үзэхэд Бохирдлын ачааллын индекс (PLI) нь судалгаа хийсэн бүх дээжид 1-ээс бага гарсан. Хэрэв $PLI < 1$ тул тухайн орчны бүс нь хүнд металлаар бохирдоогүй байна гэж үзэж байна. Бохирдлын ачааллын индекс (PLI)-н графикийг Зураг 14-д үзүүлээ.

Бохирдлын ачааллын индекс (PLI)



Зураг 14 Хөрсний дээжийн Бохирдлын ачааллын индекс (PLI)

Хөрсний цөөн хэдэн дээжид уран (U), тори (Th), хүнцэл (As)-н хувьд $I_{geo} > 0$ гарсан учраас энэ 3-н элементээрээ Гео хуримтлалын индекс (I_{geo})-н график байгуулан Зураг 15-д харууллаа. Хөрсний Гео хуримтлалын индекс (I_{geo}) 2 дээжид As бага зэрэг бохирдолтой, 1 дээжид дунд зэргийн бохирдолтой байгаа нь ажиглагдаж байна.



Зураг 15 Хөрсний дээжийн Гео хуримтлалын индекс (I_{geo})

Байгаль орчны суурь үнэлгээг хүнд хортой элементүүдийн бохирдлын үүднээс авч үзэхэд тухайн бүс нутгийн хувьд хөрс нь бохирдолгүй, байгалийн суурь түвшиндээ байгаа нь энэхүү үр дүнгээс харагдаж байна.

Усны шинжилгээний үр дүн

Хараатын орд газрын гүний усны ойролцоо орших Халзангийн рашаан, геологичдын тосгонд буй гүний худаг, Дундговь аймгийн Баянжаргалан сумын төвд орших худгаас нийт 6-н усны дээжид Бохирдлын фактор (CF), Бохирдлын ачаалалын индекс (PLI), Гео хуримтлалын индекс (I_{geo}) – г тооцоолон усны бохирдлын үнэлгээг хийсэн.

Усан дах элементүүдийн суурь агууламжийг “MNS 0900:2018 Хүрээлэн буй орчин. Эрүүл мэндийг хамгаалах, Аюулгүй байдал. Ундны ус. Эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ” монгол улсын стандартын ундны усан дах элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээгээр тооцоолсон. Усны дээжийн үр дүнг хүснэгт 19-д үзүүллээ.

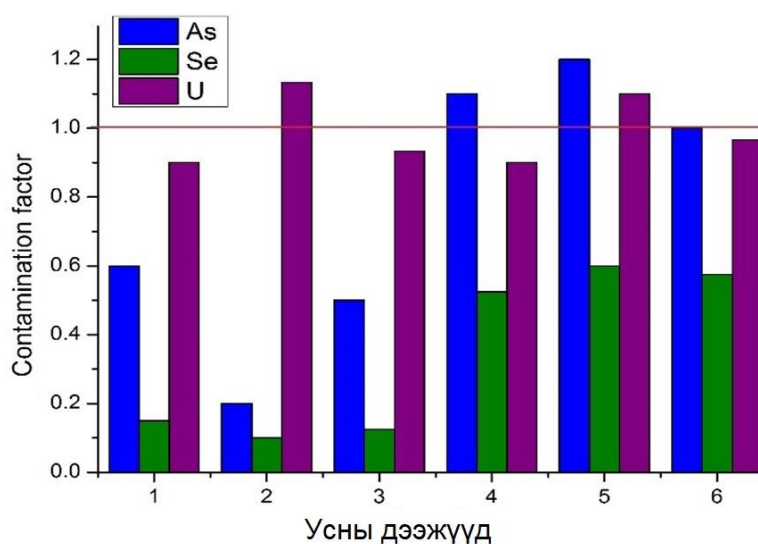
Хүснэгт 19. Усны дээжийн үр дүн

Дээжийн тодорхойлолт	K	As	Se	Sr	Pb	Th	U
Хэмжих нэгж	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л
Баянжаргалан сум	158.7	0.006	0.006	2.36	<0.01	0.001	0.027
Хараатын хотхон	1.45	0.002	0.004	0.461	<0.01	<0.001	0.034
Халзан рашаан	173.5	0.005	0.005	2.408	<0.01	<0.001	0.028
Халзан рашаан 1	171	0.011	0.021	1.592	<0.01	<0.001	0.027
Халзан рашаан 2	172	0.012	0.024	1.914	<0.01	<0.001	0.033
Халзан рашаан 3	173	0.01	0.023	1.843	<0.01	<0.001	0.029
MNS 0900:2018	-	0.01	0.04	-	0.01	-	0.03

Усны дээжид Бохирдлын факторыг тооцоход 2 болон 5-р дээжид Уран (U), 4 болон 5-р дээжид As бага зэргийн их гарсан (Зураг 16, хүснэгт 20). Хэдий тийм боловч Бохирдлын ачааллын индекс ($PLI < 1$) болон Гео хуримтлалын индекс (I_{geo0}) нь бохирдолгүй үнэлэгдсэн (хүснэгт 21, хүснэгт 22).

Хүснэгт 20. Усны дээжийн Бохирдлын фактор (БФ)

Дээжийн тодорхойлолт	As	Se	U
Баянжаргалан сум	0.6	0.15	0.9
Хараатын хотхон	0.2	0.1	1.13
Халзан рашаан	0.5	0.125	0.93
Халзан рашаан 1	1.1	0.525	0.9
Халзан рашаан 2	1.2	0.6	1.1
Халзан рашаан 3	1	0.575	0.97



Зураг 16 Усны дээжийн Бохирдлын фактор (CF)

Элемент тус бүрт CF-ийг тодорхойлсоны дараа бүх элементээр нь нийлбэрчлэн нийт индексийн үзэхэд усны дээжүүдэд бүгд 1-ээс бага утгатай гарсан (Хүснэгт 17). Түүнчлэн As, Se ба U гэсэн гурван элементийн хувьд Гео хуримтлалын индекс (I_{geo})-ийг тооцоход бүгд сөрөг утгатай гарсан (хүснэгт). Иймээс хөрс болон усны хувьд бохирдолгүй байна гэсэн үр дүнг өгч байна.

Хүснэгт 21. Усны дээжийн Бохирдлын ачааллын индекс (PLI)

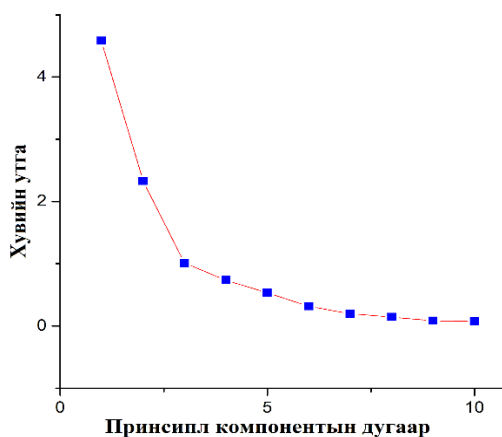
Дээжийн тодорхойлолт	Бохирдлын ачааллын индекс (PLI)
Баянжаргалан сум	0.432674871
Хараатын хотхон	0.283006158
Халзан рашаан	0.387827795
Халзан рашаан 1	0.804016262
Халзан рашаан 2	0.925213002
Халзан рашаан 3	0.82220768

Хүснэгт 22 Усны дээжийн Гео хуримтлалын индекс (I_{geo})

Дээжийн тодорхойлолт	As	Se	U
Баянжаргалан сум	-1.321928095	-3.32193	-0.73697
Хараатын хотхон	-2.906890596	-3.90689	-0.40439
Халзан рашаан	-1.584962501	-3.58496	-0.6845
Халзан рашаан 1	-0.447458977	-1.51457	-0.73697
Халзан рашаан 2	-0.321928095	-1.32193	-0.44746
Халзан рашаан 3	-0.584962501	-1.38333	-0.63387

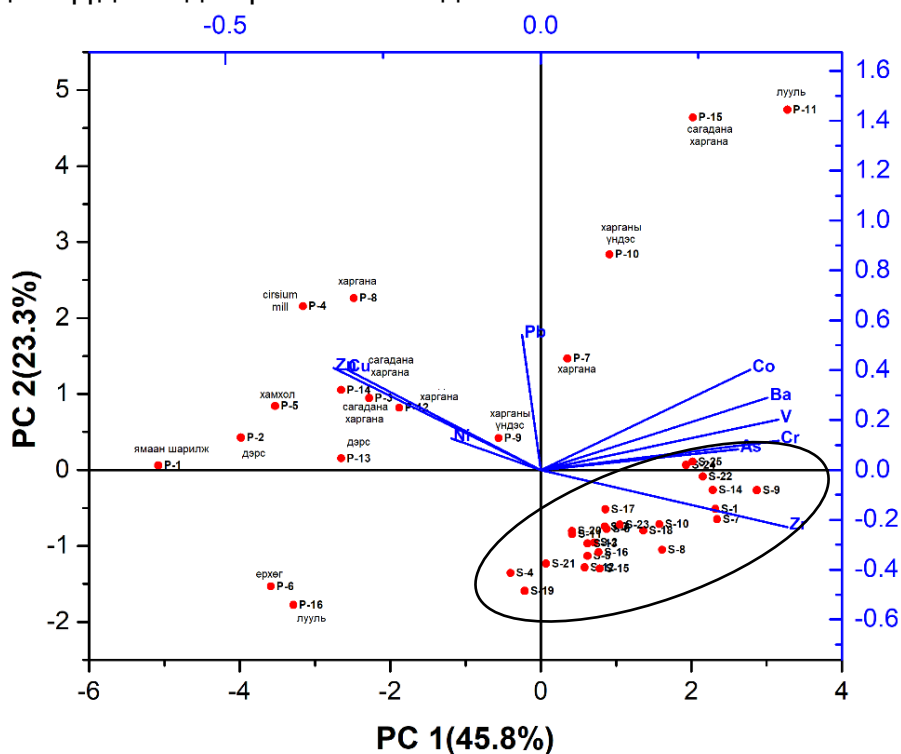
4.3.2 Стастистик боловсруулалтын үр дүн

Хөрс болон ургамлын дээжүүдтэй нэгтгэн PCA-г гүйцэтгэлээ. Усны дээжүүдэд ихэнх элементүүд нь мэдрэх хязгаарт хүрээгүй. PCA-н үр дүнг тооцохдоо хувийн утга нь Принцип компонентын дугаараас хамааруулсан графикийг (Зураг 17) үзүүлэв. 4-р утгаас эхлэн тогмолжиж эхэлсэн гэж үзэн PCA-ийн 4-н вектор хангалттай гэж үзлээ.



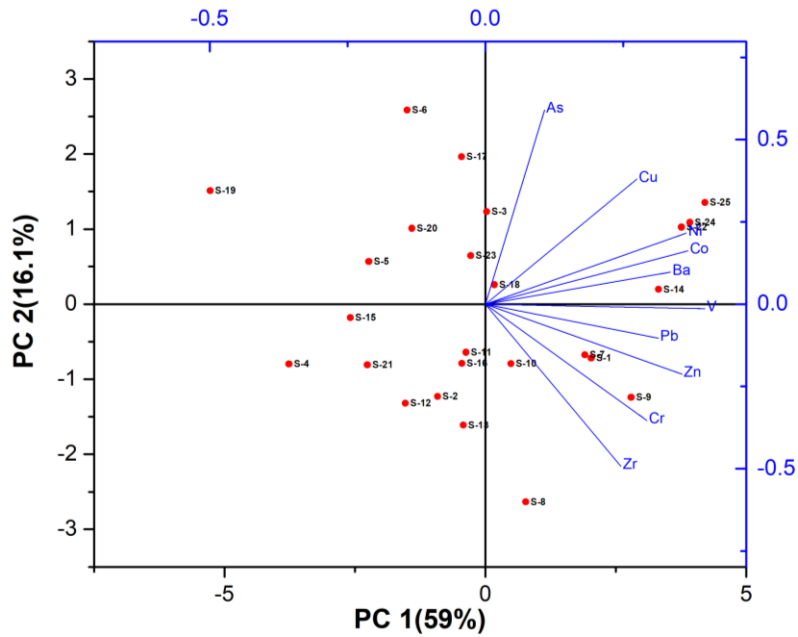
Зураг 17. Хувийн утгаас хамааруулан хувийн векторын хязгаарыг тогтооход хэрэглэсэн график

Хөрсний болон ургамлын дээжийн элементийн анализийн үр дүнг нэгтгэн хийсэн PCA-ийн үр дүнг Зураг 18-д үзүүллээ. Статистик боловсруулалтын үр дүнгээс харахад хөрс болон ургамлын дээжүүдийн элементийн найрлагаараа ялгаатай гарсан байна. Улмаар хөрсний дээжүүд нь нэг кластер болгож болохуйц найрлагтай байгаа бол ургамлын дээжүүд нь харьцангуй өөр өөр агуулгатай байна. Харгана, сагадана харгана, хамхол, ямаан шарилж, дэрс, *cirsium mill* гэх ургамалууд нь Zr, Cu, Ni, Pb гэсэн элементийн найрлагаараа хувьд төсөөтэй байж болох юм. Харин ерхөг болон луулийн дээжүүд нь эдгээрээсээ нэлээд ялгаатай байх боломжтой.



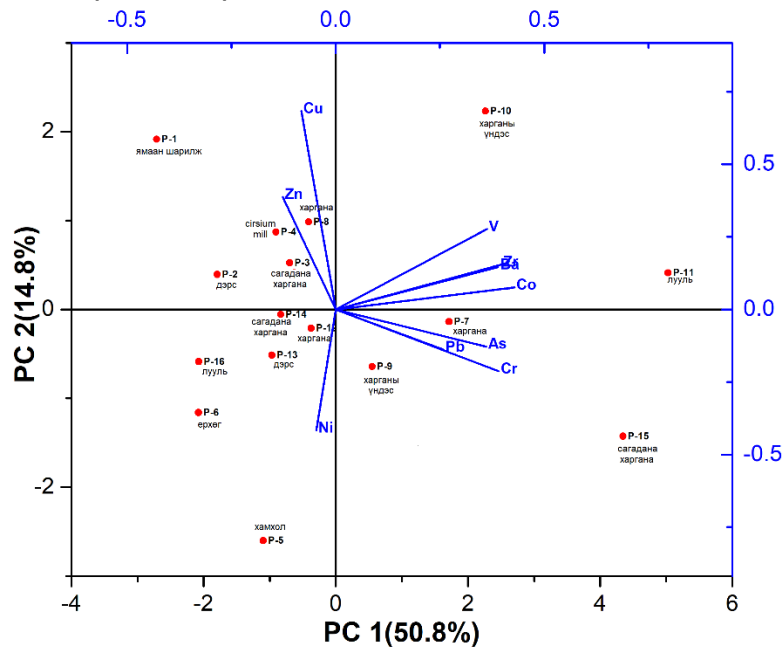
Зураг 18 Хөрсний дээжүүдэд хийсэн PCA-н үр дүн

Мөн ижил төстэй найрлагатай ургамлуудын дээжийн хувьд Cu, Zr, Ni гэсэн гурван элемент нь хоорондын хамаарал өндөртэй гарчээ. Ургамал болон хөрс нь микро элементийн хувьд найрлагаараа ялгаатай гарсан тулд хөрс болон ургамлын дээжүүдийг тус тусад нь авч PCA -ийг гүйцэтгэсэн үр дүнг Зураг 19 ба 20-д үзүүлэв.



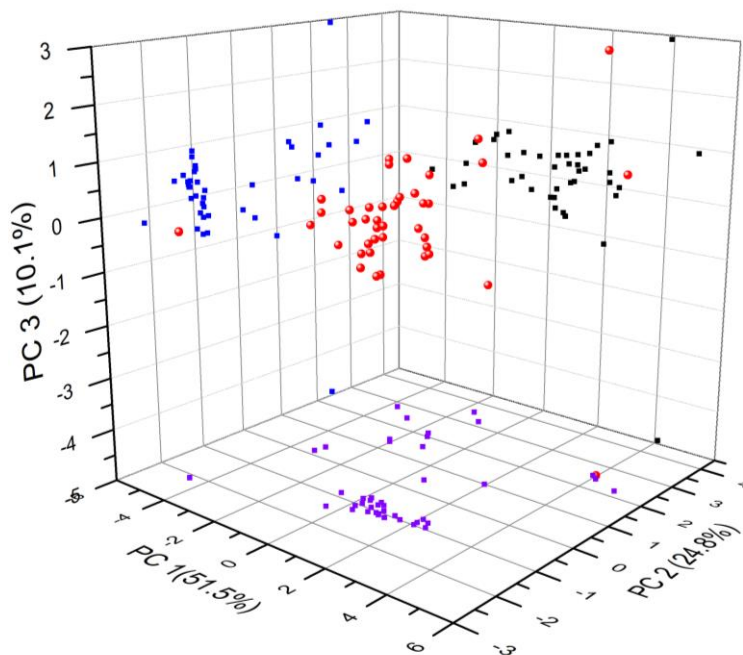
Зураг 19. Хөрсний дээжүүдэд хийсэн PCA-н үр дүн

Хөрсний дээжүүдийн элементийн үр дүнг задлан PCA – ийн статистик боловсруулалтын үр дүнгээс харахад хөрсний дээжүүдэд кластержин хуваах боломж багатай тархсан харагдаж байна.



Зураг 20. Ургамлын дээжүүдэд хийсэн PCA-н үр дүн

Ургамлын хувьд харганы үндэс нь харганаасаа ялгаатай найрлагатай байж болохоор харагдаж байна. Хамхолын дээж нь Ni – ийн агууламжаараа бусдаасаа өөр байна.

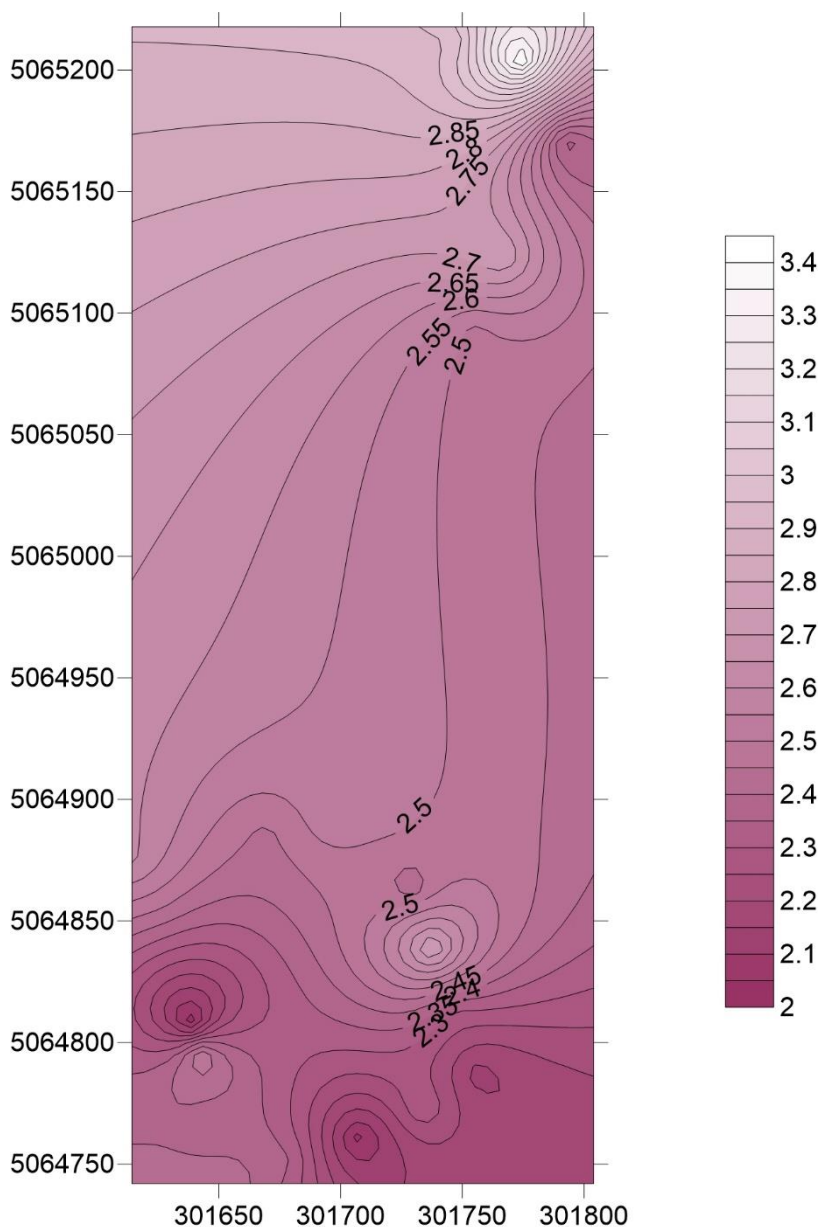


Зураг 21. Хөрс, ургамал, усны дээжүүдэд хийсэн PCA-ийн үр дүнг гурван хэмжээст огторгуйд дүрсэлсэн байдал

Гурван хэмжээст вектор огторгуйгаас PCA1, PCA2 компонентуудын проекц руу буулган харсан үр дүнгээс харахад W-4 буюу Халзангийн рашаан нь элементийн хувьд нэлээд ялгаатай байгаа нь кластерт орохооргүй нэлээд хол ялгаран гарснаас харагдаж байна. Харин бусад усны дээжүүд нь хөрсний дээжүүдтэй нэг кластер болон гарлаа (Зураг 21).

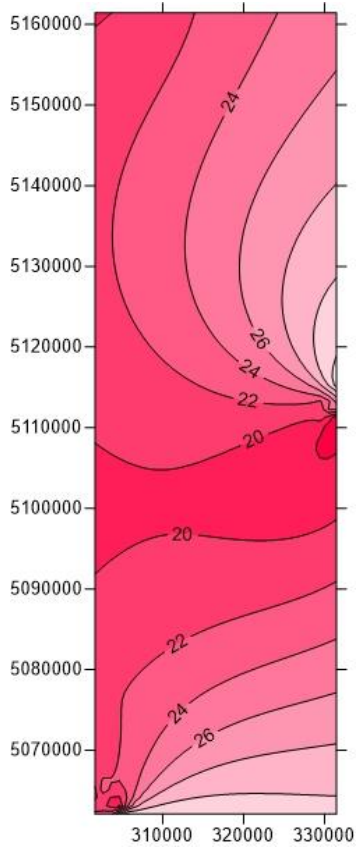
ТАВДУГААР БҮЛЭГ: ГЕОХИМИЙН САРНИЛЫН ХҮРЭЭ

Хараатын ордоос цуглуулсан геохимийн 120, ургамлын 16 дээжид ICP – MS ээр тодорхойлсон үр дүнгээр Surfer програм хангамж ашиглан геохимийн сарнилын хүрээг тогтоов. Эхлээд цацраг идэвхит U-ны хувьд сарнилийн хүрээний зургийг харуулав

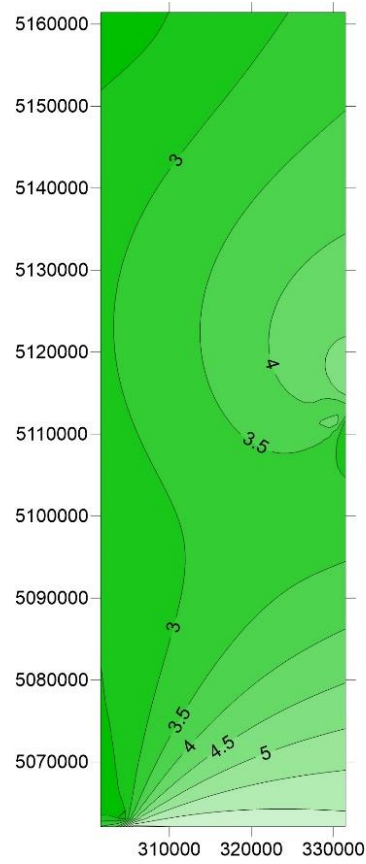


Зураг 22 Геохимийн сариналийн хүрээ U

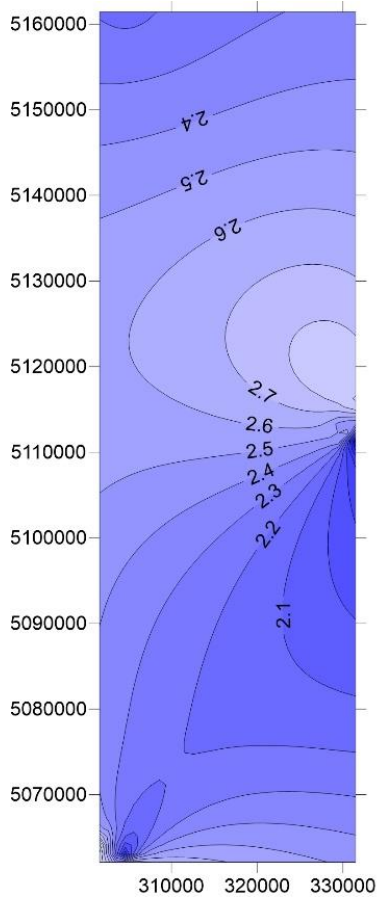
5.1 Урсгал геохимийн зураг



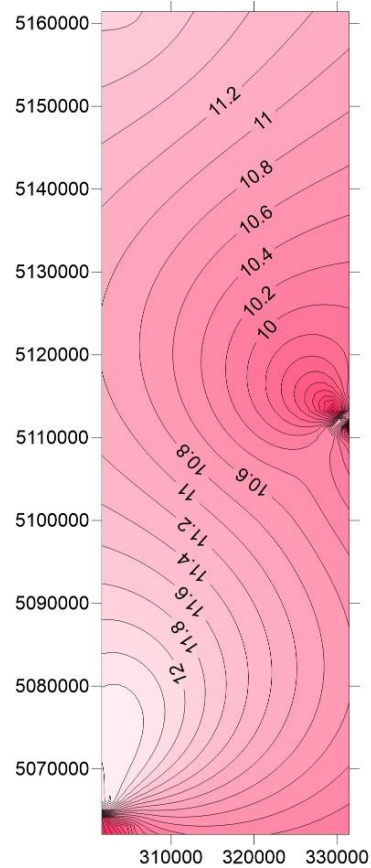
Li



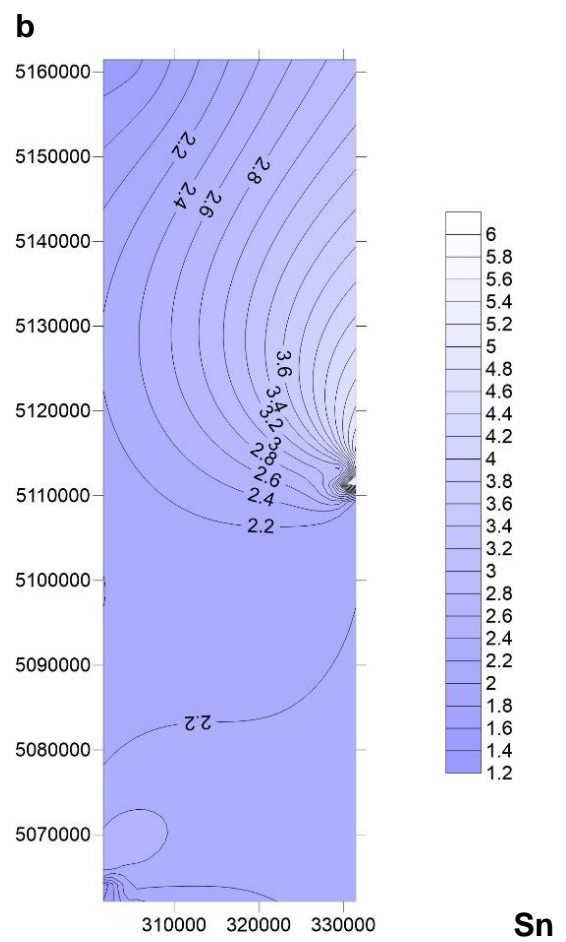
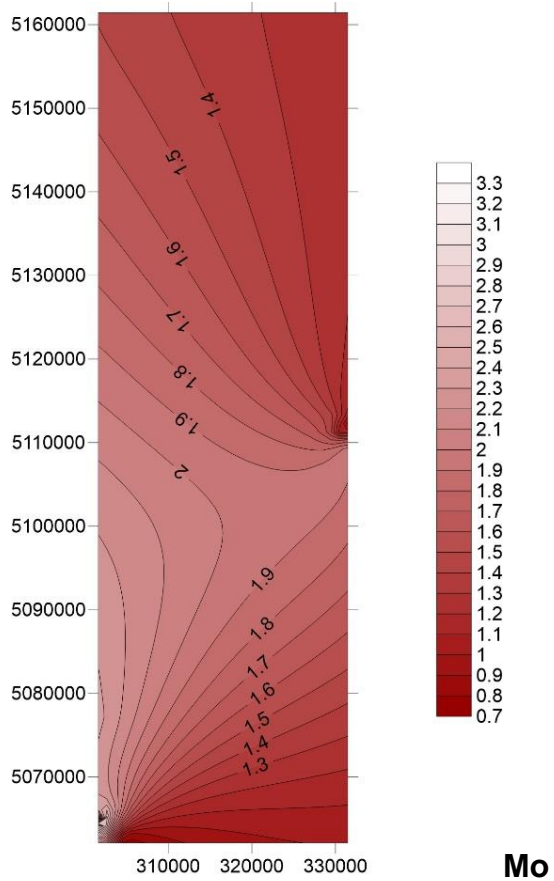
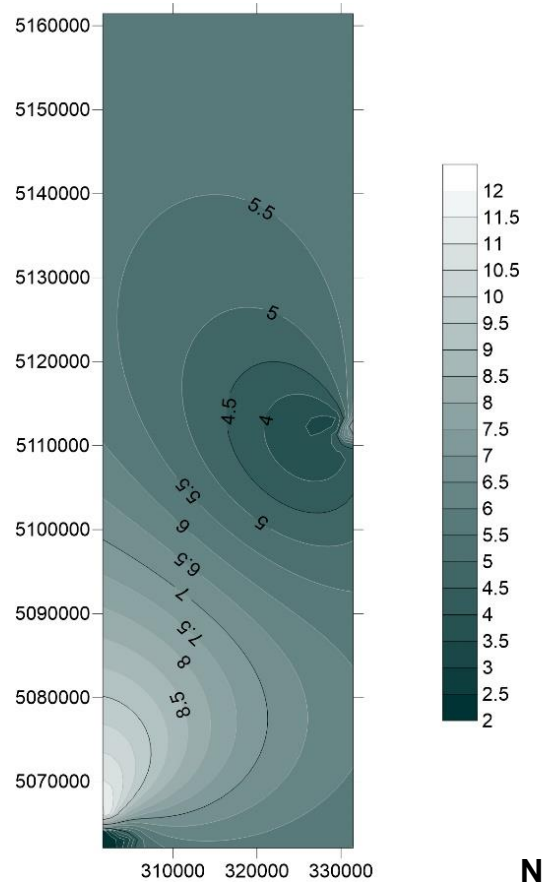
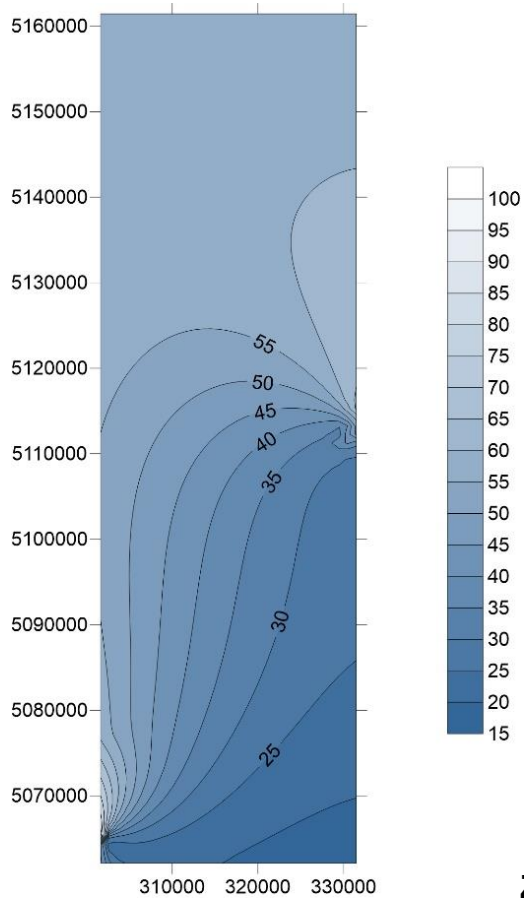
Be

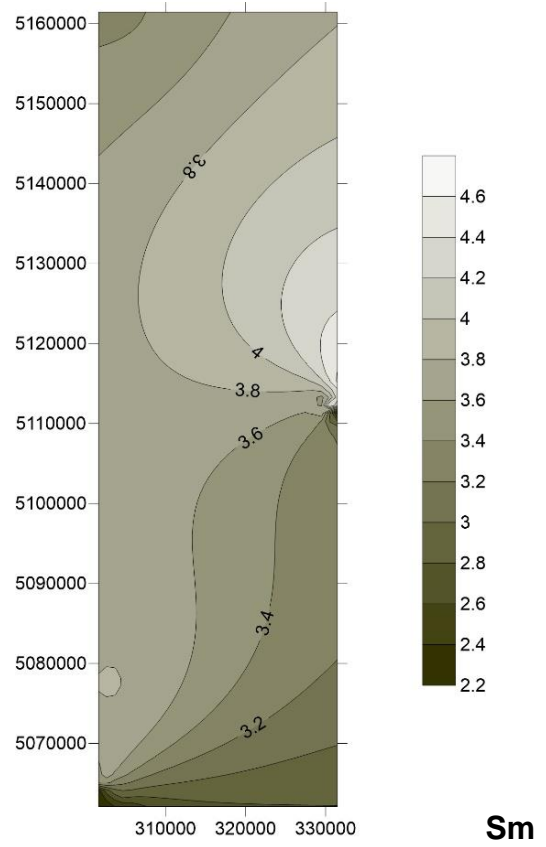
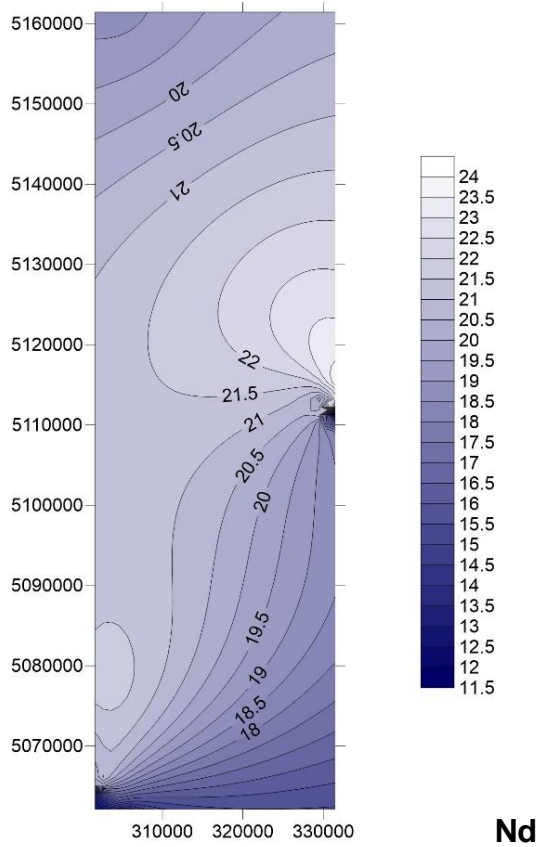
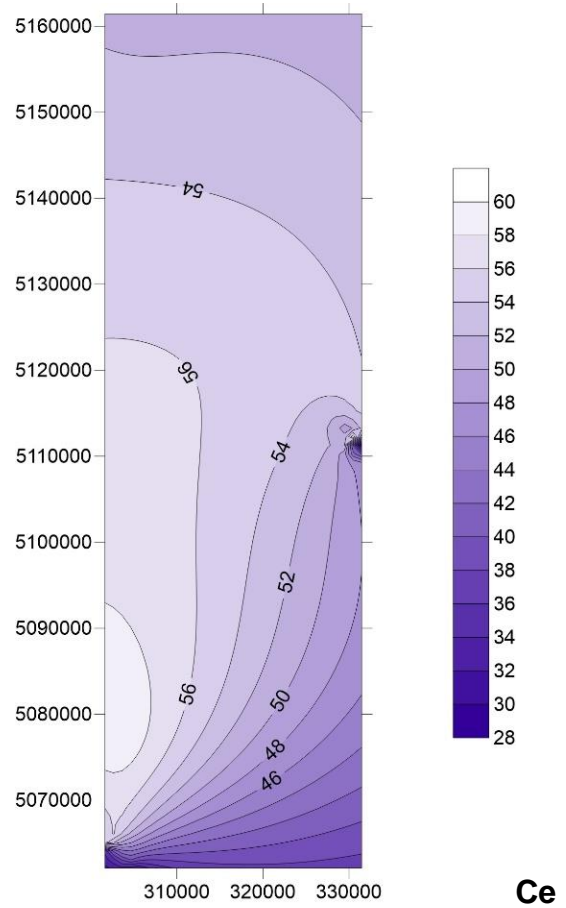
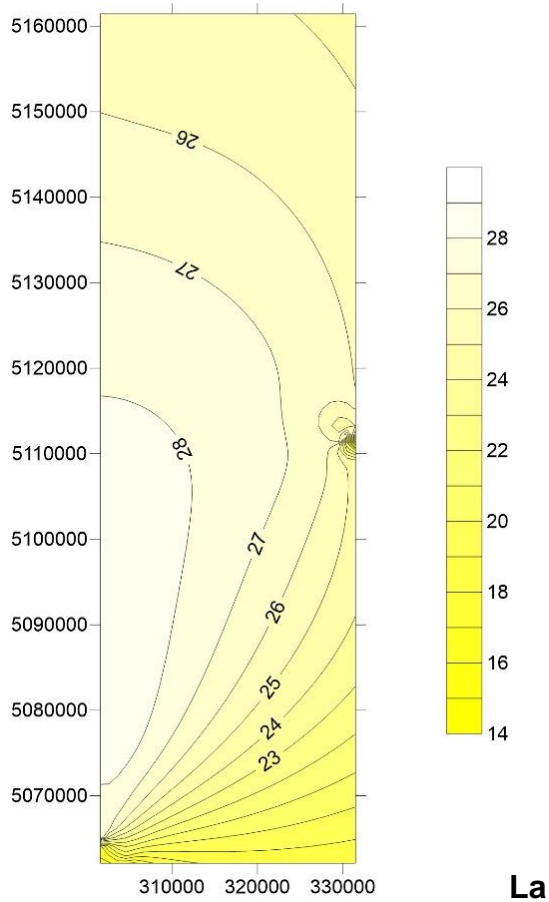


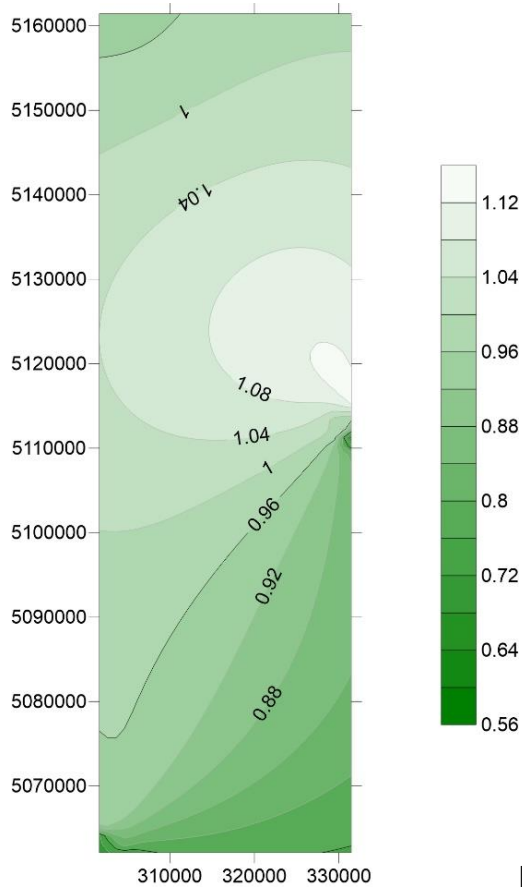
U



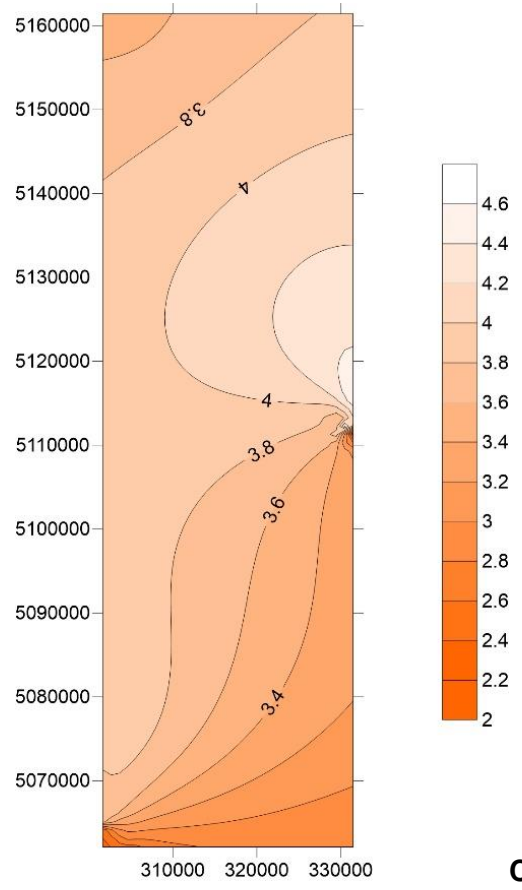
Y



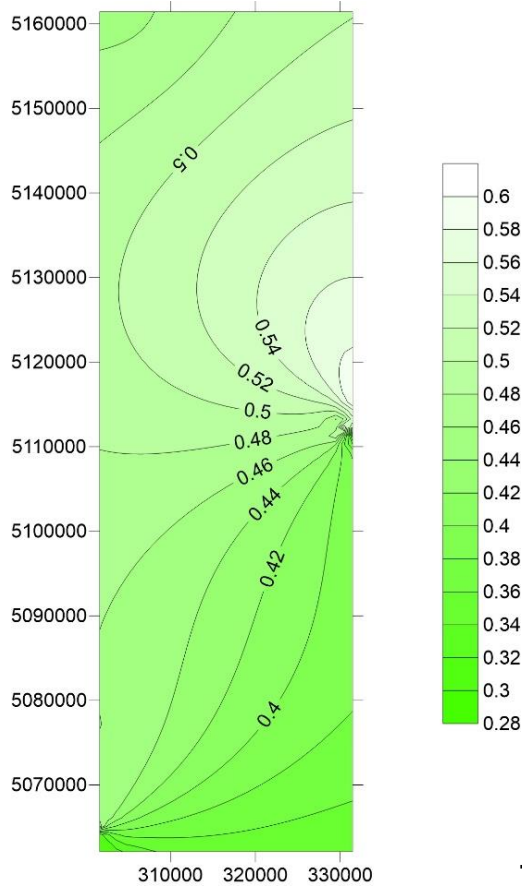




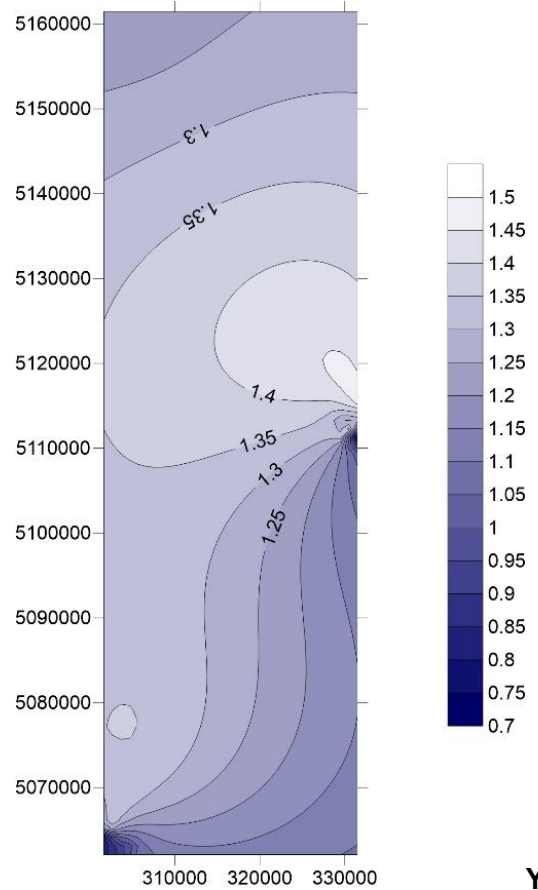
Eu



Cd

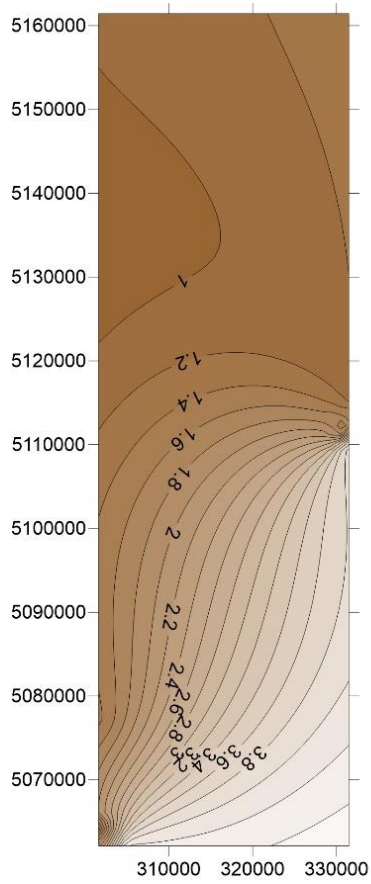


Tb

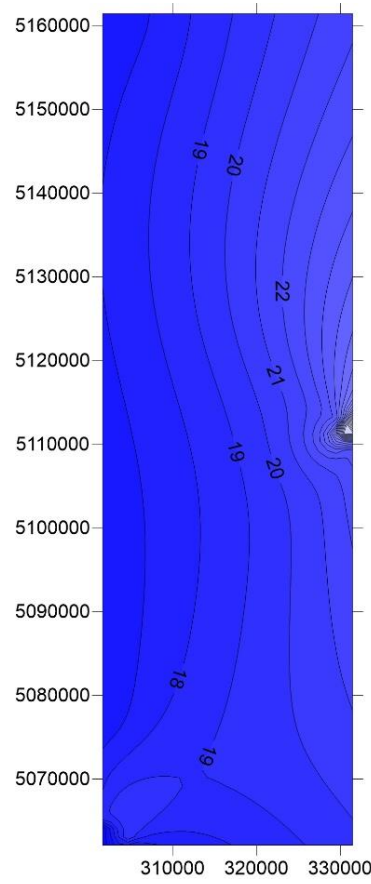


Y

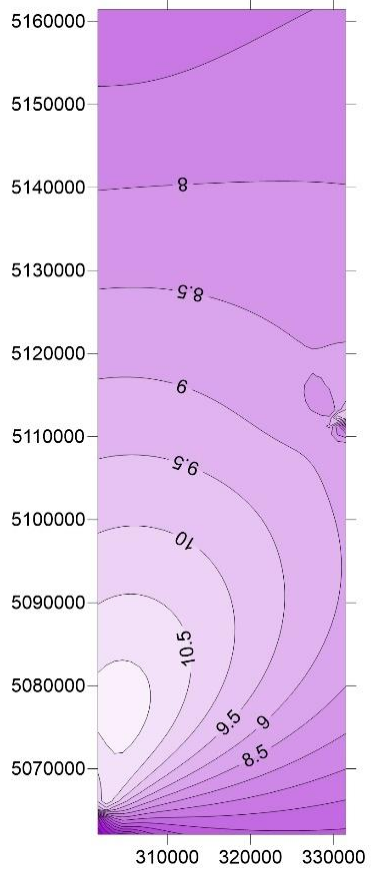
b



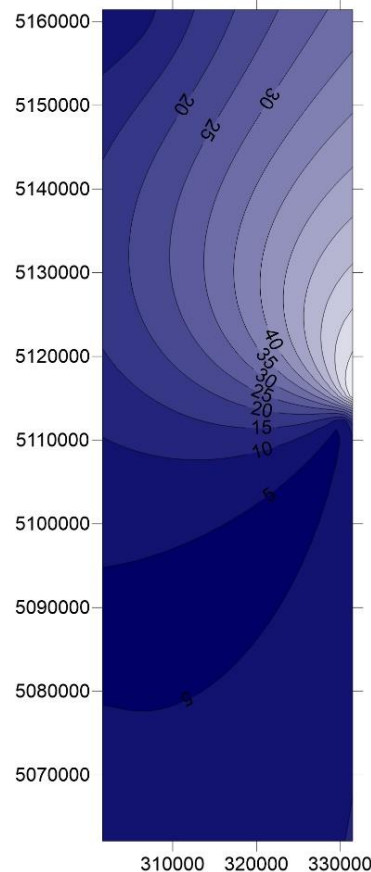
W



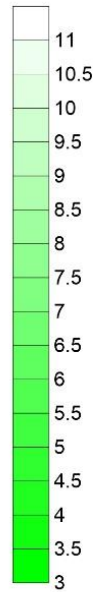
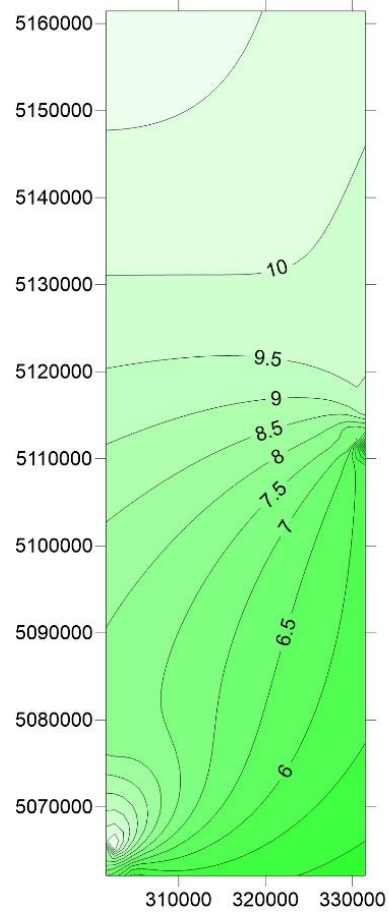
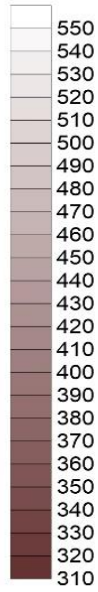
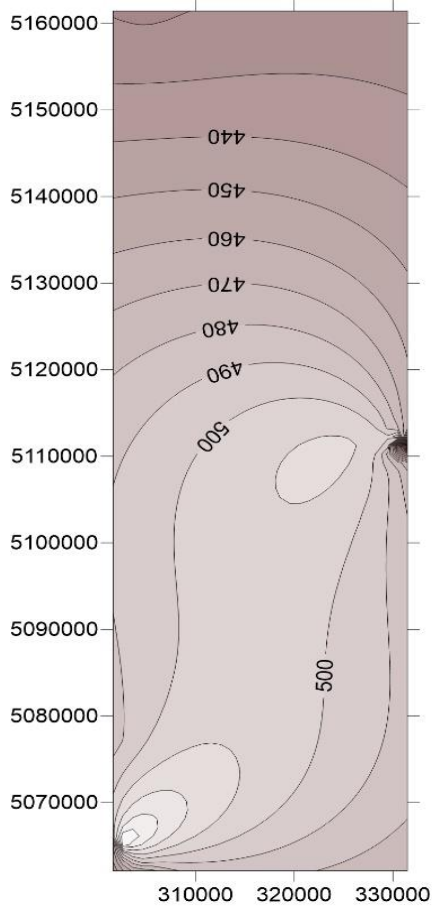
Pb



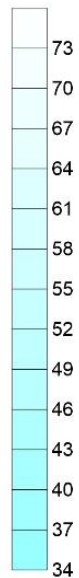
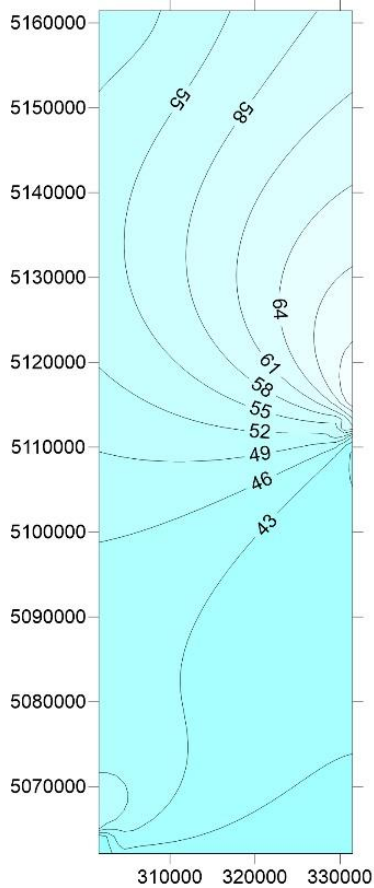
Th



As

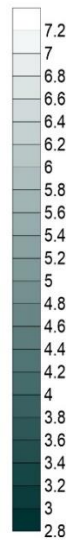
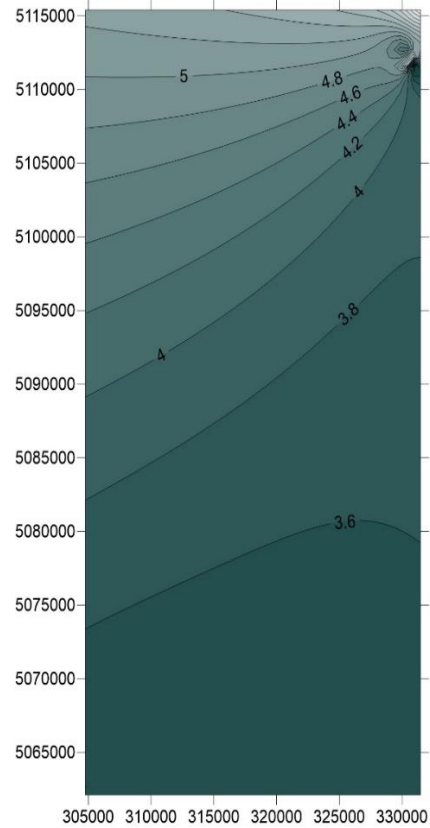


Ba

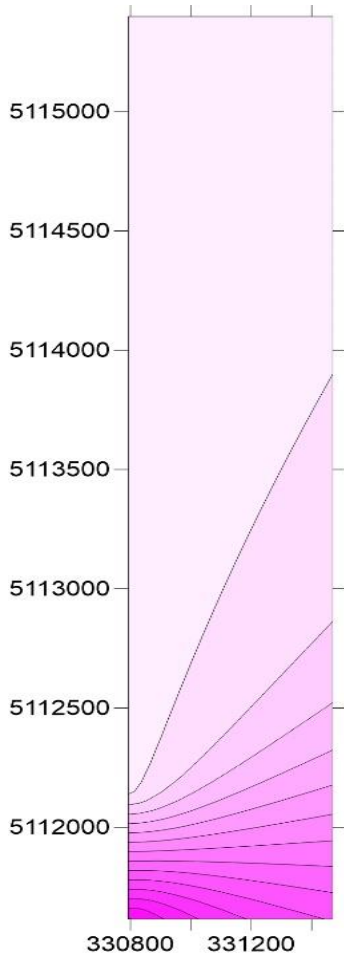


Zn

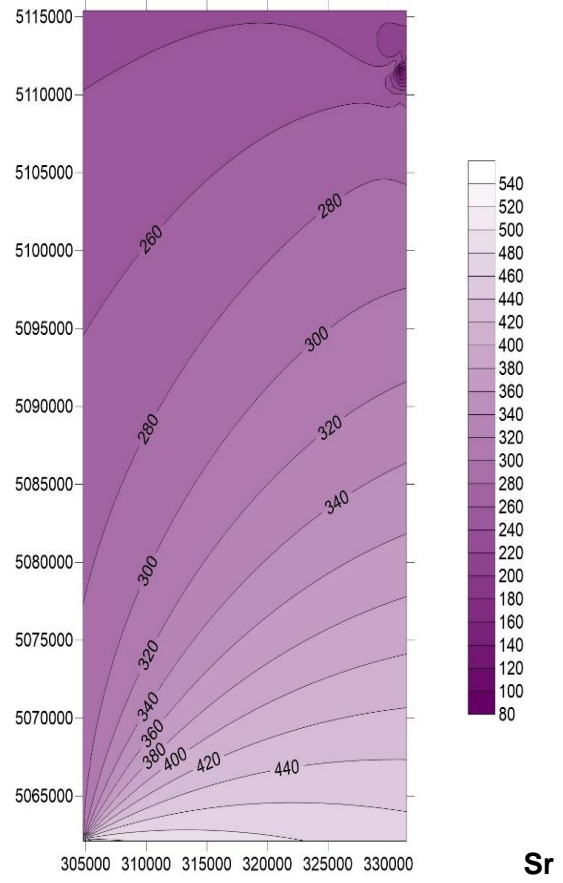
Cu



Sc



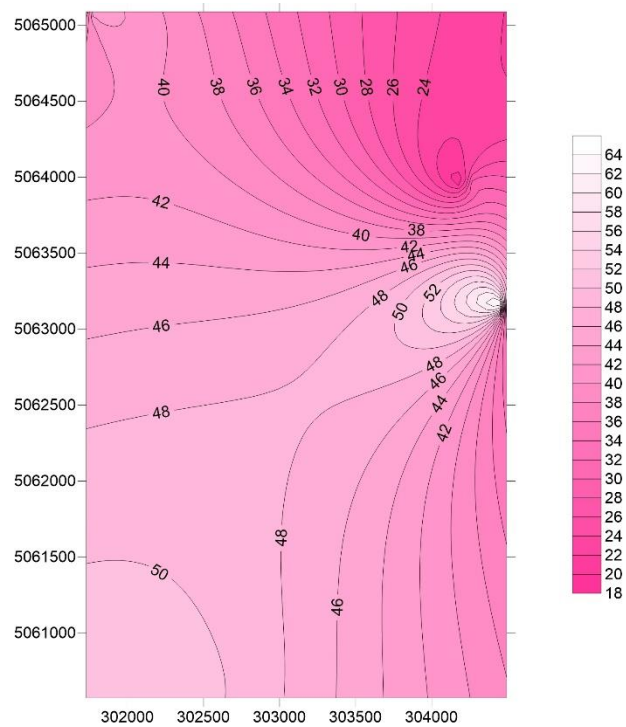
Se



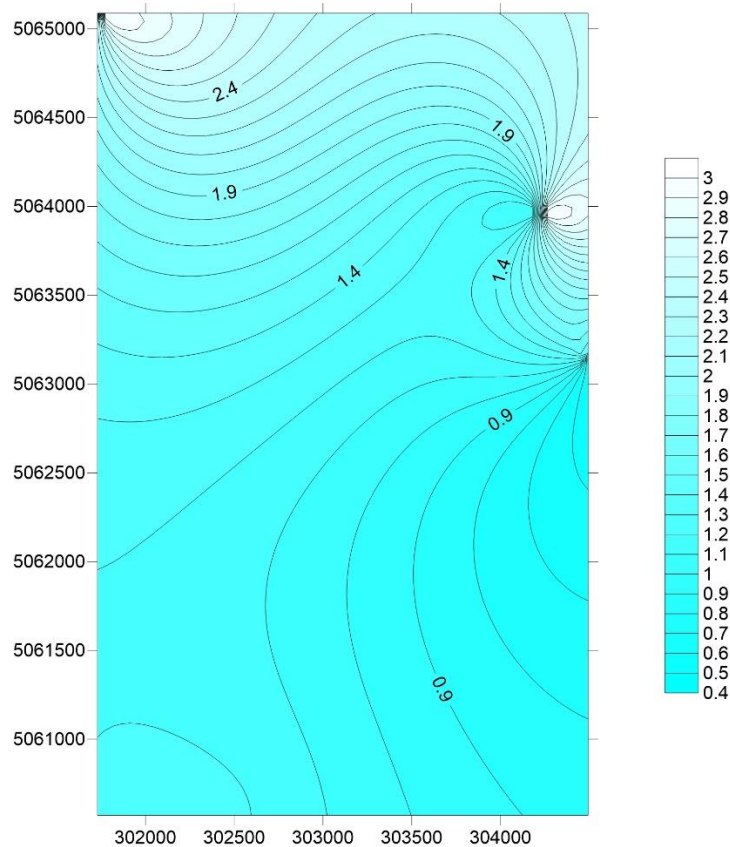
Sr

5.2 Ургамлын геохимийн сарнилын хүрээ

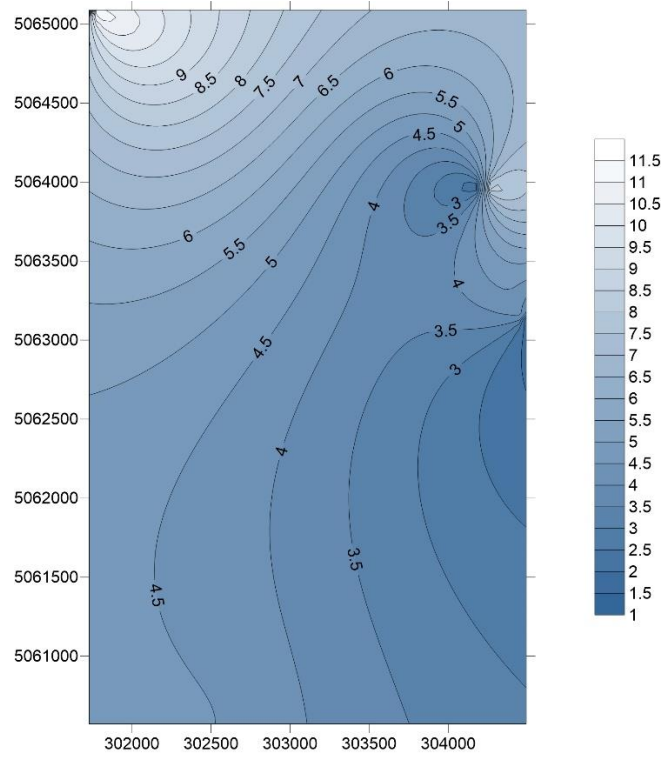
Геохимийн сариналийн хүрээ Li



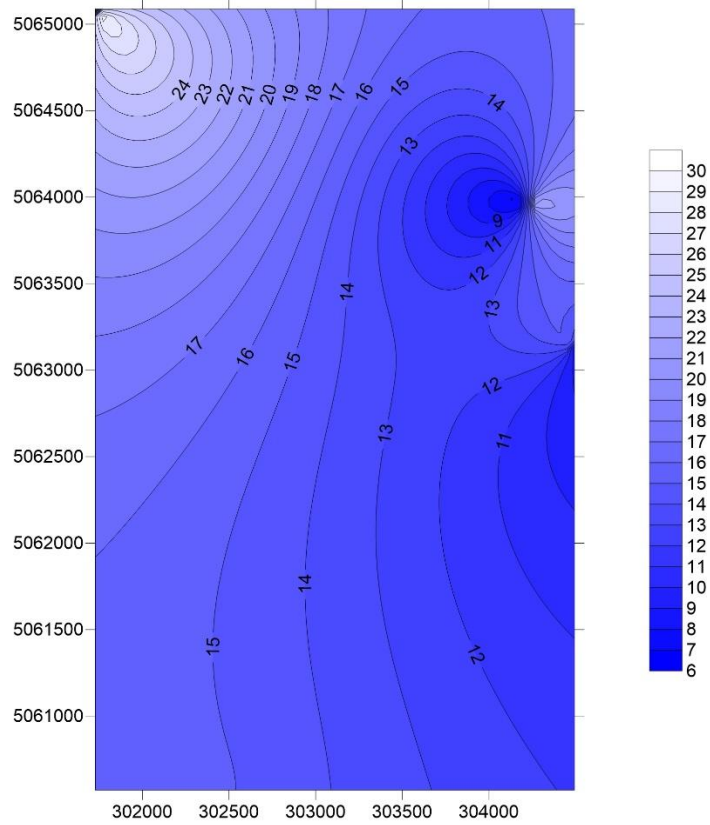
Геохимийн сариналийн хүрээ Be



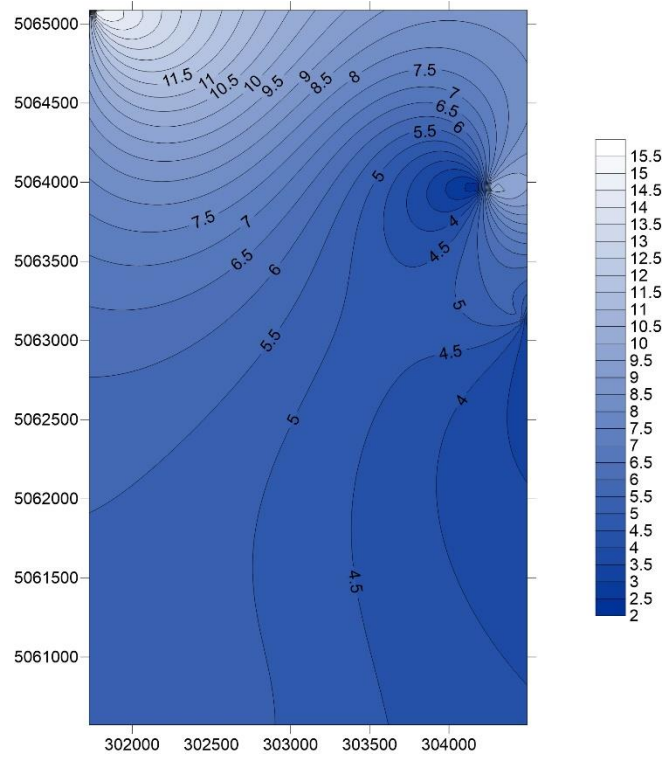
Геохимийн сариналийн хүрээ Sc



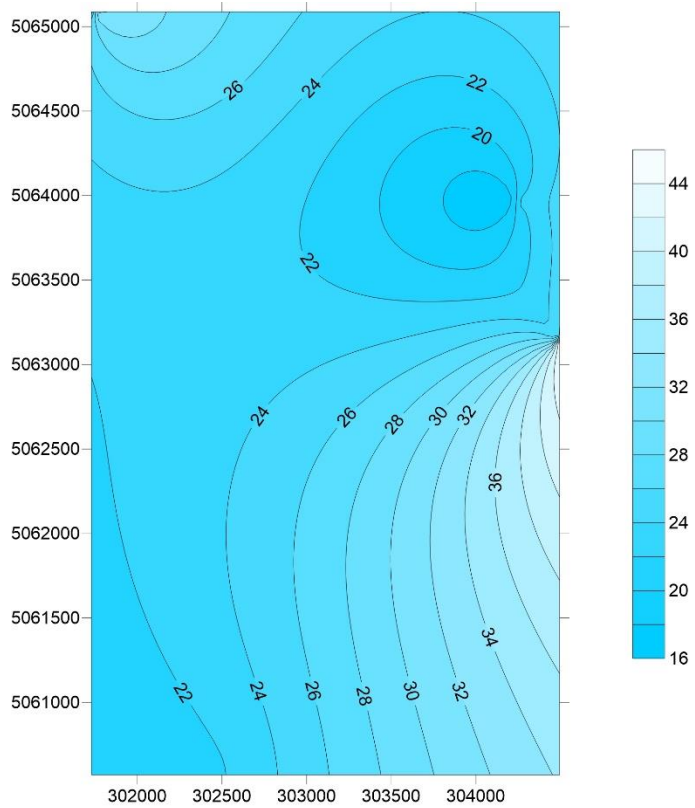
Геохимийн сариналийн хүрээ Sr



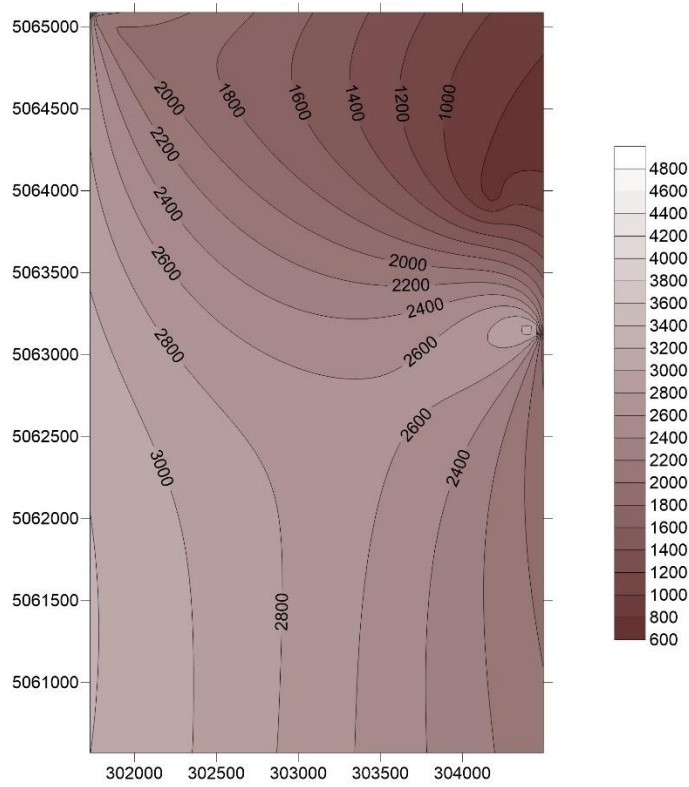
Геохимийн сариналийн хүрээ So



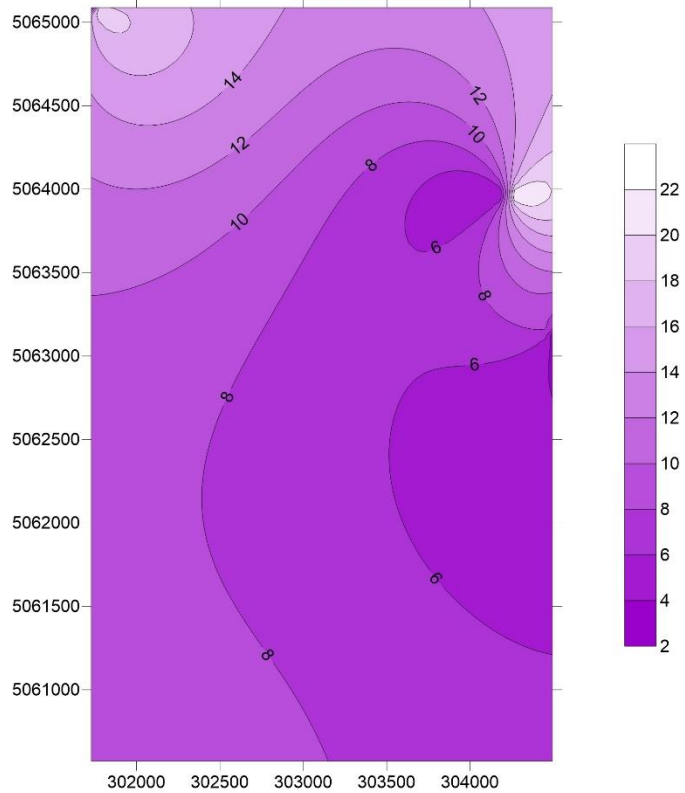
Геохимийн сариналийн хүрээ Ni



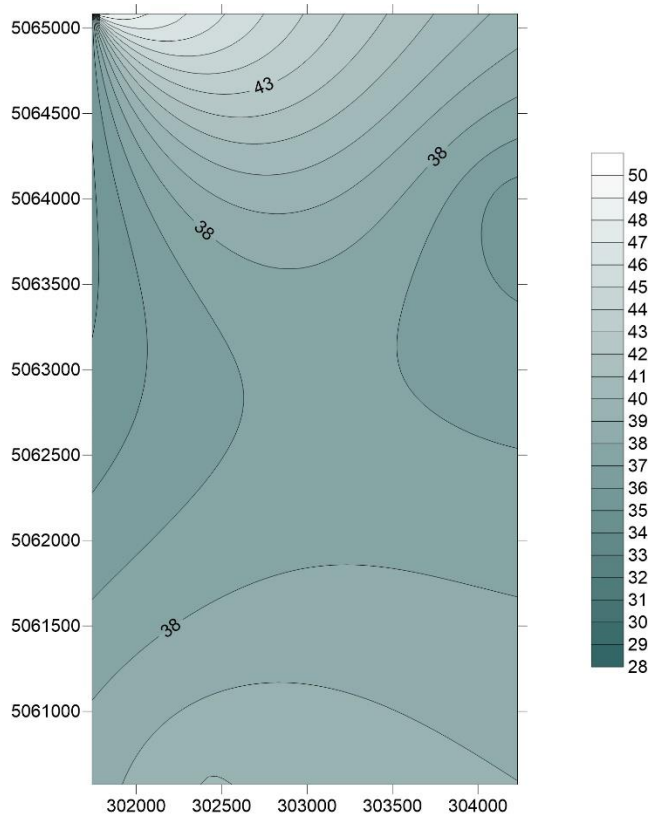
Геохимийн сариналийн хүрээ Sr



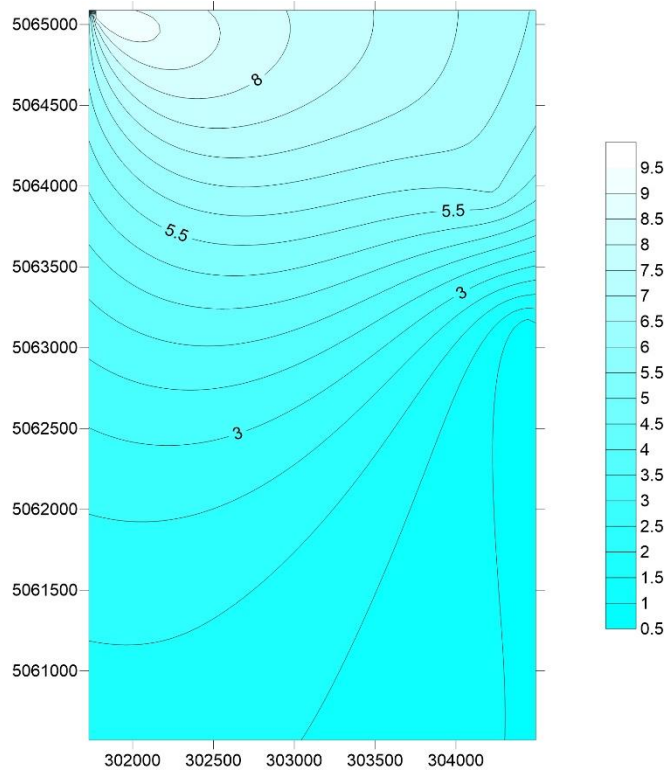
Геохимийн сариналийн хүрээ Y



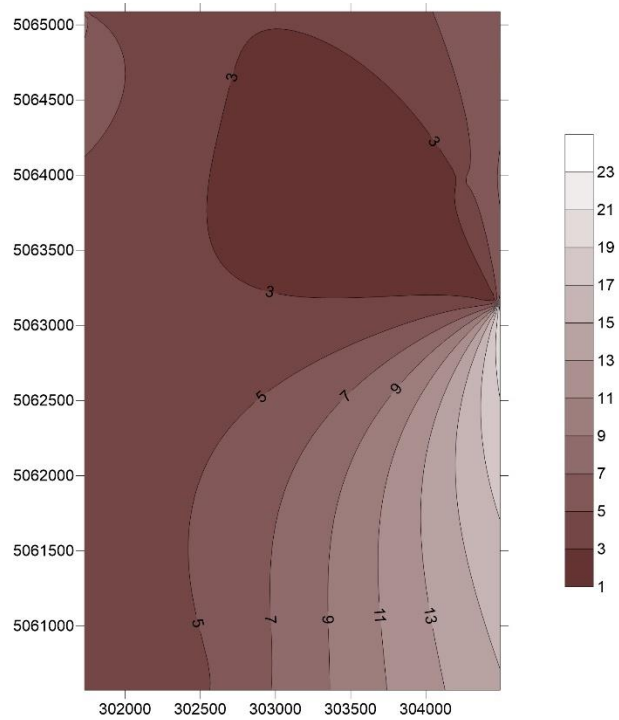
Геохимийн сариналийн хүрээ Zr



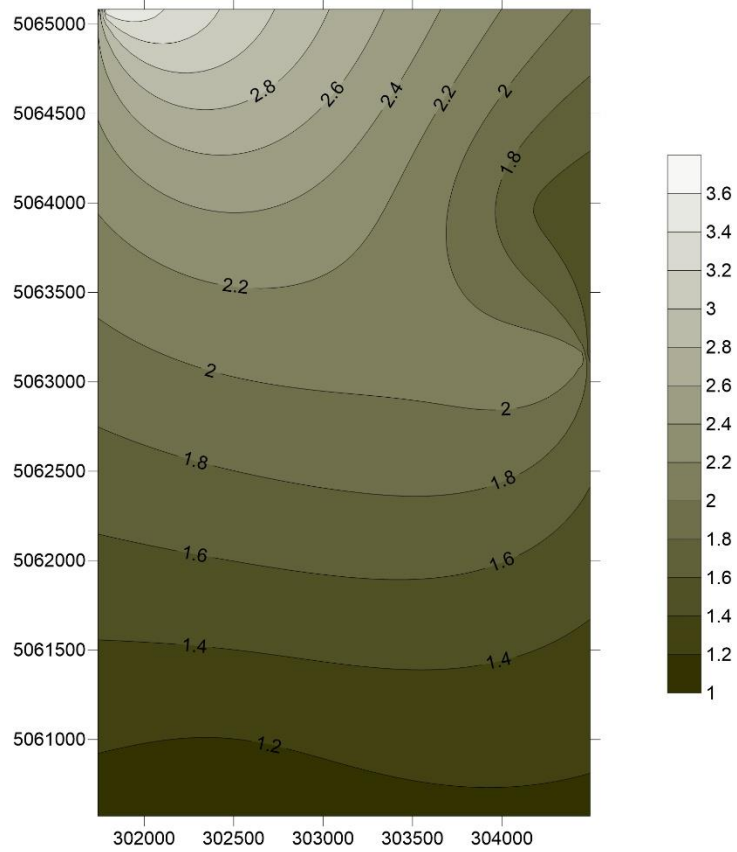
Геохимийн сариналийн хүрээ Nb



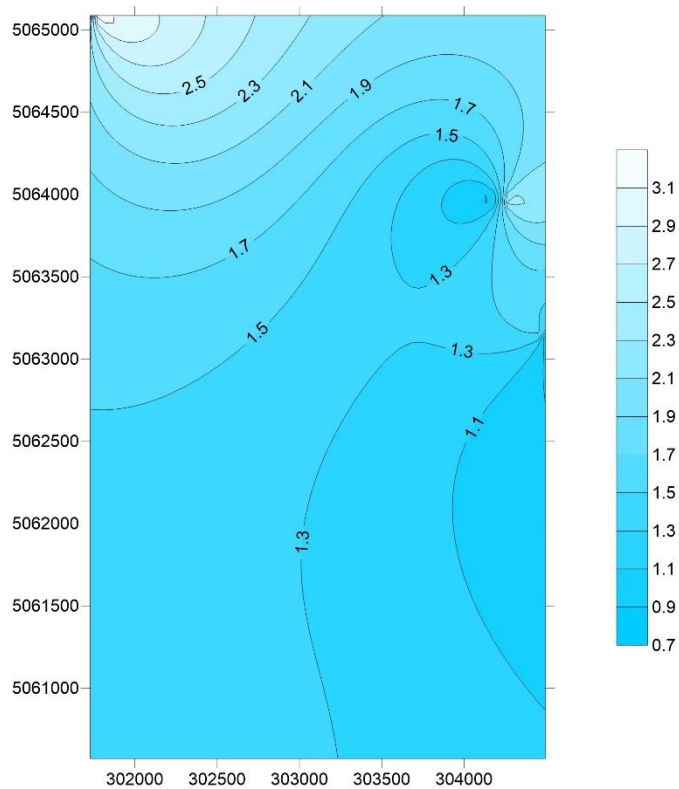
Геохимийн сариналийн хүрээ Mo



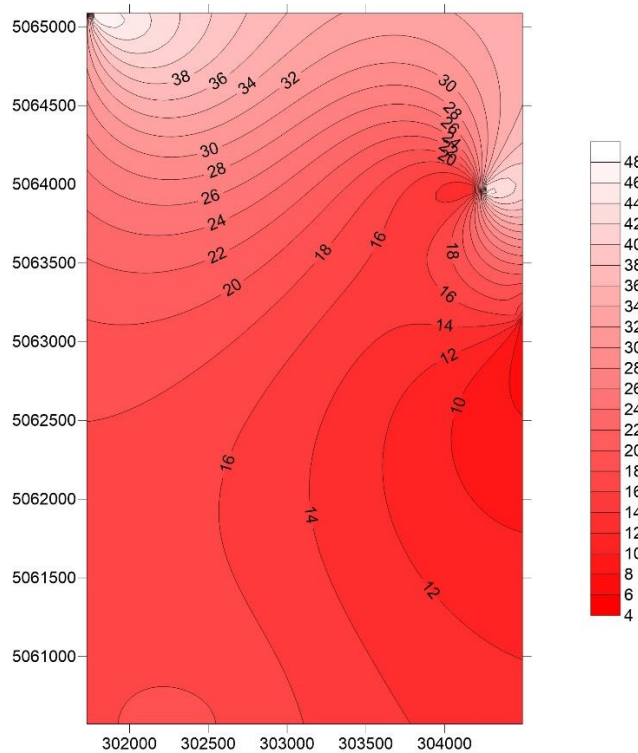
Геохимийн сариналийн хүрээ Cd



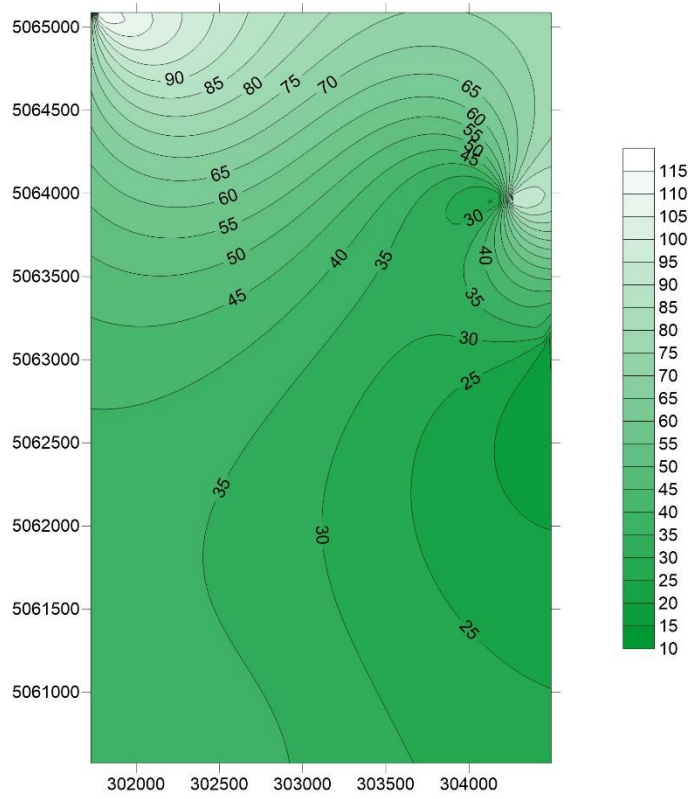
Геохимийн сариналийн хүрээ Sn



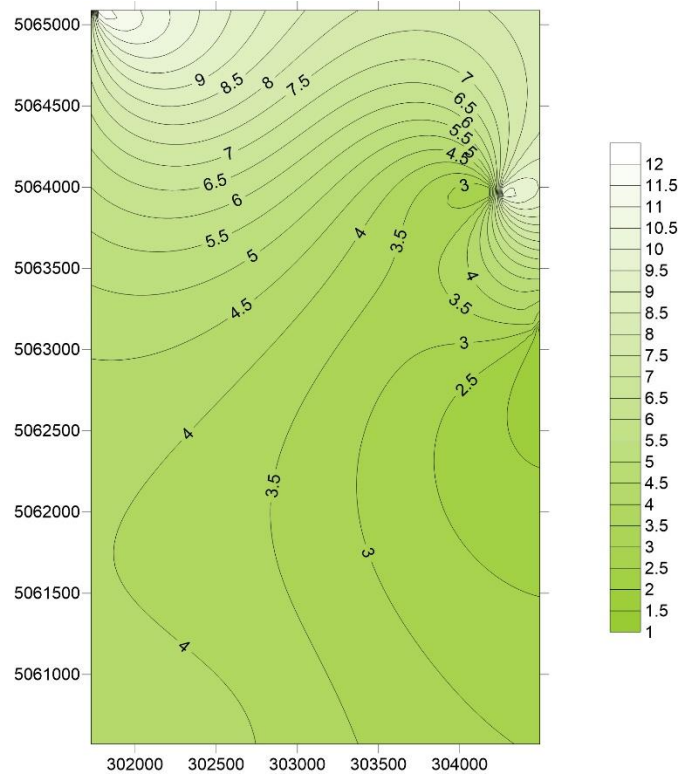
Геохимийн сариналийн хүрээ La



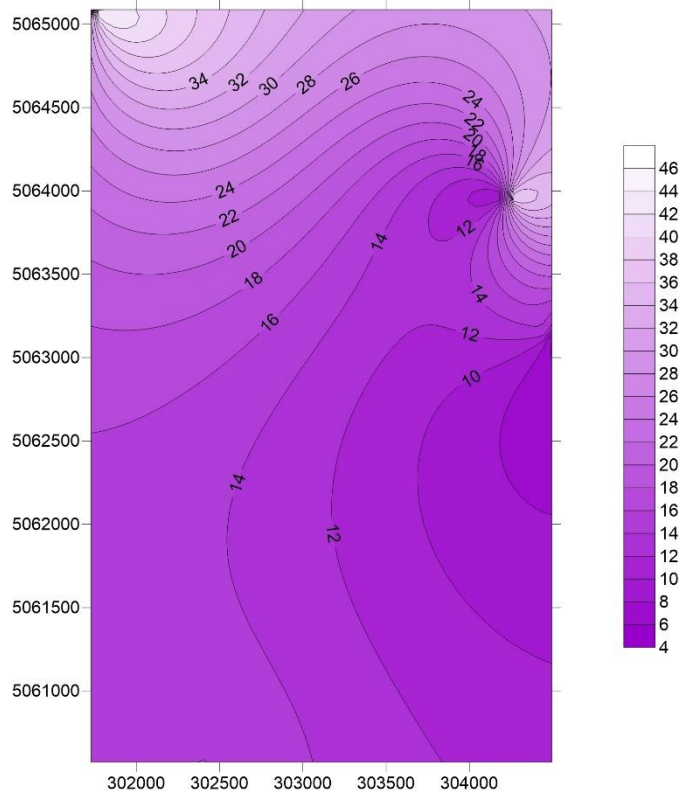
Геохимийн сариналийн хүрээ Se



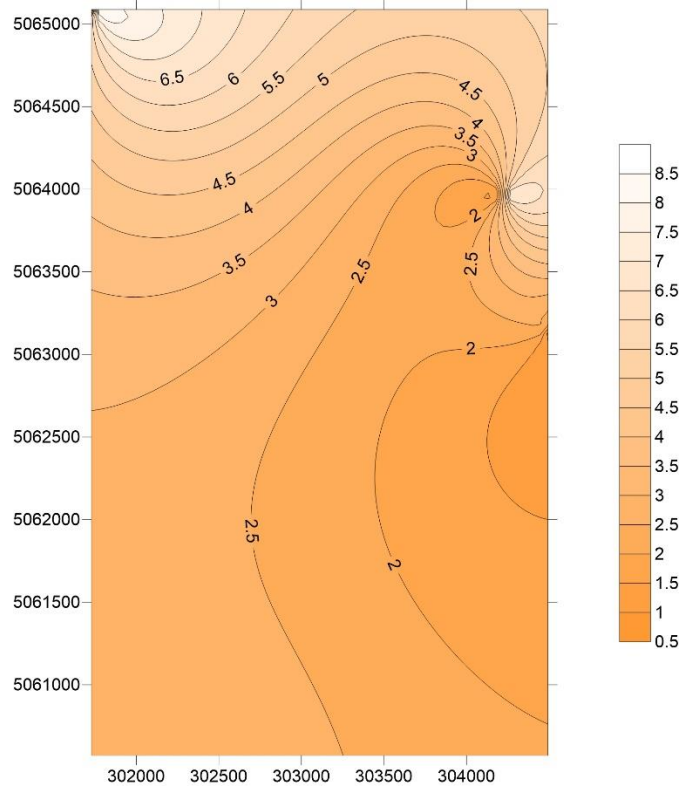
Геохимийн сариналийн хүрээ Pr



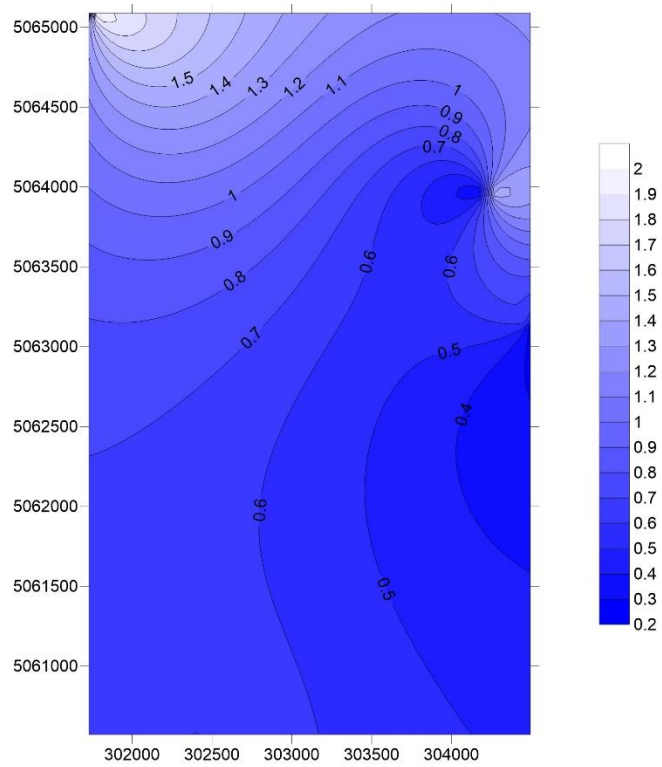
Геохимийн сариналийн хүрээ Nd



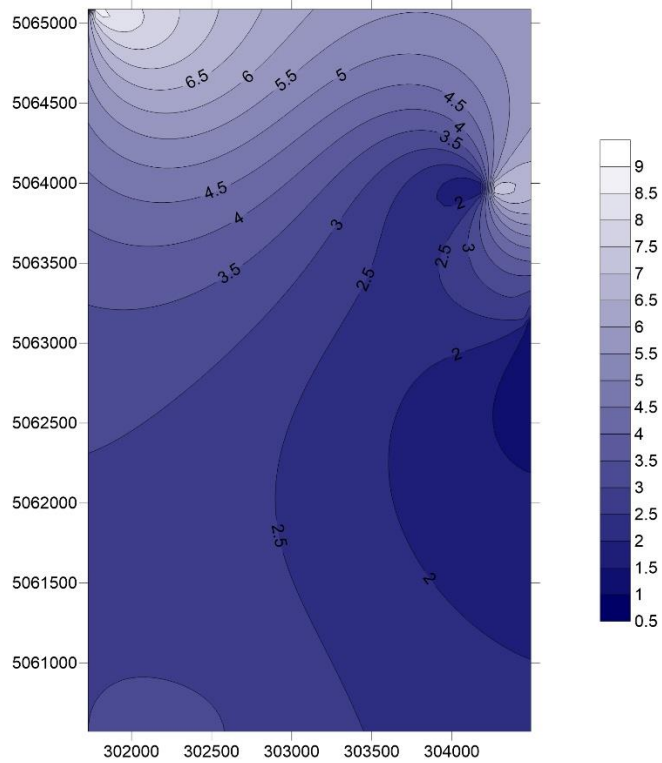
Геохимийн сариналийн хүрээ Sm



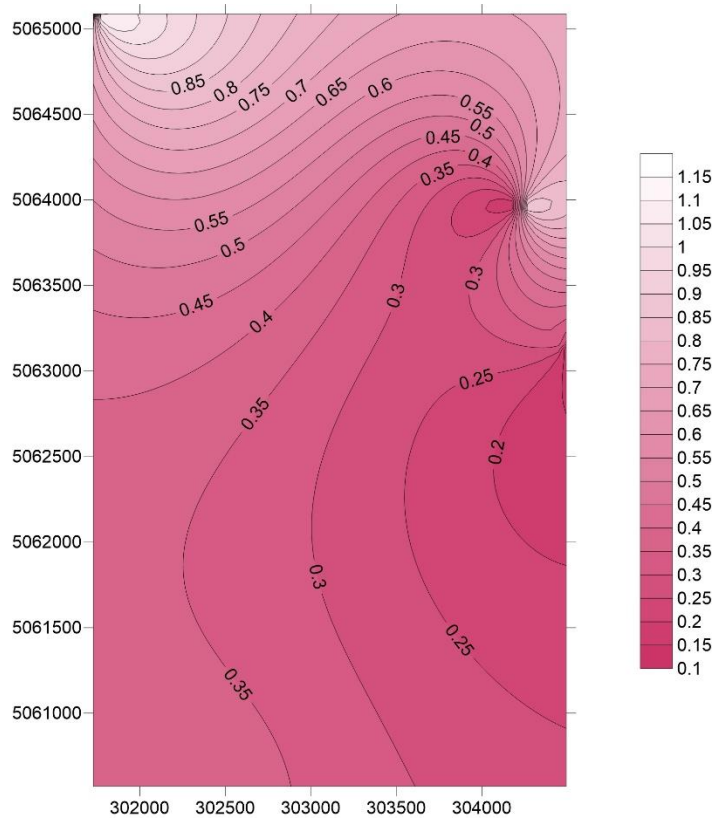
Геохимийн сариналийн хүрээ Eu



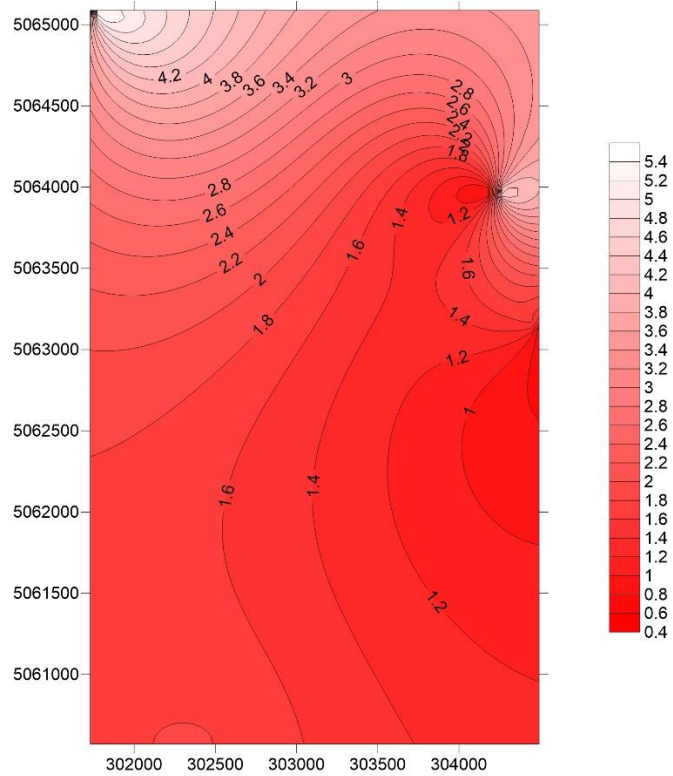
Геохимийн сариналийн хүрээ Gd



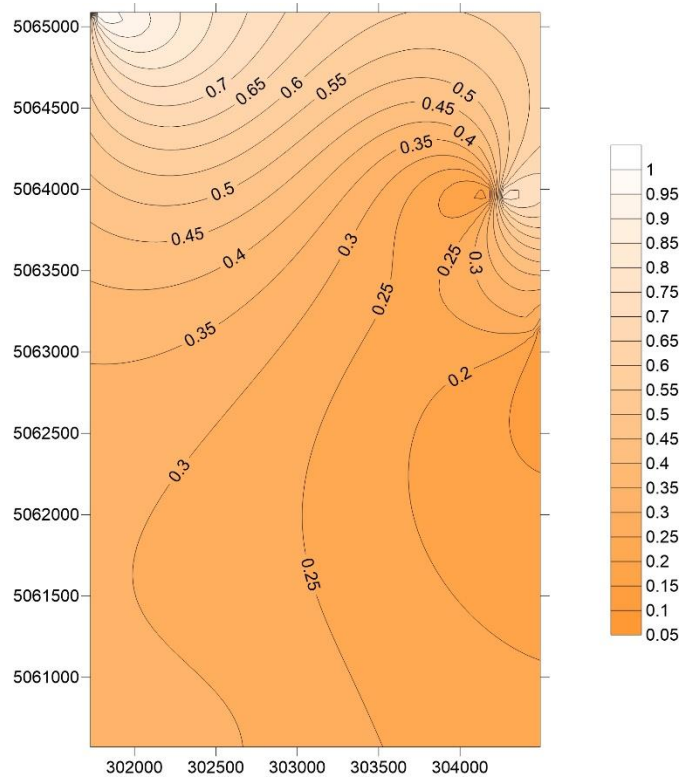
Геохимийн сариналийн хүрээ Tb



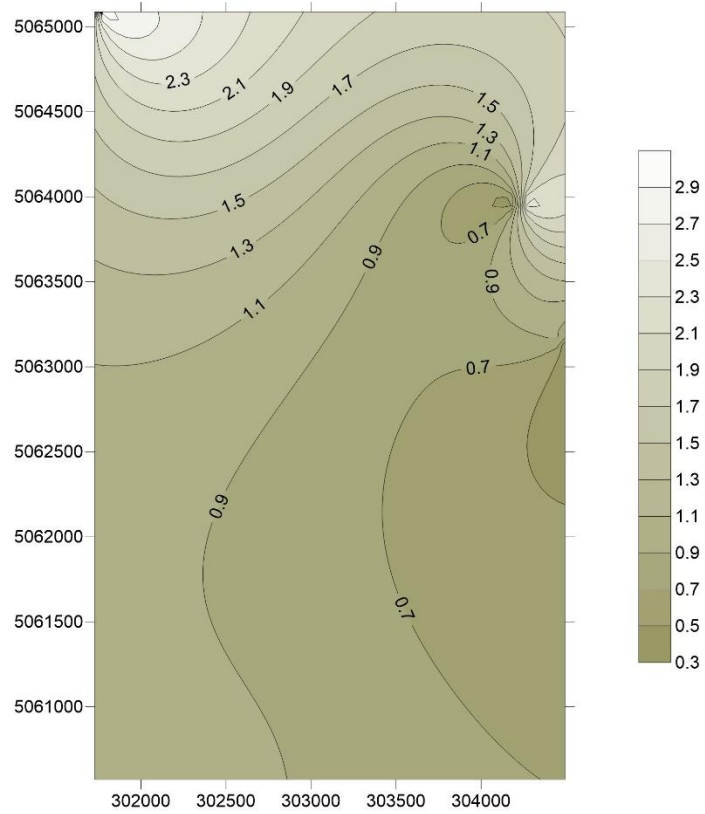
Геохимийн сариналийн хүрээ D_y



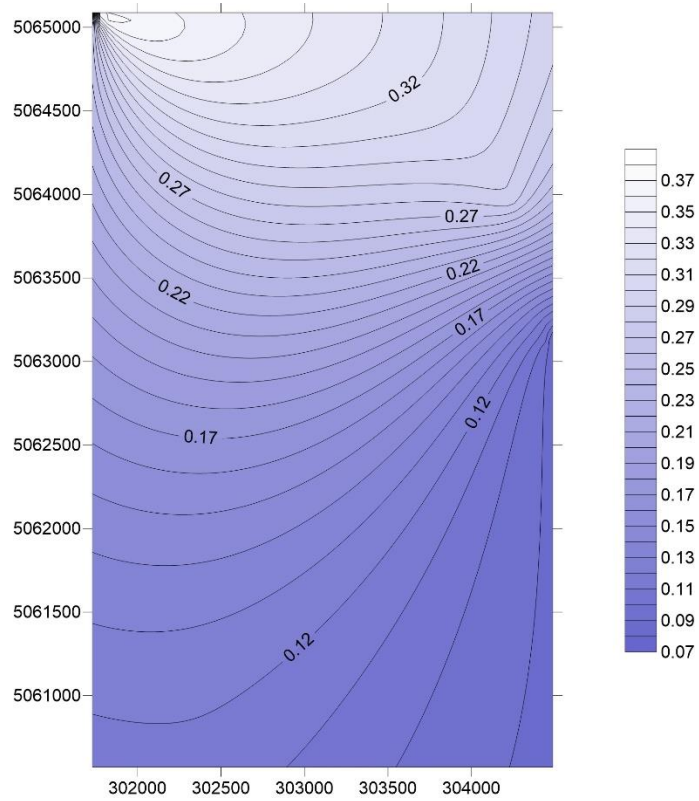
Геохимийн сариналийн хүрээ N_o



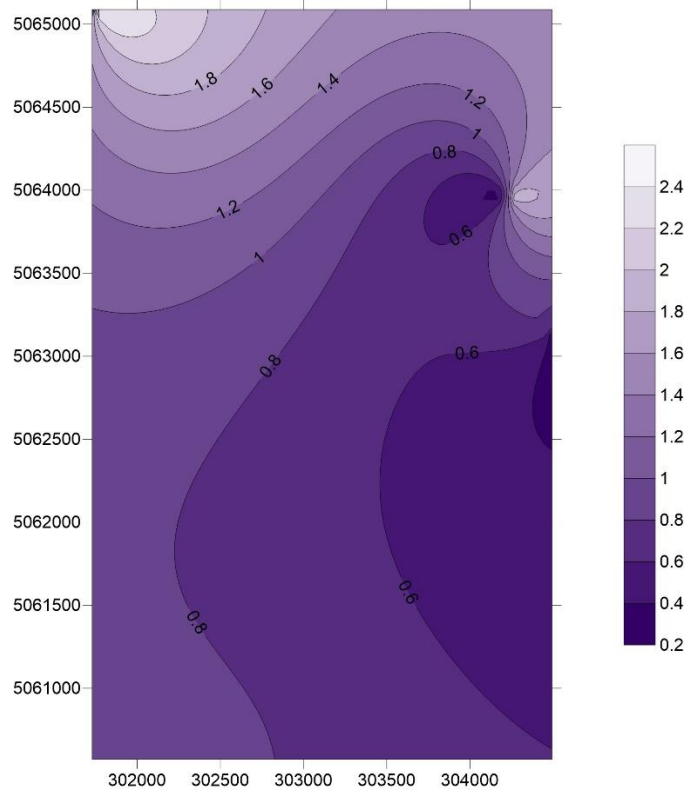
Геохимийн сариналийн хүрээ Eg



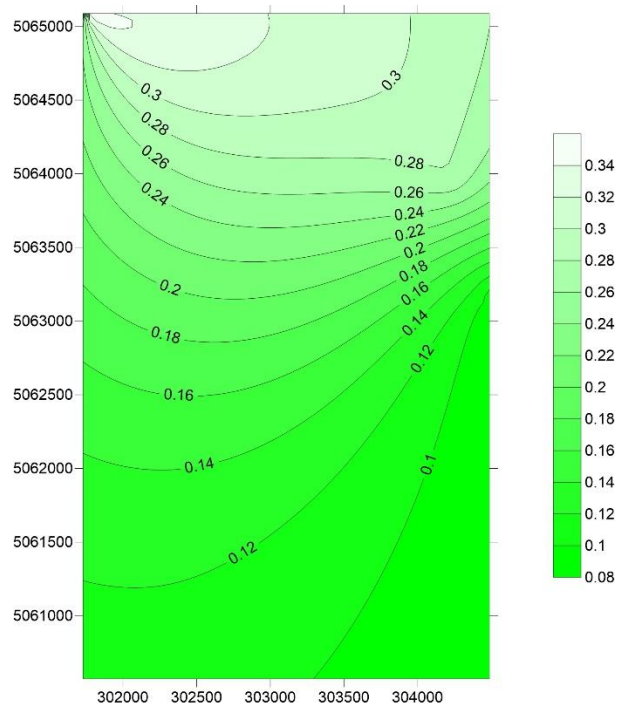
Геохимийн сариналийн хүрээ Tm



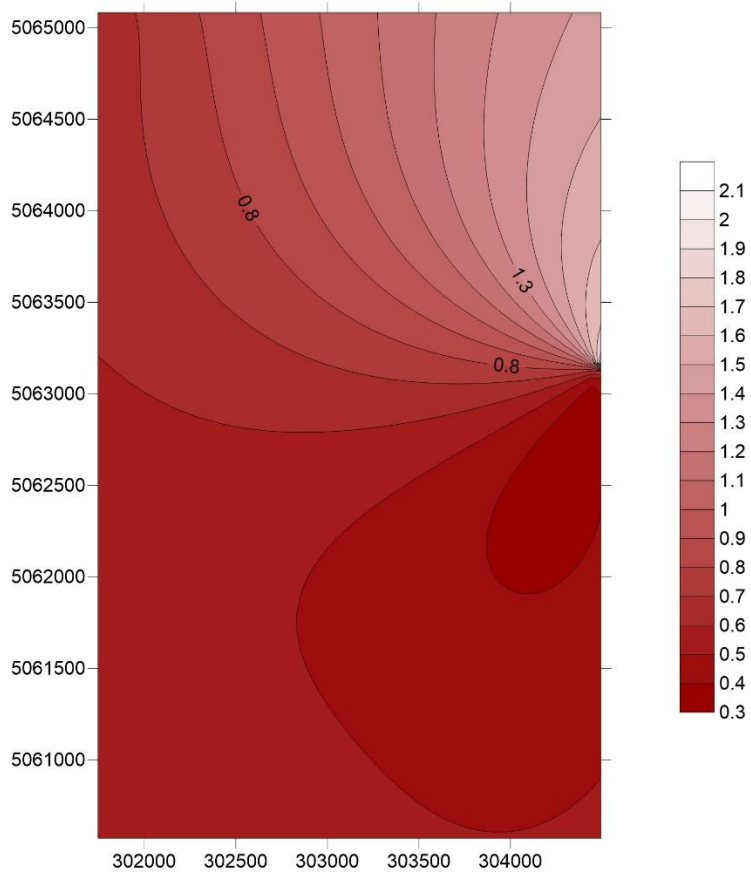
Геохимийн сариналийн хүрээ Yb



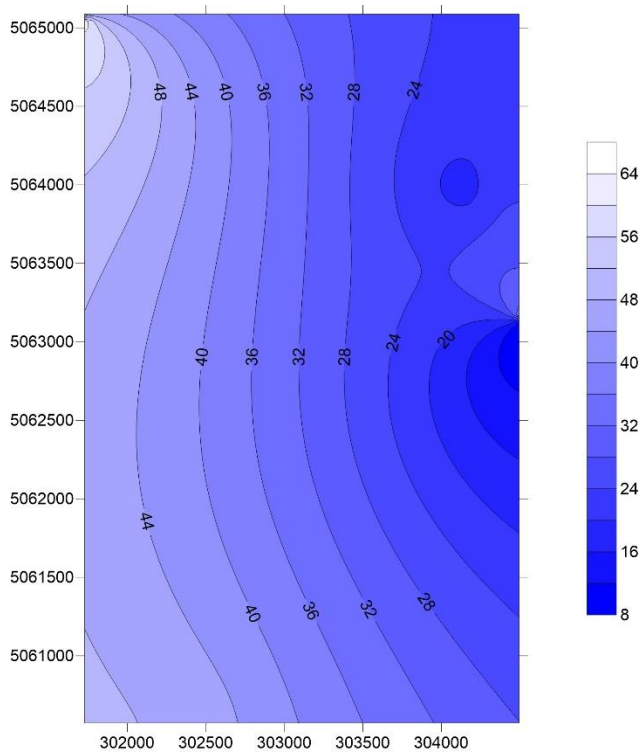
Геохимийн сариналийн хүрээ Lu



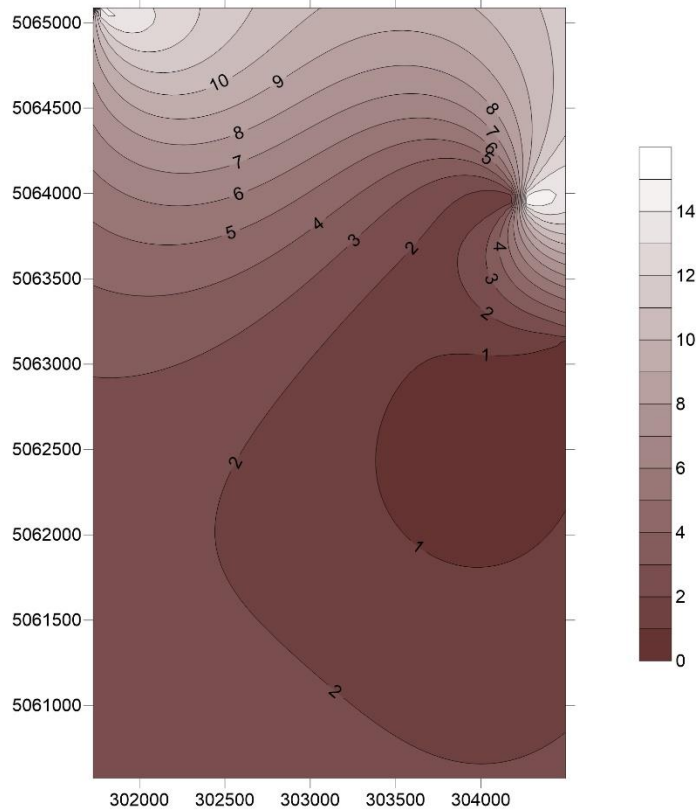
Геохимийн сариналийн хүрээ W



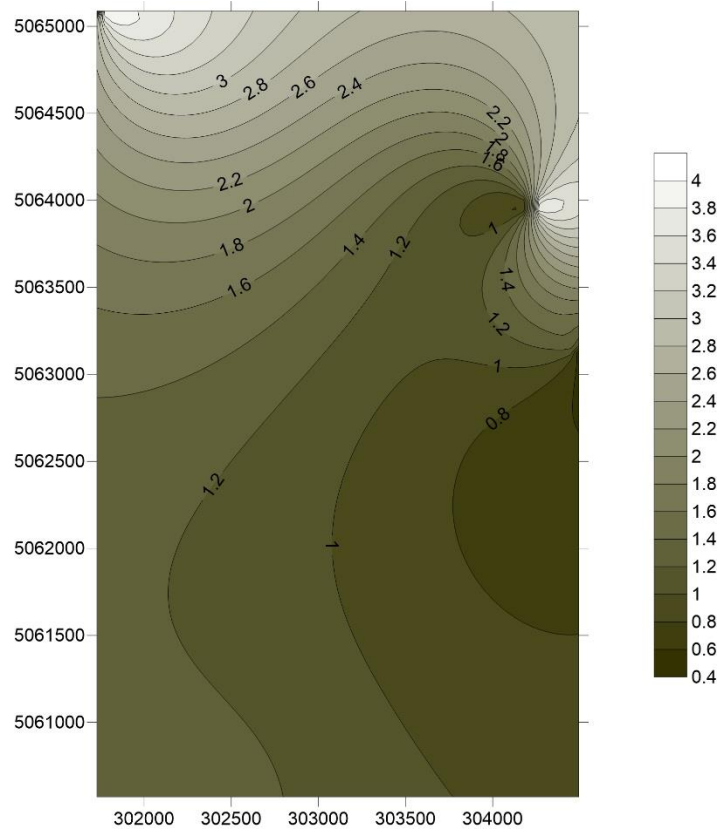
Геохимийн сариналийн хүрээ P_b



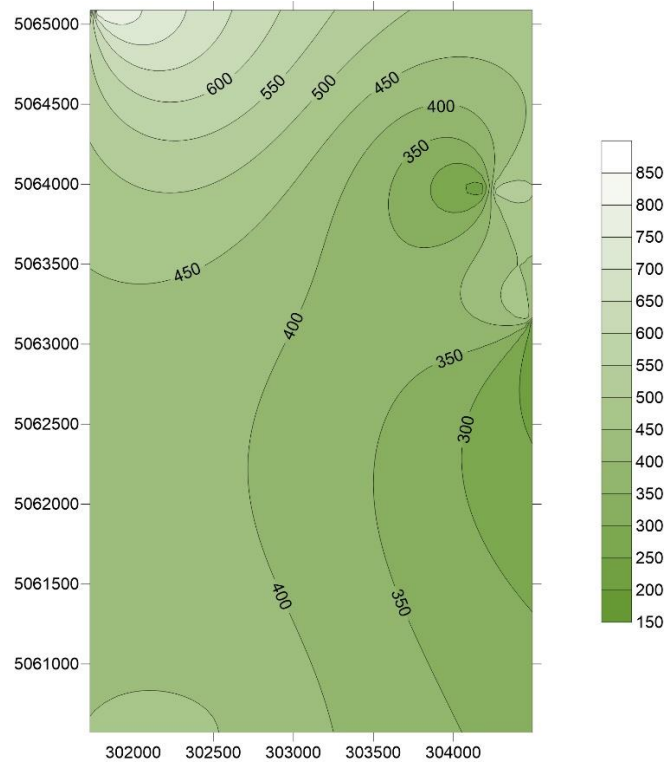
Геохимийн сариналийн хүрээ Th



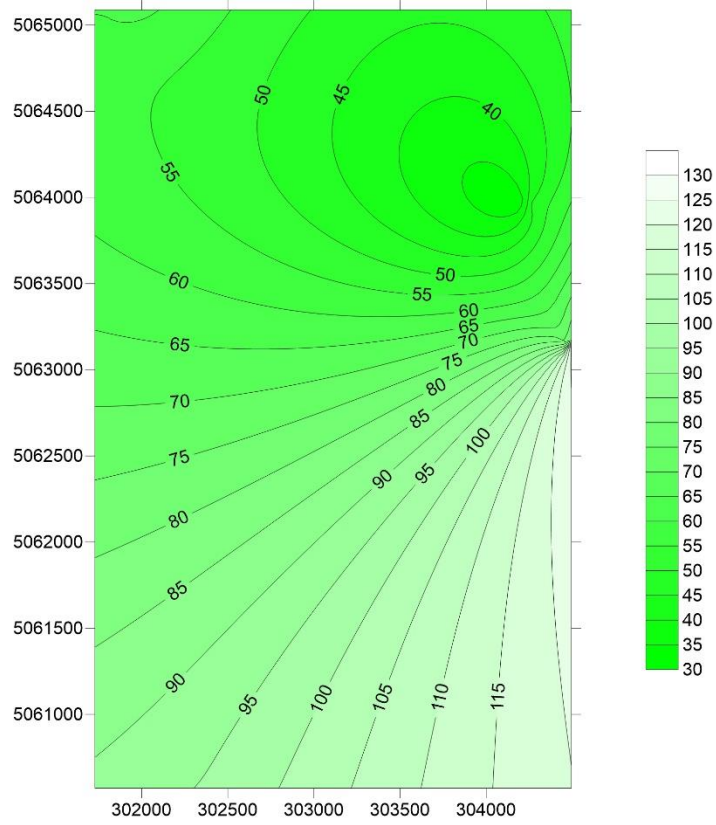
Геохимийн сариналийн хүрээ U



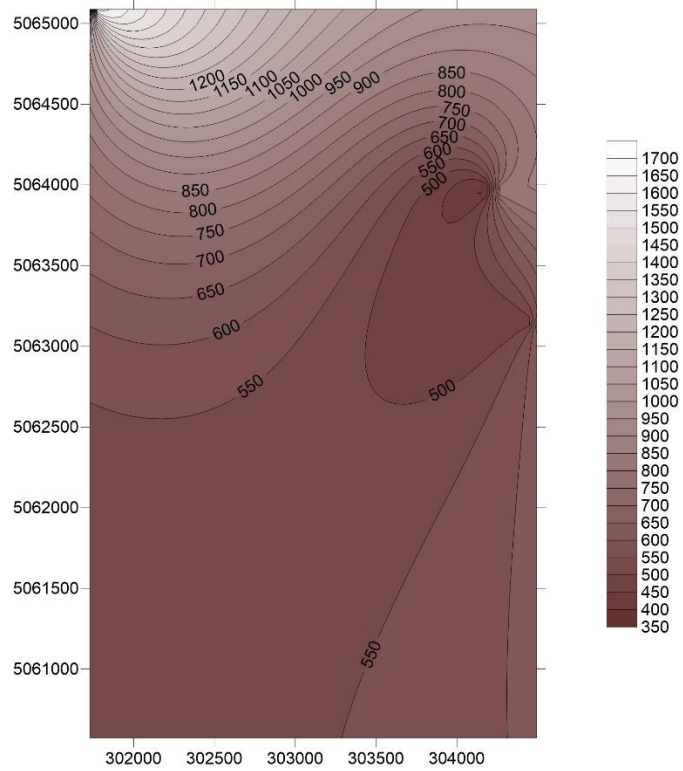
Геохимийн сариналийн хүрээ Ва



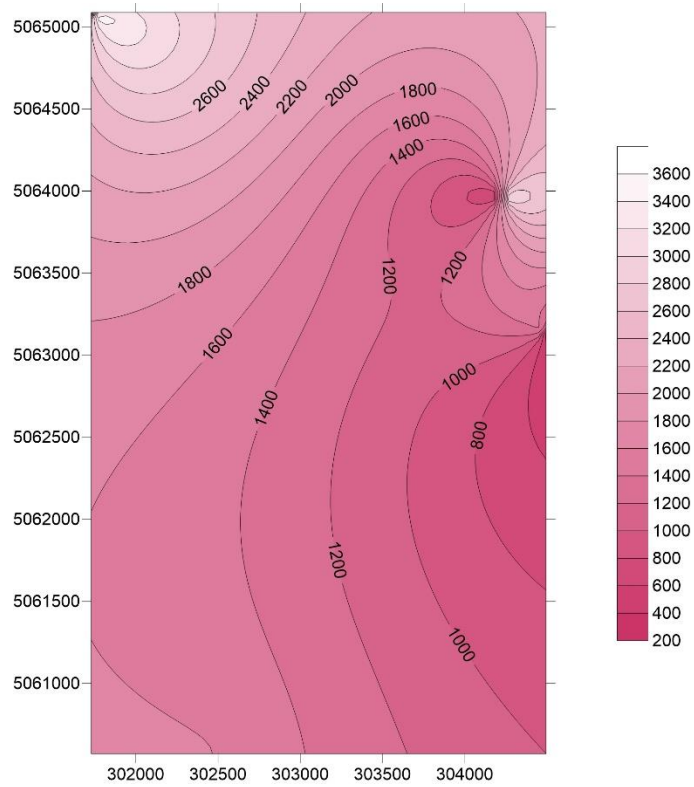
Геохимийн сариналийн хүрээ Си



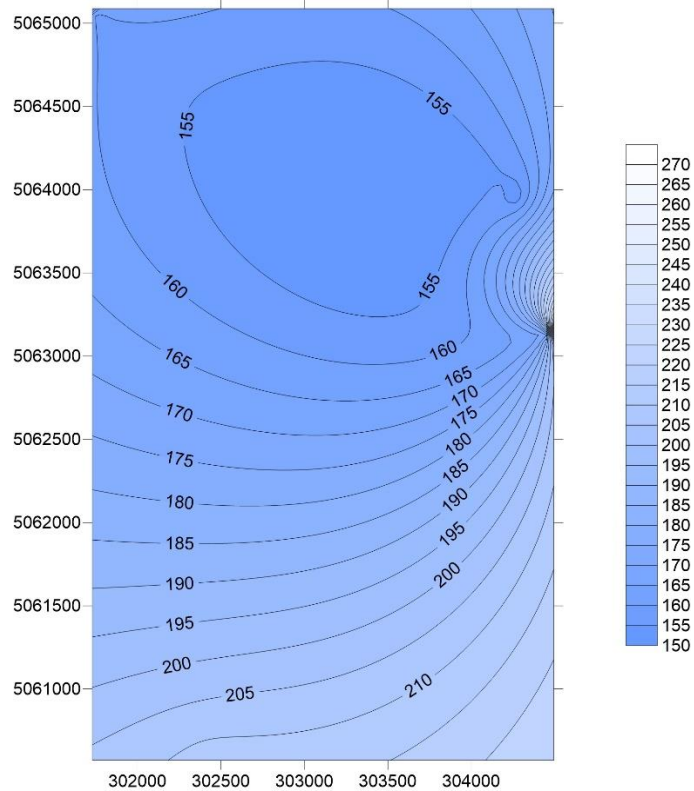
Геохимийн сариналийн хүрээ Mn



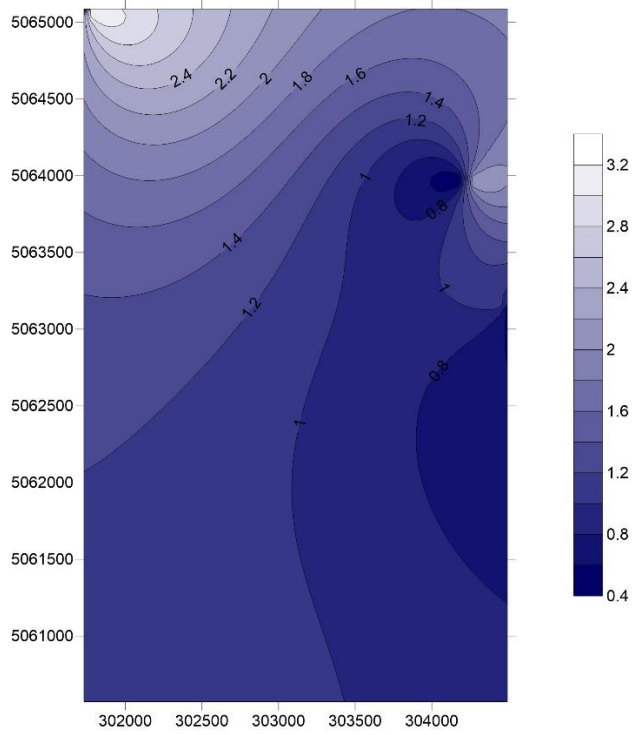
Геохимийн сариналийн хүрээ Ti



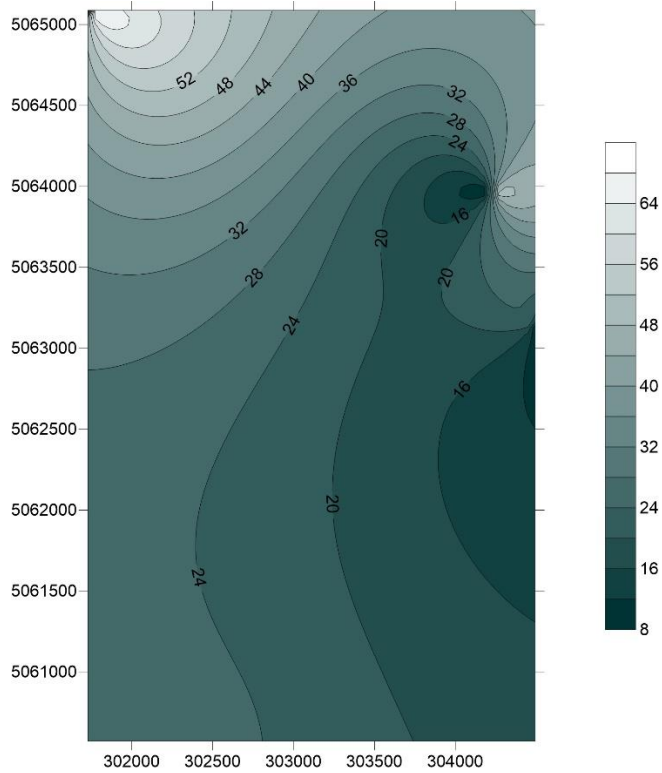
Геохимийн сариналийн хүрээ Zn



Геохимийн сариналийн хүрээ Fe



Геохимийн сариналийн хүрээ V



ЗУРГААДУГААР БҮЛЭГ. ДҮГНЭЛТ

Хараатын цацраг идэвхт ашигт малтмалын ордын дэвсгэр нутагт хийсэн судалгааны ажлаар дараах дүгнэлтүүдийг хийв.

- ❖ Цацраг идэвхт ашигт малтмалын орд газрын дэвсгэр нутагт Био-геохимийн цогц судалгааг анх удаа хийв.
- ❖ Цацраг идэвхт ашигт малтмалын орд газрын дэвсгэр нутгийн хөрсний геохими, ус, ургамлын дээжийн найрлагыг судлах замаар элементийн тархалтын зүй тогтлыг судалсан болно.
- ❖ Нийт 42-44 элементийн шинжилгээний үр дүнгээр дэлхийн цардаст байгаа кларктай харьцуулан дүгнэлтүүдийг хийв.
- ❖ Газрын ховор элементийн агууламж нь судалгааны ажлын хүрээнд цуглуулсан 98 ширхэг геохимийн дээжүүдэд жигд тархалттай буюу каларкийн агууламжаас хэтрээгүй болох нь харагдсан.
- ❖ Ургамлын дээжид хуримтлагдсан Ce,La,P,Sm 5.53 - 99 мг/кг байгаа ба газрын ховрын хүнд элементүүд зарим нь кларкийн хэмжээнд зарим кларкаас доогуур байна.
- ❖ Кларктай ойролцоо агууламж бүхий элементүүдийн геохимийн сарнилын хүрээний зургийг гаргав.
- ❖ Байгалийн цацраг идэвхт элементүүд (U,Th,K) хөрс, ус, ургамал дахь тархалт нь уулын чулуулагт байгаа кларкийн хэмжээнээс хэтрээгүйг тогтоов.
- ❖ 7 төрлийн 16 ургамлын дээжийг судлах явцад нэгэн төрлийн харганы бүтцэт (Стронци) Sr их хэмжээгээр агуулагдаж байгааг тогтоосон болно. Энэ судалгааны үр дүнгээс харахад (Стронци) Sr агууламж 0.1-0.4 % хэмжээнд байгаа нь кларкийн агууллагаас 10-11 дахин их байна. Судалгааны явцад харгана нь Sr химийн элементийг бусад элементээс давуу байдлаар өөртөө хуримтлуулдаг байж болохыг тогтоосон болно.
- ❖ Геохимийн дээжид Zn (цайр) агууламж 2 дахин их байгаа нь сонирхол татаж байна.

Эрдэм шинжилгээний хурал, семинарт оролцсон байдал

1. 2018 оны 09 дүгээр сард “THE 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON X-RAY ANALYSIS” “**X-ray analytical methods for determination of rare earth elements in ores**” A.Karivai , P.Zuzaan , S.Shinekhoo , M.V. Gustova and T. Ganbold
2. 2019 оны 09 дүгээр сард Ховд их сургуулийн 40 жилийн ойн нэрэмжит олон улсын эрдэм шинжилгээний хурал. “**Distribution of radioactive, heavy and other elements at the area of uranium deposit**” A.Karivai, S.Shinekhoo, R.Baigalmaa and T.Ganbold
3. 2019 оны 10 дугаар сард Монголын геологийн алба үүсэн айгуулагдсны 80 жилийн ойн нэрэмжит олон улсын эрдэм шинжилгээний хурал. “Determination of major, minor and trace elements of samples of uranium deposit” A.Karivai, S.Shinekhoo, R.Baigalmaa and T.Ganbold
4. 2020 оны 12 сард физикийн нийгэмлэгийн хурал. “Хараатын орд орчмын ургамал, ус, хөрсний зарим элементүүдийн судалгааны үр дүнгээс” , Bayarchimeg, A.Karivai, S.Shinekhoo, R.Baigalmaa and T.Ganbold
5. -2021 оны 10 сард “ECOLOGY AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT” олон улсын эрдэм шинжилгээний хурал “Radioactive, heavy and other elements from some plants of the area of uranium deposit” R.Baigalmaa 1 , A.Solongo 2 , A.Karivai 3 , S.Shinekhoo 3

Ашигласан материал

1. Ж.Лхамсүрэн “Монголын геологи ба ашигт малтмал”, VI “Металл ашигт малтмал”
2. Г.Жамсрандорж, С.Дандар “Монгол улсын ураны хүдэржилтийн тархалт, гарал үүслийн асуудлууд” 2010 Хайгуул
3. Хараат орчмын ураны ордын хайгуул, туршилтын ажлын үеийн Байгаль орчны урьдчилсан үнэлгээний тайлан Енко ХХК Улаанбаатар 1997 он /1-76 хуудас
4. А.Будунов, Б.Бат-очир, Н.Мөнхбаатар, Л.Ганболд “Дундговь аймгийн Баянжаргалан, Өндөршил сумдын нутагт орших Хараатын ураны (U) ордод 1994-1997, 2007 онуудад гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлан”
5. Н.С. Касимов, Д.Доржготов Оросын суурь судалгааны фонд (РФФ), Монгол улсын БСШУЯ-ны Шинжлэх Ухаан Технологийн Сангийн дэмжлэгээр Орос, Монголын эрдэмтэн судлаачдын хамтран хэрэгжүүлсэн төслийн тайлан (2013-2015) төслийн нэр: “Сэлэнгийн сав нутаг дахь уул уурхай, аж үйлдвэрийн томоохон төвүүдийн байгаль орчны экологийн төлөв байдал геохимийн судалгаа”(2015)
6. Г.В.Войткевич, В.В.ЗАКРУТКИН “ОСНОВЫ ГЕОХИМИИ” 1976 /136-37хуудас/
7. Yu.B.Mironov” Uranium of Mongolia” 2006
8. <http://www.badrakhenergy.com/MNG/uranium.html>
9. Ж.Лхамсүрэн “Монголын геологи ба ашигт малтмал”, VI “Металл ашигт малтмал”
10. Bolormaa Oyuntsetseg, Katsunori Kawasaki, Makiko Watanable. Evaluation of the Pollution by Toxic Elements around the Small-Scale Mining Area, Boroо, Mongolia, 2012.
11. Avni Malsiu, Ilir Shehu, Trajçe Stafilov and Fatmir Faiku “Assessment of Heavy Metal Concentrations with Fractionation Method in Sediments and Waters of the Badovci Lake (Kosovo)”
12. Ж.Лхамсүрэн “Монголын геологи ба ашигт малтмал”, VI “Металл ашигт малтмал” 2012

13. Г.Жамсрандорж, С.Дандар “Монгол улсын ураны хүдэржилтийн тархалт, гарал үүслийн асуудлууд” 2010 Хайгуулчин
14. Scott C Wilschefski, Matthew R Baxter “Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry: Introduction to Analytical Aspects” 2019.
15. Геологийн төв лабораторийн “БСТ АЗ 2-88:2012 Индукцийн холбоост плазмын масс спектрометр X SERIES II” стандарт ажлын заавар
16. В.С.Емельянов “Атомная энергия краткая энциклопедия”
17. Ч.Содномдагва, Чүлтэм, Ч.Бямбацэрэн “Дархан хотын суурьшлын бүсийн өнгөн хөрсний хүнд металлын бохирдлын үнэлгээ” 2018
18. С.Шинэхүү “Хувиралд орсон чулуулгийн дээжүүд дэх рентген спектрийн судалгаа” 2011.
19. A. Tessier, * P. G. C. Campbell, and M. Bisson “Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals” 1979.
20. J. Garnier–Laplace, C. Colle, and M. Morello “Natural Uranium and the environment” radionuclide fact sheet, 2010
21. THORIUM Chapter 5. Potential for human exposure.
22. *Alina Kabata-Pendias* “Trace Elements in Soils and Plants”, 2010
23. Ж.Оюун “Монгол орны газрын ховор элементүүдийн хими, хими-технологийн судалгаа” Улаанбаатар 2001.

Хавсралтууд

1. ХФ 2018/2917
2. ХФ 2018/2916
3. ХФ 2018/1637
4. ЦЛ 2019/0135
5. ХФ 2020/0097
6. ЦЛ 2020/0069
7. ЦЛ 2020/0068
8. ХФ 2020/0035
9. ХФ 2020/0033
- 10.ХФ 2020/0034