

## ARTICLES

ДАРХАН ХОТЫН СУУРЬШЛЫН БҮСИЙН ӨНГӨН ХӨРСНИЙ  
ХҮНД МЕТАЛЛЫН БОХИРДЛЫН ҮНЭЛГЭЭЧ.Сономдагва<sup>1</sup>, Б.Чүлтэм<sup>1</sup>, Ч.Бямбацэрэн<sup>1</sup><sup>1</sup> Хүрээлэн буй орчин, ойн инженерчлэлийн тэнхим, ХШГУИС, МУИС, Монгол улс

Хүлээн авсан: 2018.03.05; Хянасан: 2018.03.28; Хэвлэгдсэн: 2018.04.03

## ХУРААНГУЙ

Монгол улсын томоохон хотуудын нэг болох Дархан хотын өнгөн хөрсний хорттой хүнд металлууд (As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn)-ын агууламжийг судлаж үнэлэх, бохирдлыг тодорхойлох, орон зайн тархалтыг хүнд металлын агууламжаар илэрхийлэх зорилгоор энэхүү судалгааг хийж гүйцэтгэсэн. Судалгааны цэгийг сонгохдоо суурьшлын бүсийн онцлог шинж чанарыг төлөөлж чадахуйц 3 бүсэд (үйлдвэрийн бүс, гэр хороолол болон мал, гэрийн тэжээвэр амьтан бүхий тосгоны бүс, амины орон сууц болон орон сууцны хорооллын бүс) ангилж, өнгөн хөрснөөс нийт 14 дээж авлаа.

Судалгааны талбайн бохирдлын түвшинг илэрхийлэхийн тулд Nakanson, Tomlison, Selvaraj нарын тодорхойлон гаргаж ирсэн бохирдлын фактор, бохирдлын зэрэг, бохирдлын ачааллын индекс, хуримтлалын фактор зэрэг бохирдлын үнэлгээний аргыг ашигласан. Үр дүнг илэрхийлэхдээ хөрсний дээжин дэх хүнд металлын агуулгыг суурь утга буюу хүний нөлөөлд харьцангуй бага өртсөн газраас авсан дээжний агууламжтай харьцуулан гаргалаа. Өнгөн хөрсний хүнд металлын агууламжийг дээж авсан цэгүүдийн байршилаар илэрхийлвэл суурьшлын бүсийн захруу буюу гэр хороолол, үйлдвэрийн бүсийн орчимд хүнд металлын агууламж харьцангуй өндөр байгаа ба бохирдлын зэргээр бага бохирдолтой гэсэн ангилалд хамаарч байна. Хүнд металл элементийн эх үүсвэрийн үнэлгээ буюу хуримтлалын фактороор үнэлж үзэхэд нийт дээж авсан цэгүүд дээрх боловсруулалт хийсэн 8 элемент (As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn)-ийн дунджаар эх үүсвэр нь байгалийн гаралтайг илтгэсэн.

**Түлхүүр үг:** Дархан хот; хүнд металл; бохирдлын фактор; бохирдлын ачааллын индекс; хуримтлалын фактор; орон зайн тархалт;

## ОРШИЛ

Хөрсний хүнд металлын бохирдол нь хүрээлэн буй орчны тулгамдсан асуудлын нэг хэвээр байна [1]. Хүнд металлууд нь хорттой байдал, удаан хугацаанд хуримтлагддаг шинж чанараасаа шалтгаалж

хамгийн аюултай бохирдлуудын нэгт тооцогддог бөгөөд хоол хүнсний эргэлтээр дамжин хүн, амьтан болон ургамалд биохуримтлал бий болгодог [2].

Монгол орны газар ашиглалтын

\*corresponding author: Ch\_sonomdagva@num.edu.mn



The Author(s). 2018 Open access This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

хэлбэр, зориулалт нэмэгдсэнтэй холбогдож хот суурин газрууд шинээр бий болж үйлдвэрлэл, үйлдвэрлэлийн хүрээ жилээс жилд хөгжиж, хүн амын төвлөрөл нэмэгдэхийн хэрээр хүний үйл ажиллагааны нөлөөллийн эх үүсвэрээр хүрээлэн буй орчин бохирдох нь нэмэгдэж байна [3].

Байгаль болон хүний үйл ажиллагаа нь хөрсний хүнд металлын бохирдлын үндсэн 2 эх үүсвэр юм. Хүнд металлын байгалийн эх үүсвэрт өгөршил, чулуулгийн бутралтай холбоотой хөрс үүсвэрийн үйл явцууд хамаарах ба бохирдлыг бага хэмжээгээр бий болгодог [4]. Хөрсний хүнд металлын бохирдол нь үйлдвэрлэлийн болон ахуйн хог, тээврийн хэрэгслийн түлш шатахууны хаягдал, цахилгаан станцын болон гэрийн зуухны дутуу шаталттай галлагаанаас үүссэн утаа, хорт хаягдал, ашигт малтмалын олборлолт зэрэг олон төрлийн түгээмэл эх үүсвэртэй [5]. Хүнд металл нь хөрсөнд хурдан буюу минут, цагаар, удаанаар буюу хоног, жилийн хугацаагаар шингээгддэг. Иймэрхүү байдлаар, хүнд металлууд хувирамтгай чанар, биологийн үнэлгээ, хортой байдлынхаа өөрчлөлттэй холбогдон химийн өөр хэлбэрт дахин хуваарилагдаж чаддаг [6]. Хүний үйл ажиллагаанаас үүсэлтэй хөрсний хүнд металлын бохирдол нь хөрс үүсвэрийн болон легоген үйл явцтай харьцуулахад илүү хөдөлгөөнтэй буюу тогтворгүй байдаг [7].

Р.Дэлгэрцэцэг нарын 2015 онд хийсэн “Дархан хотын хөрсний хүнд металлын судалгааны зарим үр дүн” гэсэн ажлын хүрээнд хийсэн судалгаагаар 8 цэгээс авсан хөрсний дээжний дүнгээр Төмөрлөгийн үйлдвэрийн үнсний хаягдал цэгт цайр (Zn) болон зэс (Cu), Дархан нэхий үйдвэрийн лагаас авсан дээжинд хром (Cr) Монгол улсын стандартаас их байгааг тогтоожээ [3]. Мөн 2016 онд Ч.Сономдагва нарын Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн өнгөн хөрсний хүнд металл болон цацраг идэвхит элементийн бохирдлын бүсчлэл

тогтоох судалгаагаар суурьшлын бүсийн зах буюу гэр хороолол, хогийн цэг орчимд бохирдол хамгийн өндөр байсан байна [8]. Ч.Сономдагва нарын “Эрдэнэт хотын хөрсний судалгааны зарим үр дүнгээс” судалгаагаар Эрдэнэт хотын өнгөн хөрсний бохирдлыг бохирдлын ачааллын индексээр тооцож үзэхэд бүх цэг дээр тодорхой хэмжээгээр хүнд металлаар бохирдсон, бохирдлын зэргээр бага бохирдолтойгоос маш их бохирдолтой байгаа бол хүнцэл, зэс молибден зэрэг элементүүдийн хувьд бохирдлын фактороор маш их бохирдолтой зэрэгт хүрсэн. Тархалтын хувьд үйлдвэрийн бүс орчимд маш өндөр бохирдолтой, тосгон, гэр хороолол орчимд бага бохирдолтой, хотын төв орчмоороо дунд зэргийн бохирдолтой гэсэн үр дүнг гаргасан [9]. Ц.Бямбасүрэн нарын 2017 онд хийсэн “Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн хөдөлгөөнт хэлбэрийн агуулгын судалгаа”-гаар хар тугалга (Pb), зэс (Cu), цайр (Zn) ба кадми (Cd)-ын бохирдол гэр хороолол, цахилгаан станц, автомашин угаалга болон засвар үйлчилгээ явуулдаг газар, мөн хоёр дахь түүхий эд цуглуулж борлуулдаг газруудын хөрсөнд их байгаа нь ажиглагдсан байна [10].

Дархан хотын хөрсний хүнд металлын бохирдлыг судлах энэхүү ажлын зорилго нь Дархан хотын хөрсний хүнд металлын бохирдлыг үнэлэх, суурьшлын ялгаатай бүсүүд дэх өнгөн хөрсний хүнд металлын агуулгыг тогтооход оршино. Энэхүү зорилгын хүрээнд дараах зорилтуудыг дэвшүүлсэн. Үүнд:

1. Дархан хотын өнгөн хөрснөөс дээж авч хүнд металлын агуулгыг судлан, орон зайн ялгаатай байдлыг тодорхойлох
2. Бохирдлын фактор (CF), бохирдлын зэрэг (DC), бохирдлын ачааллын индекс (PLI), хуримтлалын фактор (EF) зэргээр хүнд металлын бохирдлыг үнэлэх болно.

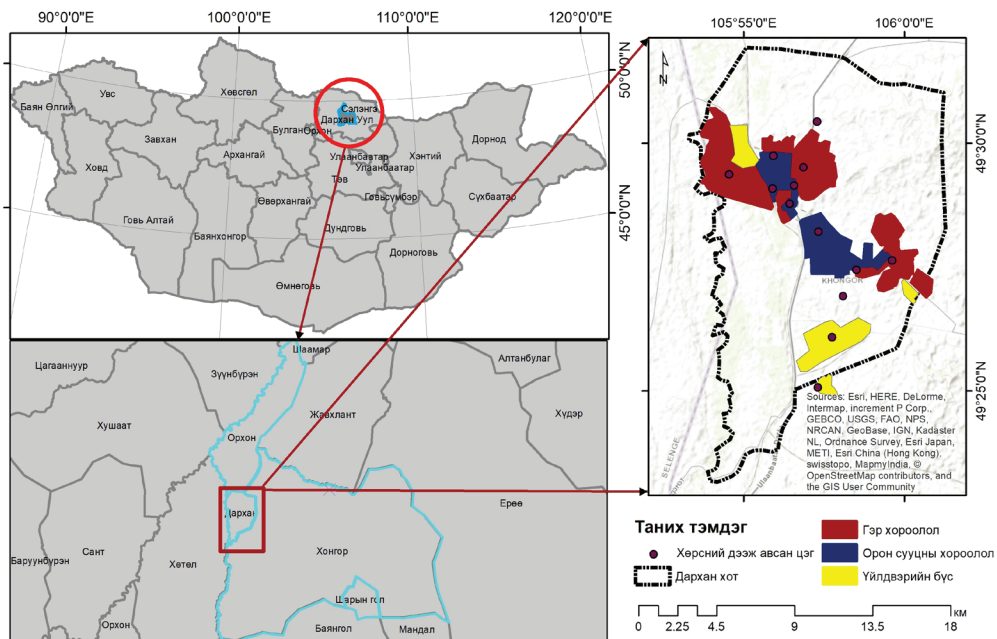
## МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Судалгааны талбай нь Дархан хотын суурьшлын бүсийн нутаг дэвсгэрийг хамарна. Дархан хот нь манай орны томоохон 3 хотуудын нэг бөгөөд 1961 онд байгуулагдсан, 103 км<sup>2</sup> талбайд 2016 оны байдлаар 84 мянга орчим хүн оршин суудаг [11]. Улаанбаатар-Алтанбулаг чиглэлийн олон улсын авто зам, Улаанбаатар-Сүхбаатар чиглэлийн олон улсын төмөр замын зангилаан дээр оршдог. Мөн Дархан хот нь шинэ болон хуучин Дархан гэсэн 2 төвийн бүстэй бөгөөд гэр хорооллын бүс нь хуучин Дарханы баруун, баруун хойно, зүүн хойно, шинэ Дарханы зүүн хэсгээр, харин төв хэсгээрээ орон сууны хороолол, урд болон хойд хэсгээрээ үйлдвэрүүд төвлөрсөн байдаг.

Дархан хотын нутаг дэвсгэр нь газарзүйн байршлын хувьд хуурайвтар хээрийн бүсэд, Орхон-Сэлэнгийн сав газарт багтдаг ба засаг захиргааны нэгжийн хувьд хойд, зүүн болон урд талаараа Дархан-Уул аймгийн Хонгор, баруун талаараа Сэлэнгэ аймгийн Хөтөл сумдуудтай хил залгаа оршдог. Хараа голын эрэг Бурхантын хөндийд, далайн түвшнээс дээш дунджаар 650-700 метрийн өндөрт байрлаж, Улаанбаатар хотоос хойд зүгт 230 км зайд оршдог. Физик газарзүйн мужлалаар Хангай-Хэнтийн уулархаг их мужийн Сэлэнгэ, Орхоны савын дундаж өндөр уулсын мужид байрладаг ба геоморфологийн хувьд нам уулс, голын

хурдаст тал бүхий гадаргатай, элсэрхэг хөрстэй. Уур амьсгалын мужлалаар чийглэгдүү хуурайвтар зунтай, хахир өвөлтэй бүсэд оршдог ба температурын агууриг ихтэй, хур тунадас Монгол орны дунджаас харьцангуй их буюу жилд дунджаар 380 мм ордог. Агаарын жилийн дундаж температур  $-1.1^{\circ}\text{C}$  байна [12] [13].

Судалгааны цэгийг сонгож авахдаа бохирдлын эх үүсвэр, газар ашиглалтын ялгаатай байдал зэргийг харгалзан үзэж үйлдвэрийн бүс, гэр хороолол болон мал, тэжээвэр амьтан бүхий тосгоны бүс, амины орон сууцны хороолол болон орон сууцны хорооллын бүс гэсэн 3 суурьшлын бүсийг төлөөлүүлж чадахуйц 14 цэгээс өнгөн хөрсний дээжийг авсан. Үйлдвэрийн бүсийг төлөөлүүлж “Дархан төмөрлөг”, “Дархан нэхий”, хайрганы үйлдвэр орчим, гэр хороолол болон МАА-н нөлөөлөлд өртөх бүсийг төлөөлж 13-р цэцэрлэг орчим, Хоёр ягаан, Мангирт, хувийн орон сууц болон орон сууцны хорооллыг төлөөлүүлж Дархан сумын ЗДТГ орчим, Магнолиа супермаркет, Хээтэй хороолол, Дархан ХААИС мөн олон нийтийн хөл хөдөлгөөн ихтэй газрууд болох Дархан вокзал, Дархан зах зэрэг цэгүүдийг сонгосон ба хүний нөлөөлөлд харьцангуй бага өртсөн, хотын захад байрлах Дархан хаалга орчимд нэг цэгийг сонгож, суурь цэг болгосон (Зураг 1).



Зураг 1. Судалгааны талбай

**Дээж цуглуулалт:** Дархан хотын суурьшлын бүсийн онцлогийг төлөөлж чадахуйц 13 цэг, мөн суурь цэг болгох зорилгоор хүний нөлөөлөлд харьцангуй бага өртсөн, хотоос зайдуу 1 цэгээс хөрсний дээж авах стандартын дагуу, дугуйн аргаар 0-10 см-ийн гүнээс авсан [14]. Цэг тус бүрээс ойролцоогоор 1 кг хүртэлх жинтэй дээжийг 2017 оны 10 сард авсан ба GPS (Global Positioning System)-ээр байрлалыг тогтоосон. Хөрсний бүх дээжийг бүтүүмжлэлтэй уутанд хийж тэмдэгжүүлэн,

магадлан итгэмжлэгдсэн “Ханлаб” эрдэс судлалын лабораторид, атом шингээлтийн спектрометрийн аргаар шинжлүүлсэн. Шинжилгээгээр нийт 28 элементийг тодорхойлуулсан ба үүнээс судалгааг бусад эрдэм шинжилгээний бүтээлүүдтэй харьцуулан үзэх ач холбогдлыг нь харгалзаж, мөн хор хөнөөлийн зэргээр нь хүнцэл (As), кобальт (Co), хром (Cr), зэс (Cu), никель (Ni), хар тугалга (Pb), ванади (V), цайр (Zn) зэрэг 8 элементийг сонгон авч бохирдлын үнэлгээг хийсэн.

*Бохирдлын үнэлгээний арга зүй*

**Бохирдлын фактор (CF):** Бохирдлын фактор (CF)-ыг тооцоходоо тухайн хүнд металлын агууламжийг суурь агууламжтай

харьцуулж олдог бөгөөд CF-ийн хэмжээгээр хөрсний бохирдлыг дараах байдлаар ангилна [15].

Бохирдлын фактор (CF)	Ангилал
CF<1	Бохирдолгүй
1≤CF<3	Бага зэрэг бохирдолтой
3≤CF<6	Бохирдолтой
CF≥6	Их бохирдолтой

Бид CF-г тооцохдоо уг судалгааны хүрээнд, суурьшлын бүсийн гаднах талбайгаас авсан дээжний шинжилгээний дүнг суурь агууламж болгон ашигласан. Бохирдлын факторын тооцоолол:

$$CF = C/CO$$

Энд: C - Тухайн дээжин дэх хэмжигдсэн элементийн агууламж, мг/кг  
CO - Хүнд металлын суурь агууламж, мг/кг

**Бохирдлын зэрэг (DC):** Хүнд

металлуудын CF-ийн нийлбэрээр бохирдлын зэрэг (DC)-ийг тооцоолно [15]. Бохирдлын зэргийн тооцоолол:

$$DC = \sum_{1}^n CF \quad (1)$$

Энд: CF - бохирдлын фактор  
n - боловсруулалт хийгдсэн элементийн тоо

Хүнд металлын бохирдлын түвшинг мөн доорх байдлаар 4 ангилна.

Бохирдлын зэрэг (DC)	Ангилал
$DC < 1n$	Бохирдолгүй
$1n \leq DC < 2n$	Бага зэрэг бохирдолтой
$2n \leq DC < 4n$	Бохирдолтой
$DC \geq 4n$	Их бохирдолтой

**Бохирдлын ачааллын индекс (PLI):** Бохирдлын ачаалалын индекс буюу (PLI) нь тухайн цэгийн бохирдлын хэмжээг

илэрхийлнэ [16]. CF-ийг ашиглан дараах томъёогоор тооцоолно.

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

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

**Хуримтлалын фактор (EF):** Хөрсний хүнд металлын бохирдлын эх үүсвэр нь байгалийн, эсвэл антропоген эх сурвалжтай гэдгийг илэрхийлдэг. EF-ийн үзүүлэлт 1-тэй ойролцоо утгыг илэрхийлж байвал байгалийн гаралтай, харин  $EF > 10$  утгыг илэрхийлж байвал байгалийн бус эх үүсвэртэй байна гэж үзнэ [17].

Хуримтлалын фактор (EF) дараах тэгшитгэлээр тодорхойлогддог:

$$EF_c = \frac{\left(\frac{Me}{Fe} \text{ дээж}\right)}{\left(\frac{Me}{Fe} \text{ суурь}\right)} \quad (3)$$

Энд:  $EF_c$  – хуримтлалын фактор  
 $Me_{\text{дээж}}$  – Дээжин дэх тухайн металлын агууламж, мг/кг  
 $Fe_{\text{дээж}}$  – Дээжин дэх төмрийн агууламж, мг/кг  
 $Me_{\text{суурь}}$  – Тухайн металлын суурь агууламж, мг/кг  
 $Fe_{\text{суурь}}$  – Төмрийн суурь агууламж, мг/кг

## ҮР ДҮН

**Дархан хотын өнгөн хөрсний хүнд метал**  
Дархан хотын өнгөн хөрсний As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn гэсэн бохирдуулагч хүнд металлын агуулгыг график 1-д харуулав. Хэмжилтээр авсан дээжний үр дүнд үндэслэн химийн элемент тус бүр (As,

Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, Zn)-ээр график байгуулахад хар тугалга (Pb), ванади (V), цайр (Zn) хамгийн өндөр хэлбэлзэлтэй бөгөөд агууламжийн хувьд харьцангуй өндөр байгаа нь дээж авсан цэгүүд дэх хүнд металл элементүүдийн агууламж

харилцан адилгүй байсныг илтгэн харуулж байгаа ба харин As, Co-ын агууламж бага хэлбэлзэлтэй буюу судалгааны талбайн

хөрсөнд жигд агууламжтай байна (Хүснэгт 1, График 1).

Хүснэгт 1. Хүнд металлын агууламжийн хамгийн их, хамгийн бага, дундаж, медиан, дээд болон доод кватил утгууд

	As	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn
75%	4.07	1.03	47.11	15.74	13.83	28.85	67.53	65.35
Хамгийн их	5.58	1.33	55.54	23.32	16.31	66.35	98.53	114.95
Арифметик дундаж	3.33	0.82	39.26	14.12	10.86	23.99	61.18	60.69
Геометр дундаж	3.04	0.74	37.40	12.56	9.88	18.25	59.80	55.34
Хамгийн бага	1.93	0.42	25.20	10.45	5.85	10.74	39.26	37.69
25%	2.40	0.62	33.63	11.50	7.67	15.51	47.79	50.50

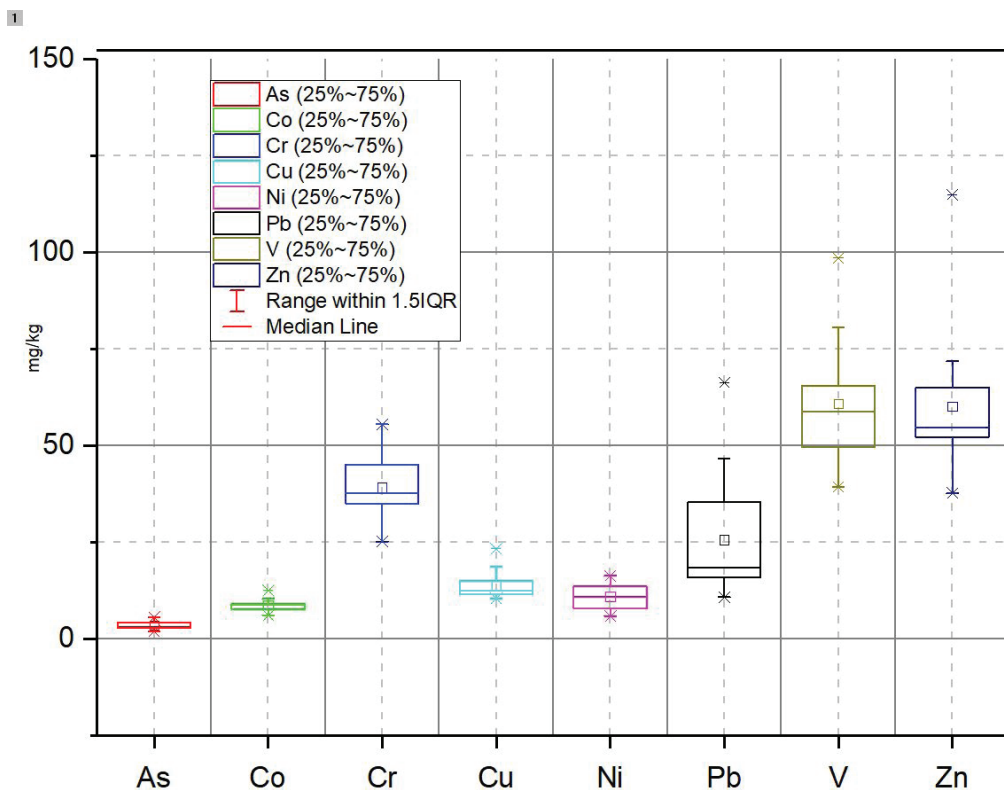


График 1. Дархан хотын суурьшлын бүсийн өнгөн хөрсний хүнд металлын агууламж

Хөрсний хүнд металлын бохирдлын ачааллын индексийн үр дүнг доорх фактор, бохирдлын зэрэг, бохирдлын хүснэгтээр харууллаа (Хүснэгт 2).

*Хүснэгт 2. Бохирдлын фактор, бохирдлын зэрэг, бохирдлын ачааллын индексийн үнэлгээ*

Дээж авсан цэг	As	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn	DC	PLI
Дархан ХААИС	0.82	<b>1.14</b>	<b>1.33</b>	<b>1.24</b>	<b>1.28</b>	0.3	<b>1.24</b>	0.9	<b>8.25</b>	0.08
Хээтэй хороолол	0.58	<b>1.33</b>	0.92	<b>1.41</b>	0.75	0.88	<b>1.43</b>	<b>1.2</b>	<b>8.5</b>	0.14
Магнолиа супермаркет	<b>1.15</b>	0.84	0.98	<b>1.08</b>	0.78	<b>1.42</b>	<b>1.02</b>	<b>1.1</b>	<b>8.37</b>	0.16
Дархан сумын ЗДТГ	0.84	0.67	0.84	<b>1.07</b>	0.62	0.76	0.8	<b>1</b>	6.6	0.02
Дархан вокзал	0.59	0.8	0.93	0.98	0.73	0.38	<b>1.07</b>	<b>1</b>	6.48	0.02
13-р цэцэрлэг	<b>1.67</b>	0.7	0.65	0.9	0.5	0.34	0.85	0.7	6.31	0.01
Хоёр ягаан	0.96	0.92	<b>1.05</b>	<b>1.3</b>	<b>1.04</b>	0.48	<b>1.25</b>	<b>1.4</b>	<b>8.4</b>	0.13
Өнгөт гурван толгой	0.83	<b>1.38</b>	0.96	<b>1.01</b>	0.58	0.23	<b>2.13</b>	<b>1.1</b>	<b>8.22</b>	0.04
Мангирт	0.62	0.98	<b>1.18</b>	0.99	<b>1.07</b>	0.33	<b>1.06</b>	<b>1</b>	7.23	0.03
Дархан нэхий	<b>1.13</b>	<b>1.01</b>	<b>1.45</b>	<b>1.21</b>	<b>1.21</b>	0.39	<b>1.04</b>	<b>1.8</b>	<b>9.24</b>	0.22
Дархан төмөрлөг	0.91	0.98	<b>1.29</b>	0.99	<b>1.11</b>	0.43	<b>1.17</b>	<b>2.2</b>	<b>9.08</b>	0.18
Хайрганы үйлдвэр	<b>1.61</b>	0.99	<b>1.05</b>	<b>1.53</b>	0.93	0.35	<b>1.11</b>	0.9	<b>8.47</b>	0.1
Дархан зах	<b>1.3</b>	0.83	0.72	<b>2.01</b>	0.46	0.4	0.82	<b>1.2</b>	7.74	0.04
Суурь агууламж, мг/кг	3.33	9.06	38.2	11.6	12.7	46.7	56.2	52.3		

Бохирдлын фактор (CF)-оор авч үзэхэд ванади (V) хамгийн олон буюу 10 цэг дээр бага зэрэг бохирдолтой түвшинг илтгэж байхад хар тугалга (Pb) Магнолиа супермаркет орчмын цэгээс бусад цэг дээр бохирдолгүй гарч байна. Байршлын хувьд Дарханы ХААИС-ийн орчимд кобальт (Co), хром (Cr), зэс (Cu), никель (Ni), ванади (V) зэрэг элемент бага зэрэг бохирдолтой байсан ба 13-р цэцэрлэг орчимд хүнцэл (As)-ээс бусад элемент бохирдолгүй гарсан. Бохирдолгүй гарч байгаа цэгүүдийн хүнд металлын агууламж суурь цэг болгож авсан цэгийн агууламжаас доогуур хэмжээтэй

гарсан (Хүснэгт 2).

Бохирдлын зэрэг (DC)-ийн хувьд “Дарханы ХААИС-ийн орчим”, “Хээтэй хороолол”, “Магнолиа супермаркет орчим”, “Хоёр ягаан”, “Өнгөт гурван толгой” “Дархан нэхий”, “Дархан төмөрлөг”, “Хайрганы үйлдвэр” гэсэн цэгүүдэд бага зэрэг бохирдолтой гарсан ба бусад цэгүүд бохирдолгүй ангилалд хамаарч байна.

Бохирдлын ачааллын индекс (PLI)-ийн тооцооллоор бүх цэг дээр  $PLI < 1$  утгатай гарсан учраас тухайн орчны хөрс хүнд металаар бохирдоогүй байна гэж үзнэ.

**Хуримтлалын фактор**

Хуримтлалын фактор (EF)-ыг Дархан хотын өнгөн хөрсний хүнд металлын бохирдлын эх үүсвэрийг тодорхойлохдоо ашигласан. Бохирдлын эх үүсвэрийг

тодорхойлох зорилгоор тооцоолдог EF-ын үр дүнг 13 цэг дэх 8 элемент (As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, Zn)-ийн дунджаар хүснэгт 3-т харууллаа.

*Хүснэгт 3. Хуримтлалын фактор*

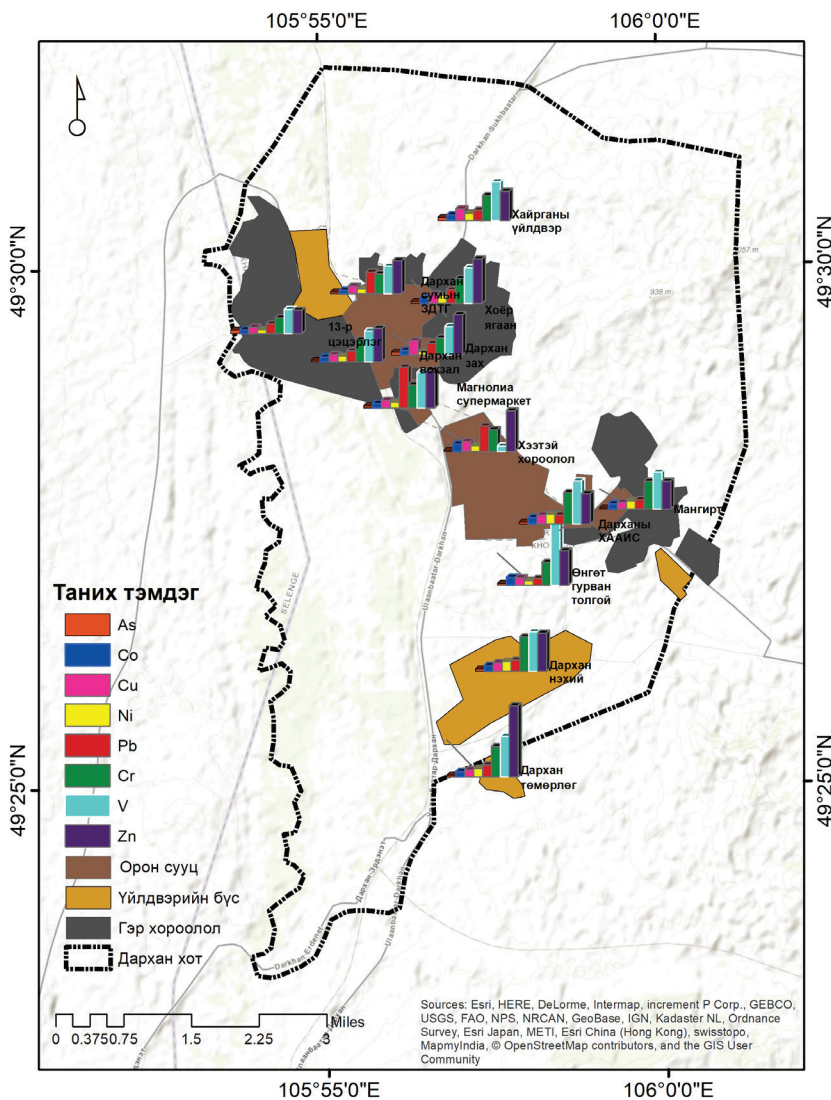
	As	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn
EF	0.79	0.71	0.77	0.92	0.64	0.4	0.79	0.87

Дээрх хүснэгтээс харахад хуримтлалын факторын дундаж агууламжаар авч үзэхэд бүх элемент 0.4- 0.9 хооронд буюу 1-с бага гарсан учраас байгалийн эх үүсвэртэй байна. Pb, Ni-ийн хувьд харьцангуй бага

буюу 0.4-0.6 гэсэн үзүүлэлттэй байхад As, Cu, ZN, V, Co, Cr-ын хувьд харьцангуй өндөр буюу 0.7-0.9 гэсэн үзүүлэлтийг илэрхийлсэн.

**Өнгөн хөрсний дээж авсан цэгүүдийн хүнд элементийн агууламж**

Өнгөн хөрсний хүнд металл элементийн орон зайн ялгаатай байдлыг Зураг 2-т харууллаа.



Зураг 2. Хүнд элементүүдийн тархалт



Зураг 2-оос харахад бүх цэгүүдэд цайр (Zn), ванади (V), хром (Cr) зэрэг хүнд металл элементийн агууламж харьцангуй өндөр байхад хүнцэл (As), кобальт (Co), зэс (Cu), хар тугалга (Pb) зэрэг элементүүд агууламжийн хувьд харьцангуй бага

байгаа нь ажиглагдаж байна. Мөн Дархан төмөрлөг, Дархан нэхий, Дархан ХААИС орчим, Магнолиа супермаркет орчимд хүнд металл элементүүдийн агууламж бусад цэгүүдтэй харьцуулахад өндөр байна.

## ДҮГНЭЛТ

Дархан хотын суурьшлын бүсийн өнгөн хөрсний хүнд металлын бохирдлыг үнэлэх ажлын хүрээнд дараах дүгнэлтийг хийж байна: Үүнд:

Бохирдлын фактор, бохирдлын зэрэг, бохирдлын ачааллын индекс зэргийг нэгтгэн үзэхэд Дарханы ХААИС-ийн орчим, Хоёр ягаан, Дархан төмөрлөг, Дархан нэхий зэрэг цэгүүд бусад цэгүүдтэй харьцуулахад харьцангуй бохирдолтой буюу бохирдлын зэргээр Хакансоны ангиллаар “бага зэрэг бохирдолтой” гэсэн ангилалд хамаарсан ба бусад цэгүүдэд бохирдолгүй гэсэн үзүүлэлттэй байна. Бохирдлын ачааллын индексээр бүх цэгүүд дээр  $PLI < 1$  бага буюу хүнд металаар бохирдоогүй байна. Хуримтлалын фактор 13 цэгийн дунджаар тооцоолж үзэхэд хүнд элементийн хуримтлал нь байгалийн гаралтайг илтгэсэн.

Өнгөн хөрсний хүнд металлын

бохирдлыг дээж авсан цэгийн байршлаар харуулахад хамгийн бага бохирдолтой нь гэр хороолол, тосгон орчим, дараа нь амины орон сууц болон орон сууцны хороолол орчим байгаа бол хамгийн их бохирдолтой хэсгээр үйлдвэр орчмын цэгүүд орж байна.

Монгол орны бусад томоохон хотууд болох Улаанбаатар, Эрдэнэт хотууд дээр хийгдсэн бусад судалгааны ажлуудаас харахад бохирдол ихтэй байгаа үр дүнг гаргасан байна. Харин Дархан хотын бохирдол нь харьцангуй бага байгаа нь бохирдлын үнэлгээгээр бага буюу бохирдолгүй гэсэн ангилалд хамаарч байгаагаар илэрхийлэгдэж байна.

**Талархал:** Энэхүү судалгааны ажил нь БСШУСЯам, ШУТСангийн санхүүжилттэй SSA\_028/2016 тоот дугаартай суурь судалгааны төслийн санхүүжилтээр хийгдсэн тул талархсанаа илэрхийлье.

## НОМ ЗҮЙ

1. B. J. Alloway, “Sources of Heavy Metals and Metalloids in Soils,” in *Heavy Metals in Soils*, Springer, Dordrecht, 2013, pp. 11–50.
2. P. W. Abrahams, “Soils: their implications to human health,” *Sci. Total Environ.*, vol. 291, no. 1–3, pp. 1–32, May 2002.
3. Р.Дэлгэрцэцэг нар, Дархан хотын хөрсний хүнд металлын судалгааны зарим үр дүн. Улаанбаатар, 2016.
4. A. Jankaitė, P. Baltrenas, and A. Kazlauskienė, “Heavy metal concentrations in roadside soils of Lithuania’s highways,” *Geologija*, vol. 50, pp. 237–245, Jan. 2008.
5. Д.Аваадорж ба Ш.Дагва, Байгаль орчинд химийн бодисын нөлөөлөл, хөрсний бохирдол. Улаанбаатар, 2016.
6. J. Buekers, “Fixation of cadmium, copper, nickel and zinc in soil : kinetics, mechanisms and its effect on metal bioavailability,” Sep. 2007.
7. M. Kaasalainen and M. Yli-Halla, “Use of sequential extraction to assess metal partitioning

- in soils,” *Environmental Pollution*, vol. 126, no. 2, pp. 225–233, Nov. 2003.
8. Ч. Сономдагва, Ч. Бямбацэрэн, Д. Даваадорж, “Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн хөрсний бохирдлын судалгааны зарим дүн,” *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, vol. 56, no. 01, pp. 114–126, Apr. 2016.
  9. Ч. Сономдагва, Ч.Бямбацэрэн, Эрдэнэт хотын хөрсний судалгааны зарим дүнгээс. Улаанбаатар: Монгол орны хөрс судлал, 2017.
  10. Ц.Бямбасүрэн нар, “Улаанбаатар хотын өнгөн хөрсөн дэх хүнд элементүүдийн хөдөлгөөнт хэлбэрийн агуулгын судалгаа,” *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, vol. 57, no. 3, pp. 21–36, Oct. 2017.
  11. [www.nso.mn](http://www.nso.mn)
  12. МУҮСХ, Дархан-уул аймгийн статистикийн товчоон. Улаанбаатар, 2014.
  13. ШУА, Газарзүйн хүрээлэн, Монгол улсын үндэсний атлас. 2009.
  14. “ISO 10381-5:2005(en), Soil quality — Sampling — Part 5: Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination.” [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10381:-5:ed-1:v1:en>. [Accessed: 28-Feb-2018].
  15. L. Hakanson, “An ecological risk index for aquatic pollution control. a sedimentological approach,” *Water Research*, vol. 14, no. 8, pp. 975–1001, Jan. 1980.
  16. D. L. Tomlinson, J. G. Wilson, C. R. Harris, and D. W. Jeffrey, “Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index,” *Helgolander Meeresunters*, vol. 33, no. 1–4, pp. 566–575, Mar. 1980.
  17. K. Selvaraj, V. Ram Mohan, and P. Szefer, “Evaluation of metal contamination in coastal sediments of the Bay of Bengal, India: geochemical and statistical approaches,” *Marine Pollution Bulletin*, vol. 49, no. 3, pp. 174–185, Aug. 2004.

## ASSESSMENT OF HEAVY METAL POLLUTION OF TOPSOIL IN SETTLEMENT AREA, DARKHAN CITY

*Sonomdagva Ch.<sup>1\*</sup>, Chultem B.<sup>1</sup>, Byambatseren Ch.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Department of Environmental and Forest Engineering, School of Engineering and Applied Science, NUM, Mongolia*

*\*corresponding author, e-mail: [ch\\_sonomdagva@num.edu.mn](mailto:ch_sonomdagva@num.edu.mn)*

**Abstract:** This study was carried out to assess the content of toxic heavy metals (As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn), determine pollution and spatial distribution of topsoil in Darkhan city which is one of the largest cities in Mongolia, to determine pollution and spatial distribution. The selected study area of Darkhan city was divided into 3 zones (industrial zones, ger districts or livestock breeding zones and private apartments or residential district zones) representing settlement's characteristics, and 14 points were sampled from topsoil. In order to estimate the level of pollution, the contamination factor, the degree of contamination, pollution load index, and enrichment factor that were formulated by Hakanson, Tomlison, Selvaraj were used in our study. The results were come out by comparing the heavy metal concentration of the topsoil with it's background concentration. In terms of spatial distribution of heavy metals in the topsoil, heavy metals concentration in ger district and industrial areas is relatively high, but pollution assessment is not very high.

As a result of the enrichment factor which was used for assessment of contamination source, the average concentration of 8 elements (As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn) at 13 points presented that was derived from natural sources.

**Keywords:** *Darkhan city; heavy metal; contamination factor; pollution load index; enrichment factor; spatial distribution;*