

Salinity and heavy metals in the Saxaul forest soil

Zoljargal Khavtgai^{1,*}, Purevdorj Tserengunsen¹, Ganzorig Ulgiichimeg¹

¹*Division of Soil Research, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

**Corresponding author email and ORCID: zoljargalkh@mas.ac.mn, <https://orcid.org/0000-0002-1010-0692>*

Received: 09 Jul 2025 / Accepted: 03 Nov 2025 / Published online: 19 December 2025

ABSTRACT

In addition to its critical role in preventing soil erosion and stabilizing sand movement, the Saxaul forest holds substantial ecological and economic value. It provides favorable habitats for local livestock and wildlife and serves as an important source of fodder in arid ecosystems. Mining activities will take place in the Zovch-Ovoon sand and Bayangi Gobi valley, located in Ulaanbaatar soum, Dornogovi province. As part of the preparation of the Zuuvch Ovoo ISR pilot site, a detailed environmental impact study determined that several saxauls situated in the pilot area would be impacted. Given the potential disturbances to the natural ecosystem from mining operations, it is essential to conduct baseline soil surveys to assess the current physicochemical conditions of the Saxaul forest soils before significant alteration. This study was conducted in the Saxaul forest region of Zuuvch Ovoo, in Ulaanbadrakh soum in Dornogovi province, to characterize soil properties, with a particular focus on salinity and heavy metal contamination. Soil samples were collected at four different depths and analyzed for key physicochemical indicators. The results show that the soil in the Saxaul forest has an average alkaline pH of 8.37, is slightly carbonated, and contains a moderate level of available phosphorus (1.62 mg/100 g). However, the supply of exchangeable potassium is low (7.01 mg/100 g), and the texture is predominantly sandy loam. Electrical conductivity (EC) measurements indicate that Gobi red soils in the area are moderately to highly saline, with EC values ranging from 1.612 to 8.25 dS/m. In contrast, the light brown soils showed no signs of salinity. A detailed analysis of soluble salts revealed that the dry residue content reached up to 0.901%. Among anions, chloride and sulfate ions were dominant, while calcium and sodium were the principal cations. In terms of heavy metal contamination, arsenic was the only element that exceeded the permissible level at the surface layer. However, the average arsenic concentration was lower than the maximum permissible level in sandy soil samples, and did not reach the level of contamination. No harmful heavy and bioactive metals were detected in the soil samples of the planned mining area. The soil of the area is not polluted.

Keywords: Saxaul forest, Soil salinity, Soil heavy metal, Zuuvch-Ovoo

Заган ойн хөрсний давсжилт, хүнд металл

Золжаргал Хавтгай^{1,*}, Пүрэвдорж Цэрэнгүнсэн¹, Ганзориг Өлгийчимэг¹

¹Хөрс судлалын салбар, Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

*Холбоо барих зохиогчийн цахим хаяг, ORCID: zoljargalkh@mas.ac.mn, <https://orcid.org/0000-0002-1010-0692>

Хүлээн авсан: 2025 оны 07 сарын 09 өдөр / Зөвшөөрөгдсөн: 2025 оны 11 сарын 03 өдөр / Нийтлэгдсэн: 2025 оны 12 сарын 19 өдөр

ХУРААНГУЙ

Заган ой хөрсийг элэгдэл эвдрэлээс хамгаалах, элсний нүүлт хөдөлгөөнийг тогтворжуулахаас гадна тухайн нутгийн мал сүрэг, ан амьтны идээшиж амьдрах аятай орчин нөхцөлийг бүрдүүлж, тэжээлийн асар арвин нөөц болдгоороо экологи, эдийн засгийн өндөр ач холбогдолтой юм. Дорноговь аймгийн Улаанбадрах сумын нутагт орших Зөөвч-Овооны элс, Баянгийн говийн хөндийд уул уурхайн үйл ажиллагаа явагдах бөгөөд газрын доор уусган олборлох үйлдвэрлэлийн туршилтын төслийн хүрээнд хийгдсэн байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын нарийвчилсан судалгаагаар Монгол орны тал хээрийн нутгаар тархсан модлог ургамал болох заг төслийн нөлөөлөлд тодорхой хэмжээгээр өртөхөөс сэргийлэх боломжгүйг тодорхойлсон. Ийм учраас унаган төрхөөрөө байгаа энэ үед хөрсний судалгаа хийж ямар шинж чанартай байгааг илрүүлэх нь чухал юм. Энэхүү судалгааг Дорноговь аймгийн Улаанбадрах сумын нутагт орших Зөөвч-Овоо орчмын заган ой бүхий газрын хөрсөнд гүйцэтгэв. Судалгаанд хөрсний давсжилт, хүнд металлын бохирдлыг үнэлэхийн тулд хөрсний физик-химийн үзүүлэлтүүдийг тооцоолсон. Заган ойгоос 4 гүнд хөрсний дээжийг авсан. Заган ойн хөрс нь дунджаар шүлтлэг (8.37) урвалын орчинтой, бага зэрэг карбонаттай, хөдөлгөөнт фосфорын хангамж дунд зэрэг (1.62 мг/100 г), хөдөлгөөнт калийн хангамж бага зэрэг (7.01 мг/100 г), элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй байна. Цахилгаан дамжуулах чанараар Говийн улаан хөрс дунд зэрэг-их буюу (1.612-8.25 dS/m) давсжилттай, цайвар бор хөрс давсжилтгүй байлаа. Усанд хялбар уусдаг давсны үзүүлэлтүүдийг нарийвчлан шинжлэхэд хуурай үлдэгдэл 0.901% хүрч, анионоос хлор, сульфат ионууд, катионоос кальци, натрийн ионууд тус тус зонхилжээ. Судалгаа хийсэн хүнд элементүүдээс зөвхөн хүнцлийн агууламж хөрсний өнгөн үед зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс давж, дундаж агууламжаар нь авч үзвэл элсэрхэг хөрсний дээжид зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс бага буюу бохирдлын түвшинд хүрээгүй байна. Хөрсний бусад хортой хүнд болон био-идэвхт хүнд металлын агууламж нийт хөрсний дээжид зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ (MNS 5850:2019)-ээс бага буюу бохирдоогүй байна.

Түлхүүр үгс: Заган ой, Хөрсний давсжилт, Хөрсний хүнд металл, Зөөвч-Овоо

1. ОРШИЛ

Говийн ургамлууд дотроос хамгийн хүчирхэг үндэстэй, титмийн тусгалын талбай ихтэй нь монголын говьд ой үүсгэгч цорын ганц мод болох зайсангийн заг юм. Говь нутагт ургадаг Зайсангийн заг монгол улсын ойн сангийн нийт талбайн 25,8 хувьтай тэнцэх газар нутгийг эзлэн тархана. Улсын хэмжээгээр 7 аймгийн 39 сумын нутагт нийтдээ 3,9 сая га талбайд 1.4 сая шоометр нөөц бүхий заган ойтой бөгөөд үүний 9% залуу, 37% дунд насных, 31% нас гүйцэж яваа, 23% хөгширсөн мод эзэлдэг ажээ [1]. Заган ой хөрсийг элэгдэл эвдрэлээс хамгаалах, элсний нүүлт хөдөлгөөнийг тогтворжуулахаас гадна тухайн нутгийн мал сүрэг, ан амьтны идээшиж амьдрах аятай орчин нөхцлийг бүрдүүлж, тэжээлийн асар арвин нөөц болдгоороо экологи, эдийн засгийн өндөр ач холбогдолтой юм [2].

Дорноговь аймгийн Улаанбадрах сумын нутагт орших Зөөвч-Овооны элс, Баянгийн говийн хөндийд уул уурхайн үйл ажиллагаа явуулах бөгөөд газрын доор уусган олборлох үйлдвэрлэлийн туршилтын төслийн хүрээнд хийгдсэн байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын нарийвчилсан судалгаагаар Монгол орны тал хээрийн нутгаар тархсан модлог ургамал болох заг төслийн нөлөөлөлд тодорхой хэмжээгээр өртөхөөс сэргийлэх боломжгүйг то. Уул уурхайн үйл ажиллагаа явагдах үед заган ой нөлөөлөлд өртөх учраас унаган төрхөөрөө байгаа энэ үед хөрсний судалгаа хийж ямар шинж чанартай байгааг илрүүлэх нь чухал юм. “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөний хүрээнд говь цөлийн бүсэд байгаа уул уурхай аж ахуйн нэгжүүд дүйцүүлэн хамгаалах ажлын хүрээнд мод, сөөг, бут, заг тарих амлалт авч байгаа бөгөөд ийнхүү тарихад заг мод ямар хөрсөнд ургаж байгааг мэдэж байх ёстой [3]. 2015 онд хийсэн судалгаагаар гадаргын байдал, элсэн хучаасны зузаан, гуравдагчийн улаан хурдас зэргээс шалтгаалж хөрсний шинж чанар харилцан адилгүй байна гэж дүгнэжээ [4]. Уул уурхайн үйл ажиллагаа явагдаж буй бүс нутагт хүний үйл ажиллагаа, барилга байгууламж, техникийн хүчин зүйлийн нөлөөгөөр хүрээлэн буй орчны хөрс, ус, агаар, ургамал, амьтан зэрэг орчныг бүрдүүлэгч хэсгүүд хувирч өөрчлөгддөг тул тэдгээрийн доройтол, бохирдол мөн ялгаагүй өөр хоорондоо уялдаа холбоотойгоор өргөжин тэлж байдаг онцлогтой.

Эдгээрийн дотроос хөрсөн бүрхэвч аливаа үйл ажиллагааны шууд болон шууд бус нөлөөллөөс үүдэн элэгдэл эвдрэл, механик болон химийн

бүтцийн хувьд өөрчлөлтөнд орж байдаг. Хөрсний доройтол, бохирдлыг хөрсний давсжилт болон хүнд металлын хэмжээнээс тооцоолох боломжтой. Усанд хялбар уусах давсны хэмжээ буюу хуурай үлдэгдлийн хэмжээ хөрсөнд 0.2 хувиас дээш болоход түүнийг давстай хөрс гэж үздэг. Хөрсний давсжилт гэж хөрсөнд натри, кали, магни, кальци, хлорид, сульфат, карбонат, бикарбонат зэрэг ионууд усанд хялбар уусдаг голчлон натрийн хлорид, натрийн сульфат зэрэг давснуудын олон хэлбэрээр хуримтлагдан хөрсийг хуурайшуулан үржил шимийг нь багасгахыг хэлнэ [5].

Монгол орны өндөрлөг газар нутаг геологийн түүхэн хөгжлийн туршид элэгдэл эвдрэлийн үйл ажиллагаанд нэлэнхүйдээ өртөж, уулын чулуулгийн элэгдэл өгөршлийн бүрэлдэхүүн, ус салхиар гадагшаа зөөгдөх нь их, тунаж хуримтлагдах нь хомс байсны улмаас эдүгээ сэвсгэр хурдас чулуулгийн найрлагад эрдэс давсны агууламж бага байдаг. Энэ нь нэг талаар давсархаг хөрс элбэг байх нөхцлийг хаадаг. Давсны хуримтлалыг өдөөгч гол хүчин зүйл болох ус манай оронд хүрэлцээ багатай явдал хөрсний давсжих үйл явцын цар хэмжээг барьж тогтооход бас нөлөөлдөг [6].

Хүнд металлууд хөрсөнд байгалийн нөхцөлд тодорхой агууламжтай оршиж болох ч хөдөө аж ахуйн үйл ажиллагаа, хотжилт, үйлдвэрлэл болон уул уурхайн үйл ажиллагаа зэрэг хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй бохирдлыг үүсгэж байдаг [7]. Хөрсөнд хүнд элементүүд хуримтлагдаж зөвшөөрөгдөх хэмжээ стандартаас хэтэрвэл (Хөрсний чанар. Хөрс бохирдлууллагч бодис, элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ MNS 5850:2019) хүн амын эрүүл мэнд, мал амьтан, ургамлан нөмрөгт сөргөөр нөлөөлнө. Хүн, амьтан, ургамлын өсөлт хөгжилтөд сөрөг нөлөө үзүүлдэг, янз бүрийн өвчин үүсгэх эх үүсвэр болдог Хар тугалга (Pb), кадми (Cd), мөнгөн ус (Hg), хүнцэл (As), хром (Cr), цайр (Zn), кобальт (Co), никель (Ni), зэс (Cu), стронци (Sr), ванади (V) зэрэг металлууд хортой хүнд металлд багтана. Хортой хүнд металлууд дотроос амьд организмд учруулах хор нөлөөлөл ихтэй, амьд организмд их хэмжээгээр орсон тохиолдолд янз бүрийн өвчин үүсгэх улмаар үхүүлэх хүртэл аюултай хар тугалга (Pb), кадми (Cd), мөнгөн ус (Hg), хүнцэл (As), хром (Cr) зэрэг 5 хүнд металлыг онцгой хортой ангилалд багтаадаг [8].

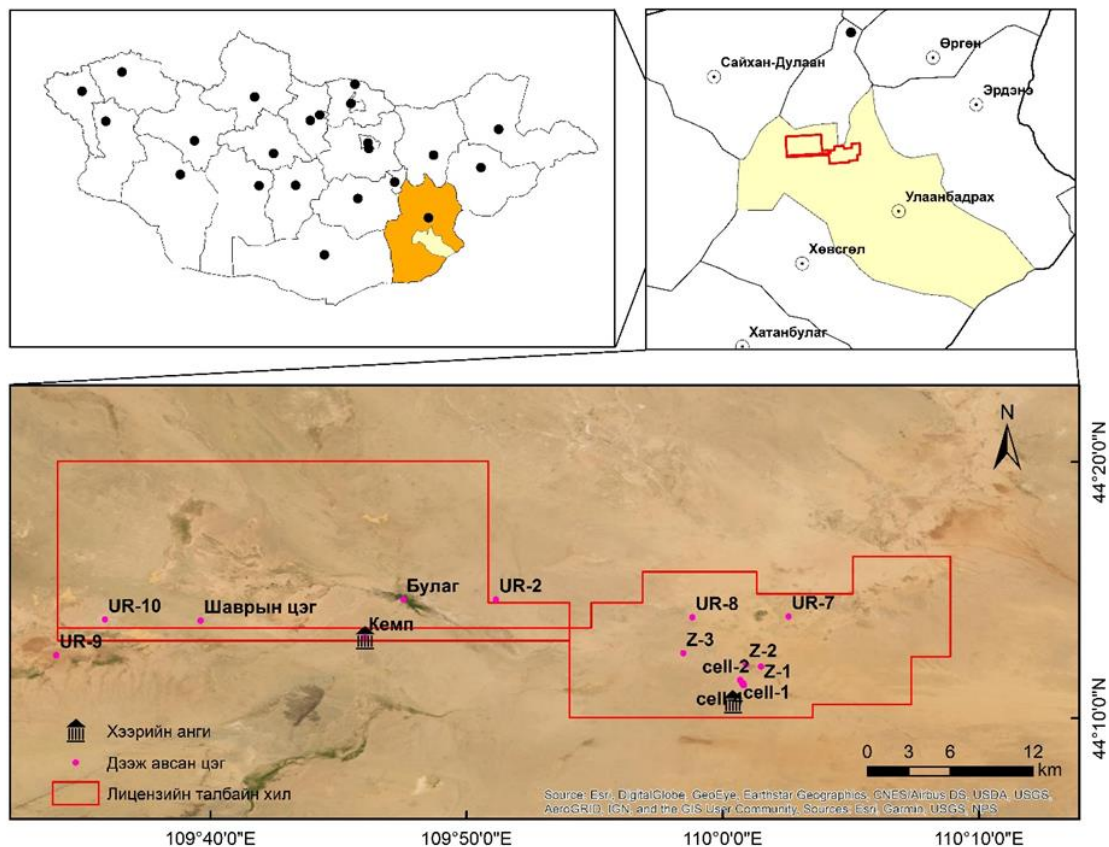
Өмнө хийгдсэн судалгаагаар заган ойн хөрсний хими, физик шинж чанарын мэдээлэл байдаг боловч хүнд металлын судалгааны ажил дутмаг байна. Бидний судалгааны ажлын зорилго нь уул

уурхайн үйл ажиллагаа эхлэхийн өмнө заган ойн хөрсний давсжилт, хүнд металын агуулгыг тодорхойлох юм. Тус зорилгын хүрээнд хөрсөнд давсжилтын хэлбэр, мөн хөрсний бохирдлын түвшинг үндэсний стандартын түвшинтэй харьцуулан дүгнэхийг зорьсон болно.

2. СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ

2.1. Судалгааны талбай

Энэхүү судалгааг Дорноговь аймгийн Улаанбадрах суманд хийж гүйцэтгэлээ. (Зураг 1). Монгол орны уур амьсгалын мужлалтаар гандуу дулаан зунтай, хүйтэн өвөлтэй бүсэд хамаарна. Ойр орших Сайншанд станцын мэдээгээр агаарын температур (1999-2023) оны дунджаар 5.5°C байх бөгөөд жилд унах хур тунадасны нийлбэр (1999-2023) оны дунджаар 108.9 мм байдаг [9].



Зураг 1. Дээж авсан газрын байршил

2.2. Хөрсний дээж авалт, шинжилгээний аргууд

Судалгааны дээжийг хөрсний генетик үе давхарга (В, Вк, ВСк, Ск) бүрээс авсан. Зөөвч-Овоогийн жижиг торлолоос хойш 1.3 км орчим зайд жижиг заган дунд (h-707 м) авсан Z-1 зүсэлтийн морфологи бичиглэлээс харахад Говийн улаан, Элсэн хучаастай говийн улаан хөрс тархсан байна.

В (0-16 см) үе давхарга нь цайвар хүрэн өнгөтэй (5YR 5/3), хуурай, элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй, чулуугүй, хэврэг бүтэцтэй,

ургамлын нарийн үндэс ганц нэг, гадаргадаа 10 %-ийн НСИ-д бургина, үе давхаргын шилжилт бүтцээр тод.

Вк (16-26 см) үе давхарга нь хүрэн шаргал өнгөтэй (5YR 6/3), хуурай, элсэрхэг шавар механик бүрэлдэхүүнтэй, чулуугүй, цул бөөмөрхөг бүтэцтэй, ургамлын үндэс байхгүй, нягт, карбонаттай, шилжилт давсны цайвар толбоор тод.

ВСк (26-52 см) үе давхарга нь хүрэндүү өнгөтэй (2.5YR 5/6), өлөн чийгтэй, наангирхаг шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй, чулуугүй, цул бөөмөрхөг бүтэцтэй, ургамлын үндэс байхгүй,

нягт, 10 %-ийн HCl-д хүчтэй буцална, гол онцлог бол давсны агууламжтайг илтгэсэн цайвар толбуудтай.

Ск (52-80 см) үе давхарга нь улаан туяатай хүрэн өнгөтэй (2.5YR 5/8), өлөн чийгтэй, хөнгөн шавранцар, чулуугүй, нягтдуу. Хөрсний дээжийг Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрсний лабораторид батлагдсан стандартын дагуу агаарын хуурай нөхцөлд хатааж, 2 мм-ээр шигшиж лабораторийн задлан шинжилгээнд зориулан бэлтгэсэн. Хөрсний давсжилтын хэмжээг химийн аргаар [10], pH-ийг хөрс усыг 1:2.5 харьцаагаар бэлтгэн ионометрийн аргаар, ялзмагийн хэмжээг шатаахад гарах алдагдлын аргаар, CaCO₃ карбонатыг 10% HCl ашиглан кальциметрийн багажаар, цахилгаан дамжуулах чанарыг хөрс усыг 1:2.5 харьцаагаар бэлтгэн кондуктометрээр, механик бүрэлдэхүүнийг (элс 2-0.05 мм, тоос 0.05-0.002 мм, шавар <0.002 мм) гидрометрээр [11], хөдөлгөөнт фосфор болон калийг 1 % NH₄(CO₃)₂ ашиглан Мачигины аргаар тус тус тодорхойлсон. Хөрсний геохимийн агууламжийг тодорхойлох дээжийг “SGS IMME Mongolia” LLC лабораторид өгч шинжлүүлсэн. Хөрсний геохимийн агууламж буюу элементийн шинжилгээг Индукцийн холбоост плазм (ICP)-ын спектрометрээр тодорхойлох бөгөөд энэ нь атомын эмиссийн спектрийн эрчмийг хэмжих зарчим дээр суурилна.

Элементийг тодорхойлохдоо Аргон хийг ашиглан бүрэн анализыг 30 секундын хугацаанд 0.5 мл дээж зарцуулан гүйцэтгэдэг.

2.3. Үр дүн боловсруулалт

Хүснэгт 1. Хөрсний хими, физик шинж чанар

Зүсэлт	Гүн,см	pH 1:2.5	CaCO ₃	SOM	EC1:2.5	P ₂ O ₅	K ₂ O	Элс	Тоос	Шавар
			%		dS/m	мг/100г	мг/100г		%	
Z-1	0-16	9.2	1.82	0.407	1.612	1.96	18.4	49.6	32.3	18.1
	16-26	8.2	3.27	0.972	8.25	0.64	8.0	51.1	35.2	13.7
	26-52	8.21	4.36	0.430	6.27	1.11	12.8	33.5	51.1	15.3
	52-80	8.09	2.36	0.378	5.23	1.34	6.1	42.3	44.0	13.7
Z-2	0-10	8.08	0.07	0.210	0.168	3.15	9.0	74.5	14.7	10.8
	10-34	8.52	0.15	0.207	0.136	2.46	8.0	73.0	16.9	10.1
	34-50	8.33	0.07	0.203	0.140	2.19	3.3	77.4	13.1	9.5
	50-70	8.85	0.36	0.519	0.288	2.34	2.4	53.4	31.4	15.2
Z-3	0-7	7.79	0.15	0.386	0.111	1.88	8.0	76.6	14.1	9.3
	7-23	8.29	0.36	0.438	0.107	1.38	7.1	71.4	20.7	7.9
	23-42	8.49	0.73	0.555	0.112	0.72	0.5	70.1	21.0	8.9
	42-80	8.37	0.55	0.388	0.151	0.26	0.5	72.3	18.4	9.3

Хэмжилтийн үр дүнг Microsoft Excel, SPSS програм ашиглан боловсруулсан.

3. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Хөрсний хими, физик шинж чанарын шинжилгээний үр дүнг Хүснэгт 1-т үзүүллээ. Z-1 буюу говийн улаан хөрс нь шүлтлэгээс хүчтэй шүлтлэг урвалын орчинтой (8.09-9.2), өнгөн үе бага зэрэг карбонаттай (1.82%), доод үеүд дунд зэрэг карбонатлаг (2.36-4.36%), ялзмагийн агууламжаар бага зэрэг (0.407-0.972%), цахилгаан дамжуулах чанараар өнгөн үе дунд зэрэг (1.612 dS/m), доод үеүд маш их давсжилттай (5.23-8.25 dS/m), хөдөлгөөнт фосфорын хангамж өнгөн үе дунд зэрэг (1.96 мг/100 г), доод үеүд бага зэрэг (0.64-1.34 мг/100 г), хөдөлгөөнт калийн хангамж бага зэрэг (6.1-18.4 мг/100 г) байна. Элсэн фракцын хэмжээ 33.5-51.1%, тоосны агууламж 32.3-51.1%, шавар фракцын агууламж 13.7-18.1% агуулагдаж хөнгөн шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй байна.

Z-2 хөрс нь шүлтлэг урвалын орчинтой (8.08-8.85), бага зэрэг карбонаттай (0.07-0.36%), ялзмагийн агууламжаар бага зэрэг (0.203-0.519%), цахилгаан дамжуулах чанараар бага буюу давсжилтгүй (0.136-0.288 dS/m) хөдөлгөөнт фосфорын хангамж дунд зэрэг (2.19-3.15 мг/100г), хөдөлгөөнт калийн хангамж бага зэрэг (2.4-9 мг/100 г) байна. Элсэн фракцын хэмжээ 53.4-77.4%, тоосны агууламж 13.1-31.4%, шавар фракц 9.5-15.2% агуулагдаж, механик бүрэлдэхүүн элсэнцэр байна.

Z-3 хөрс нь сул шүтлэгээс шүтлэг урвалын орчинтой (7.79-8.49), бага зэрэг карбонаттай (0.15-0.73%), ялзмагийн агууламжаар бага зэрэг (0.386-0.555%), цахилгаан дамжуулах чанараар бага буюу давсжилтгүй (0.107-0.151 dS/m) хөдөлгөөнт фосфорын хангамж өнгөн үе дунд зэрэг (1.88 мг/100г), доод үеүд бага зэрэг (0.26-1.38 мг/100г)

хөдөлгөөнт калийн хангамж бага зэрэг (0.5-8 мг/100г) байна. Элсэн фракцын хэмжээ 70.1-76.6%, тоосны агууламж 14.1-21%, шавар фракц 7.9-9.3% агуулагдаж, механик бүрэлдэхүүн элсэнцэр байна. Хөрсний усанд хялбар уусдаг үзүүлэлтүүд буюу давсжилтийг **хүснэгт 2-т** үзүүлээ.

Хүснэгт 2. Хөрсний давсжилт

Зүсэлт	Гүн,см	Хуурай үлдэгдэл %	Шүтлэг		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻						
мг-экв / 100 гр										
Z-1	0-16	0.175	0.00	0.90	1.17	0.72	0.47	0.08	2.20	0.04
	16-26	0.901	0.00	0.60	18.70	1.05	6.66	0.64	13.00	0.05
	26-52	0.531	0.00	0.60	9.20	1.22	5.46	0.52	5.00	0.04
	52-80	0.333	0.00	0.80	3.13	1.16	1.90	0.16	3.00	0.03
Z-2	0-10	0.019	0.00	0.60	0.18	0.03	0.26	0.12	0.40	0.03
	10-34	0.024	0.00	0.70	0.28	0.03	0.19	0.09	0.70	0.03
	34-50	0.050	0.00	0.55	0.40	0.03	0.24	0.11	0.60	0.03
	50-70	0.148	0.00	1.80	0.66	0.07	1.10	0.20	0.70	0.53
Z-3	0-7	0.005	0.00	0.55	0.29	0.03	0.36	0.07	0.40	0.04
	7-23	0.028	0.00	0.65	0.19	0.05	0.41	0.20	0.25	0.03
	23-42	0.022	0.00	0.65	0.14	0.03	0.36	0.10	0.35	0.01
	42-80	0.045	0.00	0.80	0.55	0.03	0.65	0.10	0.60	0.03

Хүснэгт 3. Хөрсний хүнд металлын агууламж

Зүсэлт	Гүн,см	As	Pb	Co	Cr	Cu	Ni	Sr	V	Zn	Cd
		мг/кг									
Z-1	0-16	32	18.7	5.5	19	9.6	10.8	269	37	37	0.07
	16-26	10	19.2	9.7	32	17.9	18.8	308	64	60	0.11
	26-52	10	19.3	8.5	32	13.3	17.8	318	64	53	0.09
	52-80	9	17.7	6.8	21	10.9	11.4	301	43	40	0.07
Z-2	0-10	1	15.8	2.3	8	3	3.8	246	15	17	0.02
	10-34	4	16.7	2.3	7	1.9	3.3	328	13	19	0.03
	34-50	3	16.7	2.2	7	2.4	3.7	97.7	13	15	0.03
	50-70	3	17.9	3.8	13	5.7	7.3	119	25	26	0.06
Z-3	0-7	24	16.4	3	10	5.2	5.2	96.1	21	20	0.04
	7-23	5	17.6	3.6	12	7	5.8	113	25	23	0.04
	23-42	5	17.1	4.1	13	5.8	6.8	240	28	26	0.03
	42-80	5	16.9	3.7	12	6.7	6	167	24	23	0.04
MNS 5058:2019		10	50	30	60	60	60	600	100	100	1

Хуурай үлдэгдлийн хэмжээнээс харахад Z-1 зүсэлтийн дээж давсны агууламж өндөр, бусад дээж давс багатай байна. Давсны найрлагад хлор (**Хүснэгт 2**). Хүнд металлын агуулгыг үнэлэхдээ элсэрхэг хөрсний зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээтэй

(MNS 5850:2019)-тэй харьцуулсан. Заган ойн хөрсний хүнцлийн (As) агууламж Z-1 зүсэлтийн өнгөн үед 32 мг/кг, Z-3 зүсэлтийн өнгөн үед мөн 24 мг/кг заасан нь элсэрхэг хөрсний зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээг (10мг/кг) давсан хэдий ч

зөвшөөрөлтэй үйлдвэр уул уурхайн бүсэд хортой агууламжийг (50 мг/кг) зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээгээр тооцдог тул бохирдлын түвшинд хүрээгүй байна гэж үзнэ. Заган ойн хөрсний хүнцлийн (As) дундаж агууламж 9.25 мг/кг байгаа нь элсэрхэг хөрсний зөвшөөрөгдөх хэмжээнд хүрээгүй буюу бохирдлын түвшинд хүрээгүй байна. Бусад хүнд металлын хувьд Монгол Улсын үндэсний (MNS 5850:2019 элсэрхэг хөрс) зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс бага, дундаж агууламж нь Pb-17.5 мг/кг, Co-4.6 мг/кг, Cr-15.5мг/кг, Cu-7.5мг/кг, Ni-8.4 мг/кг, Sr-217 мг/кг, V-31 мг/кг, Zn-30 мг/кг, Cd-0.05мг/кг тус тус байна

(Хүснэгт 3). Заган ойн хөрсөнд агуулагдах элементүүдийн хоорондох корреляцийн матриц бодуулж үзэхэд Pb, Co, Cr, Cu, Ni, V, Zn, Cd хооронд маш өндөр эерэг хамааралтай байна ($r \approx 0.9-0.99$). Sr бусад элементтэй эерэг хамааралтай ($r \approx 0.45-0.61$). As бусад элементүүдтэй сул хамааралтай ($r \approx 0.25-0.33$) гарчээ (Хүснэгт 4).

Энэ нь Pb-Co-Cr-Cu-Ni-V-Zn-Cd зэрэг металлууд нэг эх үүсвэрээс гаралтай эсвэл ижил геохимийн үйл явцаар хуримтлагддаг болохыг харуулж байна

Хүснэгт 4. Хөрсний хүнд металлуудын хоорондох корреляци хамаарал

№	As	Pb	Co	Cr	Cu	Ni	Sr	V	Zn	Cd
As	1.00	0.37	0.25	0.17	0.24	0.29	-0.04	0.18	0.15	0.27
Pb		1.00	0.86	0.9	0.86	0.78	0.41	0.89	0.9	0.91
Co			1.00	0.97	0.98	0.91	0.51	0.98	0.97	0.98
Cr				1.00	0.97	0.9	0.58	1	0.98	0.97
Cu					1.00	0.89	0.5	0.97	0.97	0.98
Ni						1.00	0.47	0.92	0.89	0.88
Sr							1.00	0.55	0.58	0.54
V								1.00	0.99	0.97
Zn									1.00	0.99
Cd										1.00

4. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Говь цөлийн хөрсний судалгааг 1930-аад оноос хийж, Заган ойн системчилсэн судалгааг 1970-аад оны сүүлээр бэлчээрийн экосистемд хийж эхэлсэн. Заган ой бүхий талбай нь говь, цөлийн бүс нутагт хөндий, хотос хэсэгт элсэн хуримтлал эсвэл шалархуу болон давсархаг хөрс бүхий талбайд дийлэнхдээ тархсан байна. Мөн заган ойн хөрсний ялзмагийн агууламж 0.2-0.3% (элсэрхэг, давсгүй хөрс), Заган ой бүхий элсэн хөрсний давсны агууламж 0.05-0.08%, харин шалархуу болон хужирлаг хөрсний давсжилт 0.3-4.0% байна [12]. 1970-иад оноос Монгол-Оросын биологийн иж бүрэн экспедицийн хүрээнд Говь, Цөлийн хөрсний судалгаа илүү өргөн цар хүрээтэй хийгдэж ирсэн байна. Энэ ажлын хүрээнд Говь-Алтай, Баянхонгор, Өмнөговь, Дорноговь аймагт заган ой бүхий гадаргад хийсэн 7 зүсэлтийн мэдээлэл [13] бүтээлд орсон байна. Тус бүтээлд Заган ойн дор тогтворжсон Цөлийн бор саарал хөрсний ялзмагийн агууламж 0.19-0.31% (доод үе

давхаргад ялзмагийн агууламж бага зэрэг өндөр), хүчтэй шүтлэг урвалын орчинтой, давсжилтгүй, Шалархуу хөрсний ялзмагийн агууламж 0.2-1.6% (дээд үе давхаргад ялзмагийн агууламж өндөр, доод үе бага), хүчтэй шүтлэг урвалын орчинтой, давсжилт өндөр (0.59-2.41%), Хужир мараалаг хөрсний ялзмагийн агууламж 0.9-1.3%, давсжилт өндөртэй, хлорт-сульфатын давсны найрлагатай хөрс тохиолдсон гэж дурджээ [13]. Бидний судалгаагаар урвалын орчны хувьд сул шүтлэгээс хүчтэй шүтлэгийн хооронд хэлбэлзэж байсан бөгөөд карбонат, дамжуулах чанарын хувьд Z-1 зүсэлт өндөр агууламжтай гарсан нь тухайн бүс нутагт тархсан говийн улаан хөрсний шинж чанартай холбоотой. Ялзмагийн хувьд заган ой бүхий говь цөлийн хөрстэй ижил доод үе давхаргад ялимгүй их байлаа.

Хөдөлгөөнт калийн агууламж бүх дээжид бага байсан, 2015 оны судалгаагаар хөдөлгөөнт калийн агууламж өндөр байсан нь тухайн хөрсөнд агуулагдаж буй ялмаг болон давсжилттай холбоотой гэж дүгнэжээ [4]. Заган ойн дор тогтворжсон говийн улаан хөрс нь цайвар бор

хөрстэй харьцуулахад элсэн хуримтлал бага, гуравдагчийн улаан хурдас, гадаргын төрхөөс хамаарч давс, хужирлаг байсан. 2015 оны судалгаан дээр ч мөн адил ийм утга зааж байжээ [4]. Хөрсний давсжилтын хэмжээ говийн улаан хөрсөнд хамгийн их буюу хуурай үлдэгдэл 0.333-0.901% хүрч бусад хөрсөнд багасаж, сөөгөн заг бүхий Цайвар бор хөрс нь давсжилтгүй байна. Давсны найрлагад хлор-сульфат, кальци натри ион зонхилно. Давсжилтын найрлагад карбонат ион байхгүй буюу карбонатын давсжилтгүй байгаа нь энэ хөрсний онцлог шинж болно. As ба Sr-ийн хувьд зүсэлтүүдийн хооронд статистикийн ялгаа байхгүй. Харин Pb, Co, Cr, Cu, Ni, V, Zn, Cd-ийн хувьд зүсэлт хоорондын ялгаа маш өндөр ач холбогдолтой байна ($p < 0.01$). Элсэрхэг хөрсний стандартыг давсан ямар нэгэн элемент байхгүй бүгд бохирдолгүй, агууламжийн хувьд бага байсан учир ихэнх элемент хоорондоо хамааралтай гэсэн дүн нь бусад судлаачдын дүнтэй таарч байна [3].

5. ДҮГНЭЛТ

Заган ойн хөрсний судалгааны үр дүн нь тухайн бүс нутгийн байгаль орчны төлөв байдал, хөрсний морфлогийн онцлог, хими болон физик шинж чанарыг нарийвчлан тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой. Заган ойн хөрс нь дунджаар шүлтлэг урвалын орчинтой, бага зэрэг карбонаттай, хөдөлгөөнт фосфорын хангамж дунд зэрэг, хөдөлгөөнт калийн хангамж бага зэрэг, элсэнцэр механик бүрэлдэхүүнтэй, цахилгаан дамжуулах чанараар давсжилттай байна. Усанд хялбар уусдаг давсны үзүүлэлтүүдийг нарийвчлан шинжлэхэд хуурай үлдэгдэл 0.901% хүрч, анионоос хлор, сульфат ионууд, катионоос кальци, натрийн ионууд тус тус зонхилжээ. Байгалийн нөхцөлд заг нь хлор-сульфат бүхий саармаг давсжилттай нөхцөлд ургадаг учраас загийг тарихдаа хөрсний шинж чанарыг тохируулах нь чухал юм.

Судалгаа хийсэн хүнд элементүүдээс зөвхөн хүнцлийн агууламж цөөн дээжний өнгөн үед зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс давсан хэдий ч зөвшөөрөлтэй уул уурхайд хортой агууламжийг зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээгээр тооцдог тул хөрс нь хүнд металаар бохирдоогүй, дундаж агууламжаар нь авч үзвэл элсэрхэг хөрсний дээжинд зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс бага буюу бохирдлын түвшинд хүрээгүй байна. Хөрсний бусад хортой хүнд болон био-идэвхит хүнд металлын агууламж бага буюу бохирдолгүй байна. Уул уурхайгаас хөрсөнд үзүүлэх гол нөлөөлөл нь хөрсний хүнд металлын бохирдол учраас үйл

ажиллагаа эхлэхээс өмнө төлөв байдлыг судлах нь цаашид хяналт хийхэд хэрэглэгдэх материал болох ач холбогдолтой.

ТАЛАРХАЛ

Судалгааны ажлын мэдээ материалаар хангасан “Дорноговь аймгийн Улаанбадрах суманд орших ураны орд газрын байгаль орчны мониторинг” төслийн хамт олон болон ШУА-ийн Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрс судлалын салбарын ажилтнуудад гүн талархал илэрхийлж байна.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

- [1] Д. Даш, "Говь хээрийн бүсийн экосистемийн нөхөн сэргээх, хамгаалах шинжлэх ухааны үндэслэл", тайлан, Улаанбаатар: 2003.
- [2] Ж. Жалбаа, *Заг тарьж ургуулах гарын авлага*, Улаанбаатар: Мөнхийн үсэг групп, 2010.
- [3] Ц. Пүрэвдорж, “Зөөвч-Овоо уран олборлох уурхай орчмын заган ойн хөрсний шинж чанар,” *Монголын хөрс судлал*, № 8, х. 93–101, 2023.
- [4] О. Батхишиг, “Говийн заган ойн хөрсний шинж чанар,” *Монгол орны газарзүй-геоэкологийн асуудал*, № 40, х. 29–37, 2019.
- [5] Х. Золжаргал, “Хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар ба давсжилт,” *Монголын хөрс судлал*, № 5, х. 102–109, 2020.
- [6] Д. Доржготов, *Монгол орны хөрс*, Улаанбаатар: Адмон, 2003.
- [7] Ө. Ганзориг, “Монгол улсын уул уурхайн газрын хөрсний хүнд металлын бохирдол,” *Монголын хөрс судлал*, № 9, х. 6–19, 2024.
- [8] *Монгол Улсын стандарт (MNS 5850:2019). Хөрсний чанар — Хөрсөнд агуулагдах бохирдуулах бодисын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ*, 2019.
- [9] *Монгол Улсын статистикийн эмхэтгэл – 2023*, Улаанбаатар, 2023.
- [10] *Монгол Улсын стандарт (MNS 3310:1991). Хөрсний агрохимийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох арга*, 1991.
- [11] C. Bouyoucos, “Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils,” *Agron. J.*, vol. 54, pp. 464–465, 1962.

- [12] И. А. Цаценкин и А. А. Юнатов,
*Естественные кормовые ресурсы
Монгольской Народной Республики*, Е. М.
Лавренко, ред. Москва: Изд-во АН СССР,
1951.
- [13] А. Н. Ногина, *Почвенный покров и почвы
Монголии*, Москва: Наука, 1984.