

# УЛААНБААТАР ХОТЫН ХӨРСӨН ДЭХ ХҮНД МЕТАЛЛЫН БОХИРДОЛ, ТҮҮНИЙ ХҮНИЙ ЭРҮҮЛ МЭНДЭД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨ

П.Цэенханд<sup>1</sup>, Д.Даваадорж<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Нийгэм эдийн засгийн газарзүйн салбар

<sup>2</sup>Монгол Улсын Их Сургууль, Шинжлэх ухааны сургууль, Газарзүйн тэнхим

Э-шуудан: tsetvna919@gmail.com

## SOIL HEAVY METAL CONTAMINATION IN ULAANBAATAR CITY AND ITS IMPACT ON HUMAN HEALTH

P. Tseyenkhand, D. Davaadorj

### Abstract

Recent years, Ulaanbaatar city's environmental degradation is rapidly increasing due to the rapid growth of population density. Furthermore, there is occurring the healthy living condition shortages for citizens who living in the polluted area. In the scope of this study, the content of soil heavy metals was measured in five districts of Ulaanbaatar city. In the result of this study, content of arsenic and lead exceeded the standard of maximum level in soil, as well as population sickness rate of this exceeded area was higher than standard area's population sickness rate.

**Түлхүүр үгс:** Улаанбаатар, хүнд металл, бохирдол, эрүүл мэнд

### Оршил

Хөрсөнд хүнд элементүүд нь хөрс үүсгэгч эх чулуулгаас уламжлагдан мөн агаараас төрөл бүрийн нэгдлүүд (исэл, карбонат, сульфид, сульфат, силикат гэх мэт)-ийн байдлаар шингэж хуримтлагддаг. Хүнд элемент нь бусад бохирдуулагчдыг бодвол задрах, саармагжих, цэвэрших зэрэг процесст амархан ордоггүй хөрсөнд удаан хугацаагаар хуримтлагдаж дан ганц хөрсийг бус хүрээлэн буй орчныг бүхэлд нь бохирдуулдаг. Хүнд элементүүдийн дотроос хүнцэл (As), мөнгөн ус (Hg), хар тугалга (Pb), кадмий (Cd), хром (Cr), цайр (Zn) зэрэг элементүүд нь хүн амьтанд үзүүлэх нөлөөллийн хувьд маш хортойд тооцогдоно [1].

Судалгааны бүс болох нийслэл Улаанбаатарт оршин суугчдын тоо 2000 онд монгол улсын нийт хүн амын 33 хувийг эзэлж байсан бол 2015 онд 45.6 хувь болж өсжээ [9]. Үүнтэй холбогдон байгаль орчны даац хэтрэх, газар ашиглалтын зохисгүй хэлбэрүүд үүсэх, үйлдвэрийн газар, гэр хорооллын талбай, автомашины тоо жил ирэх тутам нэмэгдэх болсон зэргээр орчны бохирдол тэр дундаа хөрсний бохирдол нэмэгдэх гол шалтгаан болж байна. Хөрсөнд агуулагдах хүнд элемент нь тодорхой хэмжээнээс давсан тохиолдолд түүн дээр ургаж байгаа ургамлын өсөлт хөгжилтөд сөргөөр нөлөөлөх, өвс ургамлыг идэж байгаа мал амьтныг өвчлүүлэх, газрын доорх гүний усыг бохирдуулах зэрэг аюултай [1]. Тухайлбал хүнцэл нь нүүрс шатаах, арьс шир боловсруулах үйлдвэрлэл, хөдөө аж ахуйн химийн бодисууд, эмийн болон шилний үйлдвэрлэл зэрэг олон эх үүсвэрээс хөрсөнд нэвчиж, хуримтлагдсанаар хүний зүрх судас, ходоод гэдэс, мэдрэлийн эрхтэн тогтолцоог гэмтээж, хорт хавдар үүсгэх хөнөөлтэй бол авто машин, шатахуун түгээх станцуудаас бензин, тос, масло хөрсөнд нэвчиж

тугалга болон бусад хорт бодисын хэмжээ нэмэгдсэнээр хүний цус төлжилтийг шармагжуулж, мэдрэл оюун ухаанд нөлөөлж, бөөр, хоол боловсруулах эрхтний хэвийн үйл ажиллагааг хямраах аюултайг тогтоожээ [14].

Нийгэм эдийн засгийн өөрчлөлт болон хүрээлэн буй орчинд тавих хяналт шаарсантай холбоотойгоор орчны бохирдол нь хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх тухай судал улам бүр чухлаар тавигдаж байна [11]. Нийт өвчлөл, нас баралтын 25 орчим хувь нь хүрээлэн байгаа орчноос хамаардаг болохыг Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагаас тогтоосон ба хөгжингүй оронтой харьцуулахад хөгжиж буй орнуудад илүү өндөр түвшинтэй гарчээ [8].

Уг судалгааны хүрээнд Улаанбаатар хотын хөрсөн дэх хүнд металлын агууламжийг үнэлэн стандартаас давсан тохиолдолд хүрээлэн буй орчин ба хүний эрүүл мэндэд эмгэг өөрчлөлт гарах талаар тодорхойлов.

### Судалгааны аргазүй

Судалгааны талбай нь Улаанбаатар хотын таван дүүргийн нутаг дэвсгэрийг хамрах бөгөөд санамсаргүй аргаар нийт 24 цэг дээр хэмжилт явуулж, 10см өргөнтэй, 1-5см, 5-10см гүнтэй дээжээс хүнцэл (As), хром (Cr), хар тугалга (Pb), никель (Ni), цайр (Zn) зэрэг хүнд элемент, тори ( $^{232}\text{Th}$ ), калий ( $^{40}\text{K}$ ), радий ( $^{226}\text{Ra}$ ) зэрэг цацраг идэвхт изотопын агууламжийг хэмжсэн [5]. Дээрх дүнг ашиглан Hakanson (1980) экологийн эрсдэлийн индексийг ( $\text{Er}^i$ ) үнэлсэн.

### Экологийн эрсдэлийн индекс тооцох арга

Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн янз бүрийн цэгээс хэмжигдсэн хүнд металлуудын бохирдлыг үнэлэхийн тулд экологийн эрсдэлийн индекс тооцох аргыг ашигласан ба дараах байдлаар тодорхойлно.

$$\text{Er}^i = \text{Tr}^i \times \text{Cf} \quad (1)$$

$$\text{Cf} = \frac{\text{C}_{\text{metal}}}{\text{C}_{\text{background}}} \quad (2)$$

$\text{Er}^i$  - нэг хүнд металлын экологийн эрсдэлийн индекс

$\text{Tr}^i$  - тухайн бодисын хорт хариу хүчин зүйл (Pb, Ni, Cu=5, Zn=1, Cd=30, Cr=2, As=10 гэх мэт)

$\text{Cf}$  - бохирдлын зэрэг

$\text{C}_{\text{metal}}$  - хэмжигдсэн хөрсөн дэх хүнд металлын агууламж

$\text{C}_{\text{background}}$  - хүнд металлын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ

Минийд баримталж буй MNS 5850:2008 стандартаар хөрсөнд агуулагдах хүнд металлын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ Pb= 100мг/кг, Cd=3 мг/кг, As=6 мг/кг, Cr=150 мг/кг, Ni=150 мг/кг, Zn=300 мг/кг байхаар заажээ.

Бохирдлын хүчин зүйл -  $\text{Cf}$  ( $\text{CF}_{\text{metal}} < 1$ ) бохирдлын хүчин зүйл бага, ( $1 \leq \text{CF}_{\text{metal}} < 3$ ) бохирдлын хүчин зүйл дундаж, ( $3 \leq \text{CF}_{\text{metal}} < 6$ ) бохирдлын хүчин зүйл их, ( $\text{CF}_{\text{metal}} \geq 6$ ) бохирдлын хүчин зүйл маш их

Экологийн эрсдэлийн хүчин зүйл -  $Er^i$   $Er < 40$  экологийн эрсдэл бага,  $40 \leq Er < 80$  экологийн эрсдэл дундаж,  $80 \leq Er < 160$  экологийн эрсдэл ихтэй,  $160 < Er < 320$  экологийн эрсдэл өндөр, экологийн эрсдэл маш ихтэй  $Er \geq 320$

Мөн статистик дүн шинжилгээ хийхийн тулд SPSS 22 программ хангамжийг ашиглан дундаж, медиан, стандарт хазайлт, өөрчлөлтийн коэффициент зэрэг үндсэн статистик үзүүлэлтүүдийг тооцоноос гадна дээж авсан цэгүүдийн тархалт, хоорондын зай болон бохирдуулагчийн утгаас хамааран бохирдлын тархалтыг харуулдаг интерполяцийн IDW (Invers distance weight) аргыг сонгон судалгааны бүсийн өндөр агууламжтай хүнд металлын тархалтыг зураглав.

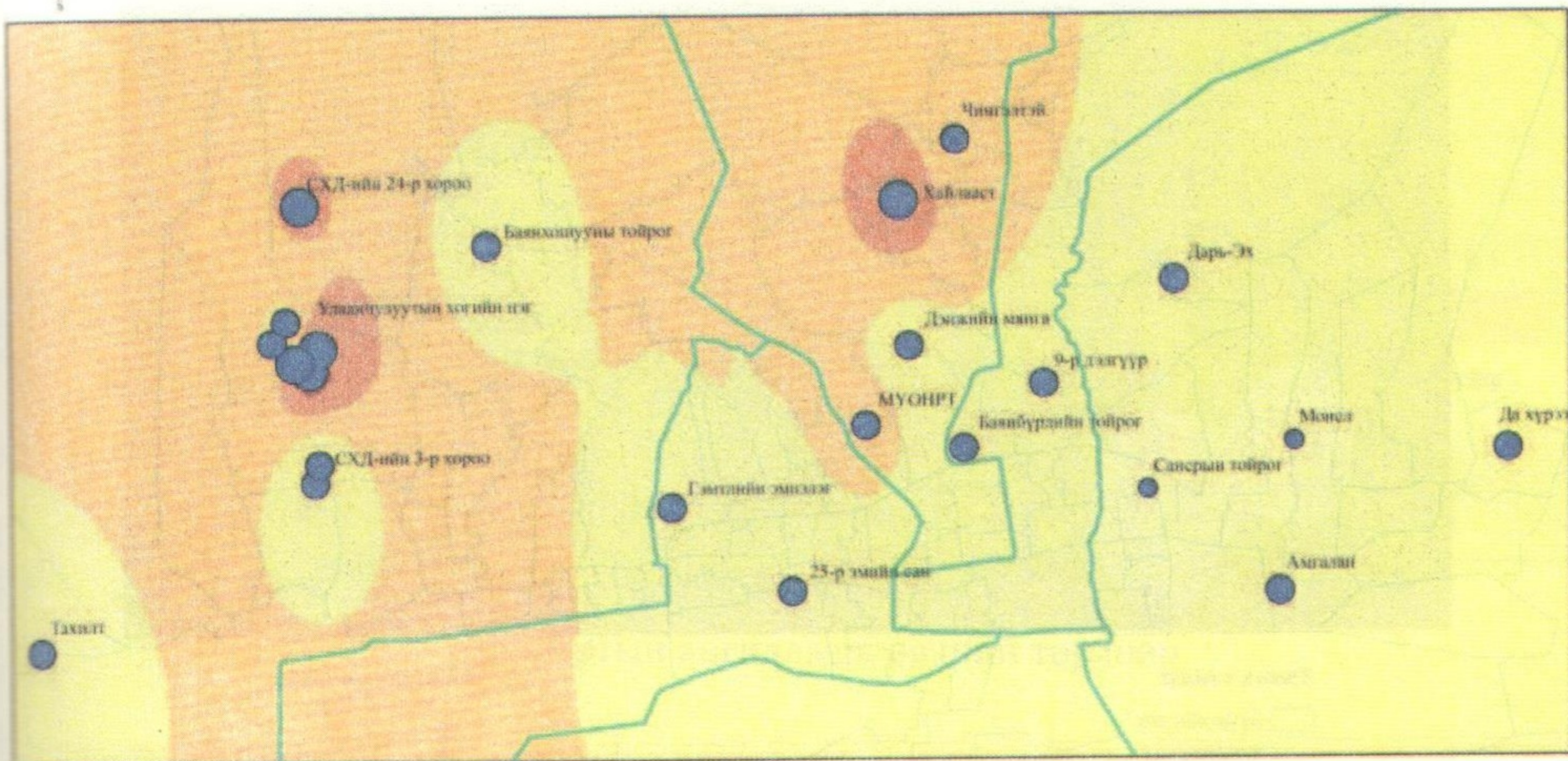
### Судалгааны үр дүн

**Хүнд металлын агууламж.** Өнгөн хөрсөнд агуулагдаж буй хүнцлийн агууламж хэмжилт хийсэн нийт цэгүүд дээр зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс өндөр байна. Хэмжилтийн дундаж утга 29.9 мг/кг байгаа нь MNS 5850-2008 стандартын хүлцэх агууламжаас 5 дахин өндөр буюу хортой агууламжтай ойролцоо байна (1 дүгээр хүснэгт).

Хүнцэл нь автомашины түлш, нүүрс шаталт, арьс шир боловсруулах үйлдвэрлэл, цахилгаан станцын утаа, эмийн болон шилний үйлдвэрлэл зэрэг олон эх үүсвэрээс хүрээлэн буй орчинд хуримтлагддаг. Судалгааны бүсийн Улаанчулуутын хогийн цэг, Хайлааст орчим хортой агууламжаас давсан, МҮОНРТ, Чингэлтэй, СХД-ийн 24-р хороо орчим аюултай агууламжаас давсан, үлдсэн цэгүүдийн хувьд хүлцэх агууламжаас давсан үзүүлэлттэй байна (1 дүгээр зураг). Харин хром, цайр, никель, хар тугалганы хэмжилтийн дундаж утга стандартаас бага байгаа боловч хар тугалганы хувьд хамгийн их утга 166 мг/кг (Дарь-Эх) буюу стандартаас давсан байна. Мөн хүнд металлуудын агуулгын хэлбэлзэл хамгийн өндөр байгаа нь хар тугалга, цайр бол хамгийн бага нь хром байна (1 дүгээр хүснэгт).

1 дүгээр хүснэгт. Хүнд металлын агууламж (мг/кг)

	As	Cr	Pb	Zn	Ni
Mean	29.92	16.54	46.33	110.58	21.96
Median	26.50	14.00	30.50	101.50	19.00
Variance	151.21	71.99	1397.44	1561.99	123.60
Std. Deviation	12.29	8.48	37.38	39.52	11.11
Minimum	13	2	11	51	11
Maximum	68	41	166	209	60
Range	55	39	155	158	49
Interquartile Range	12	10	32	48	11
Skewness	1.609	0.988	1.918	0.969	2.231
Kurtosis	2.988	2.008	3.699	0.512	5.763
<b>Стандарт</b>					
<b>MNS 5850-2008</b>	<b>6</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>150</b>



**Таних тэмдэг**

- Дүүргийн хил
- Хорооны хил

**Хөрсөн дэх Хүнцэлийн тархалт мг/кг**

- 13-аас бага
- 31-40
- 13-20
- 41-50
- 21-30
- 51-ээс дээш

**Бохирдлын зэрэг (Cf)**

- 1-3 (дунд)
- 3-6 (их)
- 6-аас дээш ( маш их)

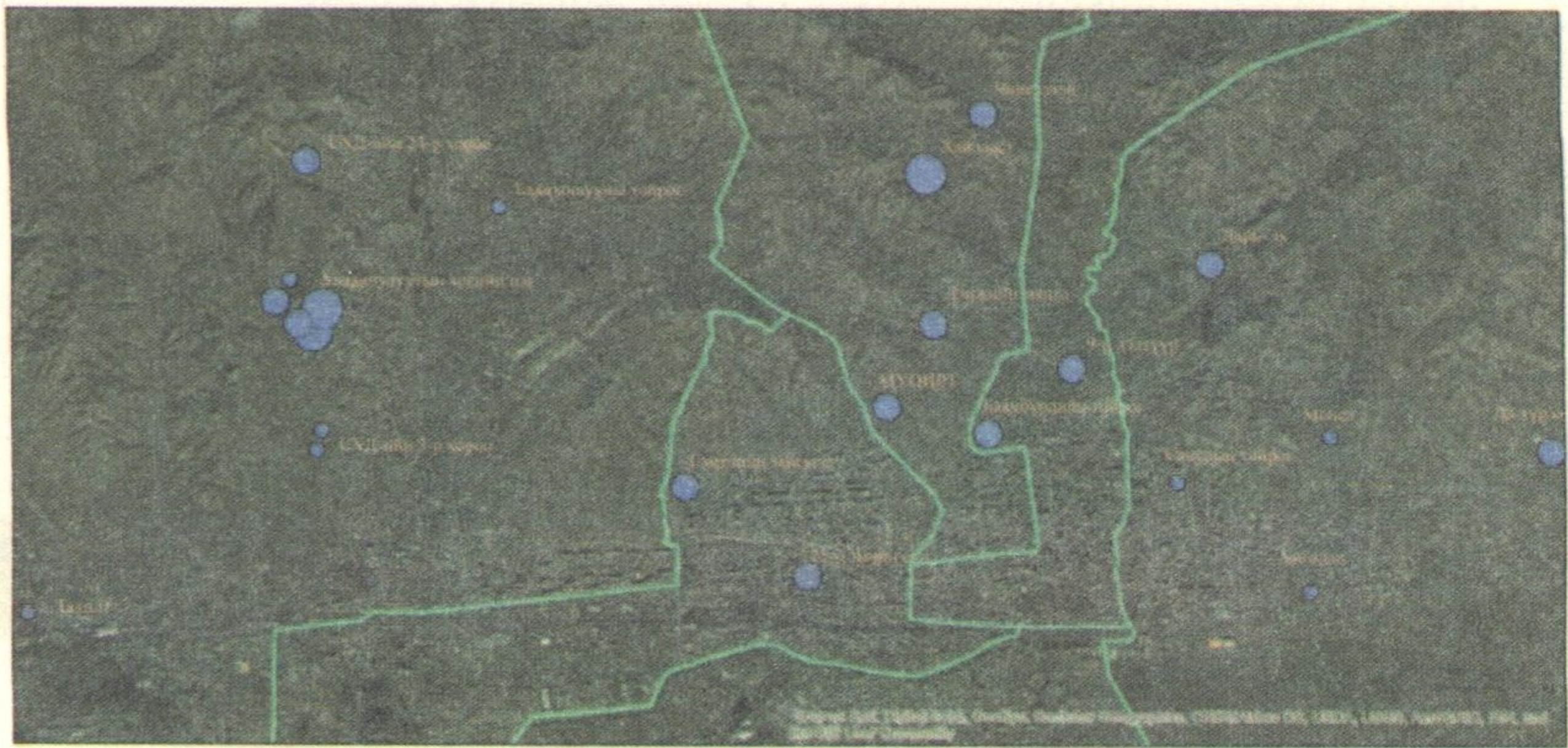
1 дүгээр зураг. Улаанбаатар хотын хөрсөн дэх хүнцэлийн тархалт

**Хүнд металлын бохирдлын зэрэг.** Бохирдлын зэргийг (Cf) тооцоход хүнцэлийн дундаж утга 4.99 буюу бохирдол ихтэй, хамгийн их утга 11.33 буюу бохирдол маш ихтэй байгаа (1 дүгээр зураг) бол хар тугалганы дундаж утга бохирдолгүй боловч хамгийн их утга 1.66 буюу дунд зэргийн бохирдолтой байна. Бусад хүнд металлын хувьд бохирдлын зэрэг багатай үнэлгээ гарлаа (2 дугаар хүснэгт).

2 дугаар хүснэгт. Хүнд металлын бохирдлын зэрэг

	Cf				
	As	Cr	Pb	Zn	Ni
Maximum	11.33	0.27	1.66	0.70	0.40
Minimum	2.17	0.01	0.11	0.17	0.07
Mean	4.99	0.11	0.48	0.37	0.15

**Экологийн эрсдэлийн индекс.** Бохирдлын зэргийн тооцоон дээр үндэслэн экологийн эрсдэлийн индексийг (Er<sup>i</sup>) тооцоход хүнцэлийн дундаж утга 49.86 буюу экологийн эрсдэл дунд, хамгийн их утга 113.33 буюу экологийн эрсдэл ихтэй байна. Харин хром, цайр, никель, хар тугалганы экологийн эрсдэлийн индекс бага байна (3 дугаар хүснэгт). Хүнцэлийн экологийн эрсдэлийн индексийн тооцоог хэмжилтийн цэг бүр дээр задлан харвал Улаанчулуутын хогийн цэг, Хайлааст орчим экологийн эрсдэл их байгаа бол судалгааны талбайн төв хэсэгт экологийн эрсдэл дунд, захын хэсгүүдэд бага үзүүлэлттэй байна (2 дугаар зураг).



**Таних тэмдэг**  
 □ Дүүргийн хил  
 □ Хорооны хил

**Экологийн эрсдэлийн индекс ( $E_r$ )**  
 ● 0-40 (бага)  
 ● 40-80 (дундаж)  
 ● 80-100 (их)

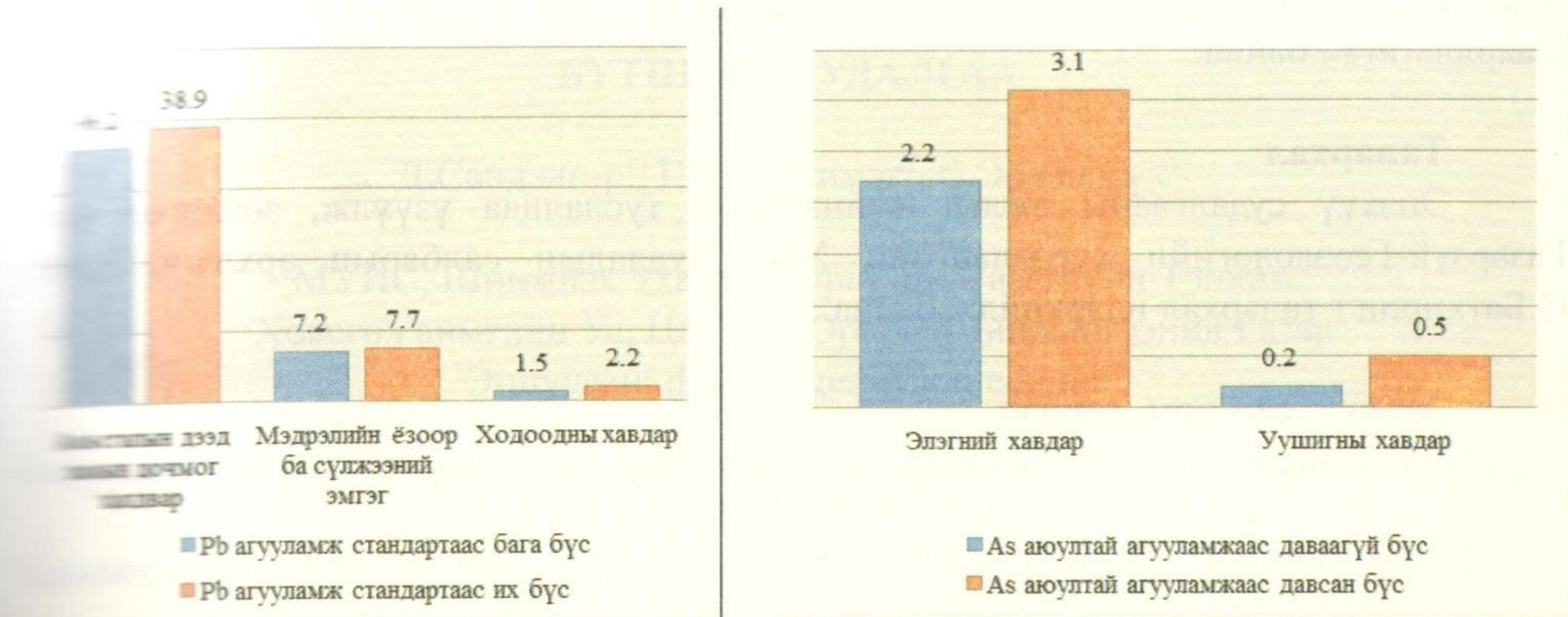
2 дугаар зураг. Улаанбаатар хотын хөрсөн дэх хүнцлийн экологийн эрсдэлийн индекс

3 дугаар хүснэгт. Экологийн эрсдэлийн индекс

	$E_r^i$				
	As	Cr	Pb	Zn	Ni
Хамгийн их	113.33	0.55	8.30	0.70	2.00
Хамгийн бага	21.67	0.03	0.55	0.17	0.37
Дундаж	49.86	0.22	2.32	0.37	0.73

Хүнд металлын агууламж зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс давсан нь хүн амын эрүүл мэндэд нөлөөлөхүйц хэмжээнд хүрсэн гэсэн үг юм. Байх ёстой хэмжээнээс давсан хүнд металлууд нь хөрсний гүн дэх байгалийн усанд уусаж хөрсний үе давхаргаар дамжин улмаар гадаргын усыг бохирдуулж ургамалд хуримтлагдах цаашлаад тэжээлийн хэлхээгээр дамжин мал амьтан, хүний эрүүл мэндийг хордуулах аюултай [13]. Хар тугалганы агууламж стандартаас давсан цэгүүдэд оршин суух хорооны хүн амын дунд амьсгалын дээд замын цочмог халдвар, мэдрэлийн ёзоор ба сүлжээний эмгэг, ходоодны хавдрын өвчлөл стандартаас бага бүстэй харьцуулахад их байна.

Харин хүнцэл аюултай агууламжаас давсан бүсэд орших хүн амын дунд элэгний хавдар, уушгины хавдрын өвчлөл аюултай агууламжаас хэтрээгүй бүсийн хүн амын өвчний гаралтаас илүү байна (3 дугаар зураг).



3 дугаар зураг. 1000 хүнд ногдох өвчлөл, MNS 5850:2008 стандартын ангиллаар, өвчний төрлөөр

### Хэлэлцүүлэг

Гэр хорооллын бүс нь хөрсний доройтол, бохирдлын томоохон эх үүсвэрт байгаа бөгөөд ялангуяа 7-н буудал, Хайлааст, Чингэлтэй зэрэг дүүргүүдэд хөрс хүнд металлаар голчлон бохирддог [2], [4]. Хүрэн нүүрсэнд хүнцэл хамгийн их хэмжээгээр агуулагдах бөгөөд гэр хорооллын айл өрхийн түлдэг нэг кг хүрэн нүүрсэнд 2000 мг хүнцэл агуулагддаг. Хүрэн нүүрсэнд агуулагдах хүнцэл нүүрс байгаа үедээ хор багатай байдаг бол түлсний дараа үнс болон гарахад аюултай хэлбэрт шилждэг учир нүүрсний үнс дутуу шатсан, цогшсон үнсний хаягдал ихтэй бүс нь аюултай юм [3].

Судалгааны үр дүнгээр хүнд металлын бохирдол Улаанчулуутын хогийн цэг, Хайлааст, Дар-Эх зэрэг гэр хорооллын бүсэд өндөр байгаа нь уг тодорхойлолттой тохирч байна. 1 кг хөрсөнд агуулагдах хүнд металлын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ улс орон бүрт өөр өөр адилгүй стандарттай байх ба манай орны хувьд хүнцэл 6 мг, хар тугалга 100 мг байна [6]. Харин Монгол орны хөрсний хүнд металлын хүлцэх агууламжийг тогтоох судалгаанд хүнцэл 30 мг байхаар тогтоосон [1]. Судалгааны бүсийн нийт цэгүүдэд хүнцэл стандартаас давсан нь бохирдлын түвшин өндөр эсвэл хүлцэх агууламжийг маш өндөр тогтоосныг харуулна.

Хүнд металлын агууламж зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс давсан тохиолдолд хүний эрүүл мэндэд аюултай. Хүнцлийн хоронд 5 ба түүнээс дээш жил өртвөл арьс, уушгины хорт хавдраар өвдөх магадлалтай ба мэдрэлийн архаг хордлого, үеийн шижин, зүрх судасны тогтолцооны өвчний эрсдэлийг нэмэгдүүлнэ [7]. Хар тугалганы улмаас уураг тархины үйл ажиллагаа сулрах, мэдрэлийн эрхтэн тогтолцооны өвчний эрсдэл нэмэгддэг (4 дүгээр хүснэгт) зэрэг нь хүнд металлын агууламж стандартаас даваагүй бүстэй харьцуулахад бохирдолтой бүсэд оршин суух хүн амын дунд зарим өвчлөл илүү байгаа үр дүнтэй тохирч байна.

### Дүгнэлт

Хүн амын хурдацтай өсөлттэй холбогдон нийслэл хотын гэр хорооллын тэлэлт нэмэгдэж, тус бүсэд амьдарч буй иргэд эрүүл аюулгүй орчинд амьдарч чадаж буй хэсэг талаарх асуудал чухал байр суурь эзэлж байна. Судалгааны үр дүнгээр өндөр агууламжтай гарсан хүнцэл болон хар тугалга нь хүний мэдрэл, хоол боловсруулах эрхтэн тогтолцоог гэмтээх, хавдар үүсгэх зэрэг олон сөрөг нөлөөтэйг харгалзан үзвэл хүрээлэн буй орчны бохирдлын түвшин, түүний нөлөөгөөр хүн амын эрүүл

мэндэд эмгэг өөрчлөлт гарах магадлалын талаар иж бүрэн цогцолбор судалгааг явуулах шаардлагатай байна.

### **Талархал**

Энэхүү судалгааны ажлыг гүйцэтгэхэд туслалцаа үзүүлж, зөвлөгөө өгсөн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Хөрс судлалын салбарын эрхлэгч, доктор О.Батхишигт талархал илэрхийлж байна.

### **Ашигласан ном, хэвлэл**

- [1] Батхишиг О., 2005. “Монгол орны хөрсний хүнд металлын хүлцэх агууламжийг тогтоох асуудал”, МОГЗА №5, Улаанбаатар, х.16-22.
- [2] Батхишиг О., ба бусад., 2010. “Улаанбаатар хотын эко-геохимийн судалгаа” төслийн тайлан, Улаанбаатар
- [3] Доржготов Д., 2016. “Хүн төрөлхтөнд хамгийн анх эмчилгээнд нэвтэрсэн зүйл бол яах аргагүй хүнцэл”, өдрийн сонин, Улаанбаатар, №298
- [4] Доржготов Д., Гончигсумлаа Ч., ба бусад., 2007. “Улаанбаатар хотын гео-экологийн иж бүрэн судалгаа” төслийн тайлан, Улаанбаатар
- [5] “МУИС залуу судлаачийн грант” төсөл. Улаанбаатар, 2015.
- [6] Монгол улсын стандарт, 2008. “Хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ” (MNS 5850:2008), Улаанбаатар
- [7] Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв, 2014. “Хүнцлийн хор аюулаас сэргийлье” бичил уурхай эрхчлэгчдэд зориулсан судалгааны тайлан, Улаанбаатар
- [8] Сувд Б., Энхжаргал А., ба бусад., 2012. “Хүн амын өвчлөл, нас баралтад үзүүлэх орчны нөлөөлөл” судалгааны тайлан, Нийгмийн эрүүл мэндийн үндэсний төв, Улаанбаатар
- [9] Үндэсний статистикийн хороо, 2016. “Монгол улсын статистикийн эмхэтгэл 2015”
- [10] Хавдар судлалын үндэсний төв, 2014. “Хавдар үүсэхэд орчны химийн хүчин зүйлсийн нөлөө”, Улаанбаатар
- [11] Сидренко Г.И., Кутеплов Е.Н., 1994. “Приоритетные направления научных исследований по проблеме оценки и прогнозирования влияния факторов риска на здоровья населения. Гигиена и санитария”, РФ, №8 с.3-5.
- [12] Abdelwaheb Aydi., 2015. “Assessment of heavy metal contamination risk in soils of landfill of Bizerte (Tunisia) with a focus on application of pollution indicators”
- [13] Gong Qingjie, Deng Jun., 2008. “Calculating pollution indices by heavy metals in ecological geochemistry assessment and a case study in parks of Beijing”, journal of China university of Geosciences, №3 p.230-241
- [14] European commission, 2013. “Soil contamination: impact on human health”, UK