



### Улаанбаатар хот орчмын Туул голын усны чанарын судалгаа

Баттулга Дариймаа, Гомбосүрэн Одонтуяа, Андарай Цийрэгзэн, Долгоржав Оюунцэцэг\*, Амаржаргал Ичинноров, Ганпүрэв Дуламсүрэн, Золбоот Буянжаргал, Отгонбаяр Хүрэлдаваа, Бадгаа Амарсанаа.

*Экологийн химийн лаборатори, Хими, Химийн Технологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи,  
Улаанбаатар хот 13330, Монгол улс*

\*E-mail: oyuntsetsegd@mas.ac.mn  
ORCID: [0000-0001-5278-1580](https://orcid.org/0000-0001-5278-1580)

Хүлээн авсан: 19.04.2021

Хяналтанд: 21.04.2021

Хэвлэлтэнд авсан: 30.12.2021

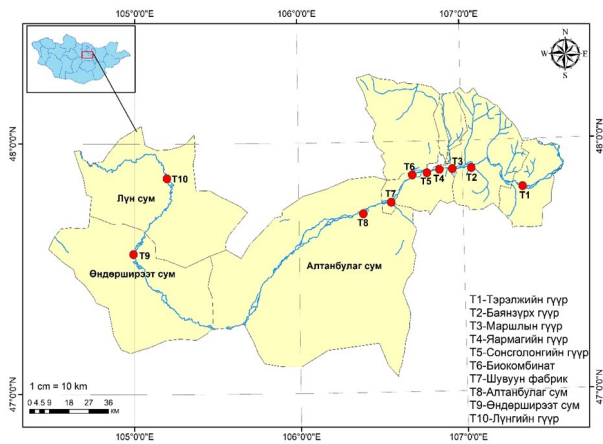
**Хураангуй:** Туул голын урсгалын дагуу Тэрэлжээс Төв аймгийн Лүн сум хүртэлх 10 цэгээс улирал тутам дээж цуглуулан физик-химийн болон бохирдлын үзүүлэлтийг тодорхойлон, усны чанарын судалгааг явуулсаны үндсэн дээр бохирдлын түвшинг тогтоон дүгнэлт өгөх зорилгоор энэхүү ажлыг хийж гүйцэтгэсэн болно. Туул голын ус нь саармагаас бага шүлтлэг орчинтой,  $\text{HCO}_3^-$ - $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ - $\text{Na}^+$ ;  $\text{HCO}_3^-$ - $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  төрлийн холимог найрлагатай усны ангилалд хамаарагдаж байна. Голын эх буюу Тэрэлжийн бүс нэн цэнгэг усны ангилалд хамаарагдаж байсан бол Улаанбаатар хот орчмын бүсийн голын усны эрдэжилт ойролцоогоор 1.2 дахин нэмэгдсэн байна. Харин Төв цэвэрлэх байгууламжийн хаягдал бохир ус нийлсэн (Биокомбинатын Т6) цэгт голын усны эрдэжилт болон бусад анион катион ихээхэн нэмэгдэж байгаа боловч Лүнгийн бүсийн Т9, Т10 цэгт байгалийн усны өөрөө цэвэрших явцын дүнд нийт эрдэжилт болон хатуулаг буурах зүй тогтол ажиглагдсан. Шим бохирдлын үзүүлэлт болох аммонийн азот, нитритийн азот, исэлдэх чанар, эрдэс фосфорын агуулга Тэрэлж, Улаанбаатар хотын бүсэд (Т1-Т5) цэгт стандартын утгаас хэтрээгүй байсан бол Т6 цэгт огцом нэмэгдэж стандартын утгаас давсан байна. Харин Лүнгийн бүсийн Т9, Т10 цэгүүдийн хувьд шим бохирдлын үзүүлэлт урсгалын дагуу аажим буурч байгаа хэдий ч голын эхэн хэсэгтэй харьцуулахад гүйцэд цэвэрших процесс явагдаагүй нь харагдаж байна. Мөн Туул голын ус эхэн хэсэгтээ буюу Тэрэлж, Улаанбаатар хот орчмын бүсэд (Т1-Т5 цэг) “Маш цэврээс цэвэр” (I-II) усны ангилалд хамаарагдаж байсан бол Т6 цэгээс “Бохирдолтойгоос их бохирдолтой” буюу IV-V зэрэглэл рүү, харин Т7-Т10 цэгт усны чанар “Бохирдолтойгоос бага бохирдолтой” (III-IV) ангилал руу шилжиж буйг тогтоолоо.

**Түлхүүр үг:** Туул гол, шим бохирдол, усны чанарын индекс, химийн найрлага

### ОРШИЛ

Ус бол биологийн бүх л нэгдлүүдийн салшгүй нэгэн хэсэг бөгөөд амьд байгалийн оршин тогтнох үндсэн нөхцөлийн нэг юм. Үүний зэрэгцээ хамгийн үнэ цэнэтэй ашигт малтмал бөгөөд нийгэм, эдийн засгийн бүхий л салбарын үйл ажиллагаанд ямар нэг хэмжээгээр оролцож, үр шимээ хүртээж байдаг стратегийн чухал түүхий эд билээ. Иймээс усны нөөцийг ариглан хамгаалах, цэвэр байлгах, нэмэгдүүлэх, хойч үедээ хадгалан үлдээх асуудал нийгэм, эдийн засгийн бүх салбарыг хамарч өргөн хүрээгээр тавигдах болсон [1]. Туул гол нь Төв аймгийн Мөнгөнморьт сумын нутагт Хан Хэнтий нурууны салбар уулс болох далайн түвшнээс дээш 2289.2 м өндөрт өргөгдсөн Чисаалайн сарьдаг, Шороотын давааны өврөөс эх авсан Номин, Нэргүй хэмээх 2 голын уулзвараас Туул гол гэдэг нэрийг авч 717 км урт урссаар Сэлэнгэ аймгийн нутагт орших Орхон голд цутгадаг [2]. Туул гол нь байгалийн бүс, бүслүүрийн хувьд эхэн хэсэгтээ уулын тайгын бүс, ойт хээрийн бүсийг дамнан урсах ба Улаанбаатар хотоос доош сав газрын 80 гаруй хувь нь хээрийн бүсээр урсдаг. Гол нь эхэн хэсэгтээ эгц хад, хясаа

болон ой мод элбэгтэй, уулсын 1-3 км өргөн хөндийтэй ба цаашид голын хөндий өргөссөөр Улаанбаатар хот орчимд 8-10 км болно [3]. Сүүлийн жилүүдэд хүний болон байгалийн бусад хүчин зүйлээс үүдэлтэй голын усны чанарын доройтол нь хүний эрүүл мэнд, экосистемд олон замаар сөрөг нөлөө үзүүлж, усан хангамжийн хүртээмжийг бууруулж, усыг төрөл бүрийн хэрэгцээнд ашиглах боломжгүй болгож байна [4]. Улаанбаатар хотын ус хангамжийг бүхэлд нь Туул голын уст давхаргаас хангадаг бөгөөд хүн амын хурдацтай өсөлт, хотжилт нэмэгдэж байгаа нь гадаргын болон газрын доорх усны чанар, орчны нөхцөл зэрэгт ихээхэн хэмжээний өөрчлөлтийг бий болгож байна. 1950-1970-аад оны үед Туул голын эрдэжилт урсгалынхаа дагууд 60-260 мг/л буюу голын бохирдол харьцангуй бага байсан. Гэвч Туул голын ус нь жил ирэх тусам байгалийнхаа аясаараа цэвэрших чадамж буурч, голын усны бохирдлын үзүүлэлт ихсэж, зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс олон дахин давж, бохирдлын орон зай ихсэж байгаа нь голын урсгалын доод хэсэгт уг голоос ундаалж буй хүн болоод мал, амьтны эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөх хэмжээнд хүрснийг өмнөх судлаачдын судалгааны дүн харуулж



Зураг 1. Туул голоос сорьц авсан цэгийн байршил

байна [5]. Ялангуяа Улаанбаатар хотын баруун урд хэсэг буюу Биокомбинат орчмоос эхлэн голын усны чанар, найрлага огцом өөрчлөгдөж байгаа нь Улаанбаатар хотын Төв цэвэрлэх байгууламжийн (ТЦБ) бохир ус бүрэн гүйцэд цэвэршиж чадалгүй Туул голд хаягдаж байгаатай холбоотой [6]. Тиймээс бид Туул голын урсгалын дагуух Тэрэлжээс Төв аймгийн Лүн сум хүртэлх 10 цэгт судалгаа хийж, усны чанар, бохирдлын түвшин тогтоож дүгнэлт өгөх зорилгоор энэхүү ажлыг хийж гүйцэтгэв.

**СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ**

Бид энэ удаагийн судалгаанд Туул голын урсгалын дагуу Тэрэлжийн бүс (Т1-Тэрэлжийн гүүр), Улаанбаатар хот орчмын бүс (Т2-Баянзүрхийн гүүр, Т3-Маршалын гүүр, Т4-Яармагийн гүүр, Т5-Сонсголонгийн гүүр), Биокомбинатын бүс (Т6-Биокомбинат, Т7-Шувуун фабрик, Т8-Төв аймаг Алтанбулаг сум), Лүнгийн бүс (Т9-Төв аймаг Өндөрширээт сум, Т10-Лүнгийн гүүр) гэсэн 4 бүсийн 10 цэгээс намар, хавар, зуны улиралд сорьц цуглуулан судалгааг хийж гүйцэтгэсэн болно (Зураг 1). Туул голын судалгаанд хамрагдсан сорьцуудын усны орчин буюу рН-ийг (НМ-30Р), цахилгаан дамжуулах чанар (ЦДЧ)-ийг (СМ-31Р) маркийн

Япон улсын дижитал термометрээр тус бүр хэмжилтийг хийв. Үндсэн катион болох  $Ca^{2+}$  ба  $Mg^{2+}$  анионы голлох ион болох  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$  ионуудыг эзлэхүүний аргаар,  $SO_4^{2-}$ -ын ионыг жингийн аргаар тодорхойлсон [7]. Шим бохирдлын үзүүлэлт  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $PO_4^{3-}$ -ийг (S2100UV) маркийн спектрофотометрээр тодорхойлов [8]. Мөн микроэлементийн шинжилгээг индукцийн холбоост плазмын масс спектрометр (ICP-MS) багажаар SGS лабораторид тодорхойлсон болно.

**Усны чанарын индекс:** Гадаргын усны чанар, бохирдлыг усны орчин болон шим бохирдлын үзүүлэлтүүдээр тооцож “Усан орчны чанарын үзүүлэлт. Ерөнхий шаардлага. MNS 4586:1998” болон Байгаль Орчны сайд, Эрүүл Мэндийн сайдын 1997 оны 143/А-352 тоот тушаалаар баталсан “Гадаргын усны цэврийн зэргийн ангиллын норм (ГУЦЗАН)” (1)- той харьцуулан үнэлгээ өгч, бохирдлын түвшинг тогтоодог [9, 10]. Усны чанарын индекс (УЧИ)-ийн тархалтын зураглалыг ArCGiS 10.4 програмыг ашиглан график 3-т үзүүлэв.

$$УЧИ = \frac{\sum \left( \frac{C_i}{PL_i} \right)}{n} \quad (1)$$

УЧИ - Усны чанарын индекс

$C_i$  - Үзүүлэлтүүдийн агуулга

$PL_i$  - Үзүүлэлтүүдийн зөвшөөрөгдөх хэмжээ

n – Нийт үзүүлэлтүүдийн тоо

**ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ**

**Физик-химийн шинж чанар:** Цахилгаан дамжуулах чанар (ЦДЧ), нийт ууссан давс (TDS) болон рН нь тухайн усны шинж чанарыг илтгэдэг чухал үзүүлэлтүүд юм. Судалгаанд хамрагдсан голын усны сорьц цуглуулсан байршил болон физик-химийн үзүүлэлтүүдийг Хүснэгт 2-т үзүүлэв. Хүснэгт 2-оос харахад Туул голын усны рН 6.46-8.64 буюу саармагаас бага шүлтлэг орчинтой байсан бөгөөд Лүнгийн бүсийн (Т10) хаврын улирлын сорьц

Хүснэгт 2. Гадаргын усны чанарын ангилал [11]

УЧИ	Усны чанар		Хэрэглээ, цэвэрлэх боломж
	Зэрэг	Ангилал	
≤ 0.30	I	Маш цэвэр	Цэвэршүүлэх шаардлагагүй бөгөөд бүх төрлийн хэрэгцээнд ашиглахад тохиромжтой.
0.31 - 0.89	II	Цэвэр	Цэвэршүүлсний дараа унд болон хүнсний үйлдвэрлэлд хэрэглэж болно. Харин цэвэршүүлэлт явуулахгүйгээр загасны аж ахуйд шууд хэрэглэхэд тохиромжтой.
0.90 - 2.49	III	Бага бохирдолтой	Унд болон хүнсний үйлдвэрлэлд тохиромжгүй. Хэрвээ усны өөр эх үүсвэр байхгүй бол цэвэршүүлсний дараа хэрэглэж болно. Харин цэвэршүүлэлт явуулаагүй үед мал аж ахуй, амралт зугаалгын газрын цөөрөм, усан бассейнын зориулалтаар ашиглах боломжтой.
2.50 - 3.99	IV	Бохирдолтой	Тохиромжтой цэвэршүүлэлт хийсний дараа усалгаа болон үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашиглах боломжтой.
4.00 - 5.99	V	Бохир	Тохиромжтой цэвэршүүлэлт явуулсны дараа бие махбодид хурэхгүйгээр хүнд үйлдвэрт хэрэглэнэ.
≥ 6.00	VI	Маш бохир	Бүх төрлийн хэрэгцээнд хэрэглэхэд тохиромжгүй бөгөөд олон шат дамжлага бүхий цэвэршүүлэлт хэрэгтэй.

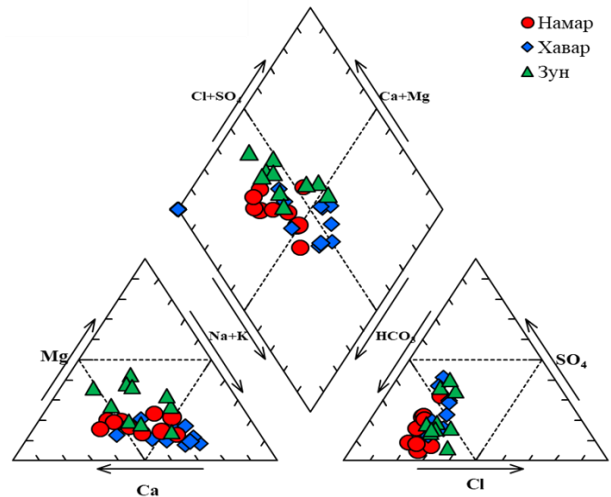
**Хүснэгт 2. Сорьц цуглуулсан цэгүүдийн байршил болон физик-химийн үзүүлэлт**

Бүс	Сорьц авсан цэг	Өргөрөг (N)	Уртраг (E)	Улирал	pH	EC, mS/m	TDS, ppm
Тэрэлжийн бүс	T1	47°48'41.55"	107°21'55.67"	намар	7.47	6	30
				хавар	7.37	3.7	18
				зун	6.86	4.1	20
Улаанбаатар хот орчмын бүс	T2	47°53'23.27"	107°03'20.91"	намар	7.33	7	35
				хавар	7.3	3.9	20
				зун	6.84	4.7	23
	T3	47°53'23.27"	106°56'23.24"	намар	7.46	7.2	36
				хавар	7.17	4.3	21
				зун	6.79	4.9	24
	T4	47°53'07.06"	106°51'40.16"	намар	7.49	7.5	37
				хавар	7.12	4.5	22
				зун	6.82	5.3	26
T5	47°52'23.48"	106°47'05.68"	намар	7.57	10.7	53	
			хавар	7.04	4.8	24	
			зун	6.87	5.9	29	
Биокомбинатын бүс	T6	47°51'57.23"	106°41'41.16"	намар	6.95	86.8	431
				хавар	7.35	98	488
				зун	6.46	24.3	121
	T7	47°45'31.74"	106°33'47.28"	намар	7.01	30.4	151
				хавар	7.43	11.5	57
				зун	6.52	11.9	57
	T8	47°42'54.44"	106°23'31.87"	намар	7.28	28.2	143
				хавар	7.31	15.9	79
				зун	6.61	14.4	71
Лүнгийн бүс	T9	47°33'37.16"	104°59'36.45"	намар	7.55	23.3	115
				хавар	7.63	18.2	91
				зун	7.03	13.3	67
	T10	47°51'46.23"	105°11'51.84"	намар	7.4	24.6	123
				хавар	8.64	17.6	88
				зун	7.21	14.6	73
MNS 4586:1998					6.5-8.5	-	-

pH-ийн утгаараа “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS 4586:1998 стандарт шаардлагыг хангахгүй байна. Цахилгаан дамжуулах чанар (ЦДЧ) болон нийт ууссан давс (TDS) нь тухайн усны эрдэсжилтэй шууд хамааралтай байдаг. Судалгаа хийсэн голын усны цахилгаан дамжуулах чанар (ЦДЧ) Тэрэлж, Улаанбаатар хот орчимд 3.7-10.7 mS/m байхад Биокомбинат, Лүн орчмын бүсэд 11.5-98 mS/m агуулагдаж байгааг тодорхойлов. Үүнээс үзэхэд төв цэвэрлэх байгууламжийн бохир нийлсэн Т6 цэгээс эхлэн голын усны эрдэсжилт болон цахилгаан дамжуулах чадвар нэмэгдэж байна.

**Химийн найрлага:** Судалгаанд хамрагдсан Туул голын усны химийн шинжилгээний дүнг Хүснэгт 3-т үзүүлэв. Шинжилгээний дүнгээс харахад Туул голын усны нийт хатуулаг 0.4-4.2 мг-экв/л, кальци ( $Ca^{2+}$ ) 6-58.1 мг/л, натри+кали ( $Na^{+}+K^{+}$ ) 5.6-159.7 мг/л, магни ( $Mg^{2+}$ ) 1.2-15.8 мг/л, гидрокарбонат ( $HCO_3^{-}$ ) 36.6-396.5 мг/л, хлор (Cl) 8.9-115.2 мг/л, сульфат ( $SO_4^{2-}$ ) 2.5-93.8 мг/л, нийт эрдэсжилт 71.7-851.6 мг/л хооронд агуулагдаж байна. Дээрх дүнгээс харахад Биокомбинатын бүс буюу (Т6, Т7, Т8), Лүнгийн бүс (Т9, Т10) цэг нь Тэрэлжийн гүүрийн (Т1) цэгээс хатуулаг 2.6-6.9, кальци 2.75-6, магни 1.6-3.9, гидрокарбонат 2.3-7.8, хлор 1.65-7.4, сульфат 3.9-7.9, нийт эрдэсжилт 2.4-7.8 дахин их тус тус нэмэгдсэн байна. Туул голын ус эхэн хэсэгтээ буюу Тэрэлжийн бүсэд нэн цэнгэг устай байгаа бол

Улаанбаатар хот орчмын бүсэд голын усны эрдэсжилт ойролцоогоор 1.2 дахин нэмэгдсэн байгаа нь суурьшлын бүстэй ойр хүний үйл ажиллагаанаас хамаарч бохирдож эхэлж байна. Харин Төв цэвэрлэх байгууламжийн хаягдал бохир ус нийлсэн (Биокомбинатын Т6) цэгт голын усны эрдэсжилт болон бусад анион катион илүү их нэмэгдэн бохирдож байгаа нь ахуйн болон үйлдвэрлэл, үйлчилгээний хэрэглээнээс гарсан хаягдал усыг цэвэрлэн “Хүрээлэн байгаа орчин. Усны чанар. Хаягдал ус. Ерөнхий шаардлага” MNS 4943:2015-н



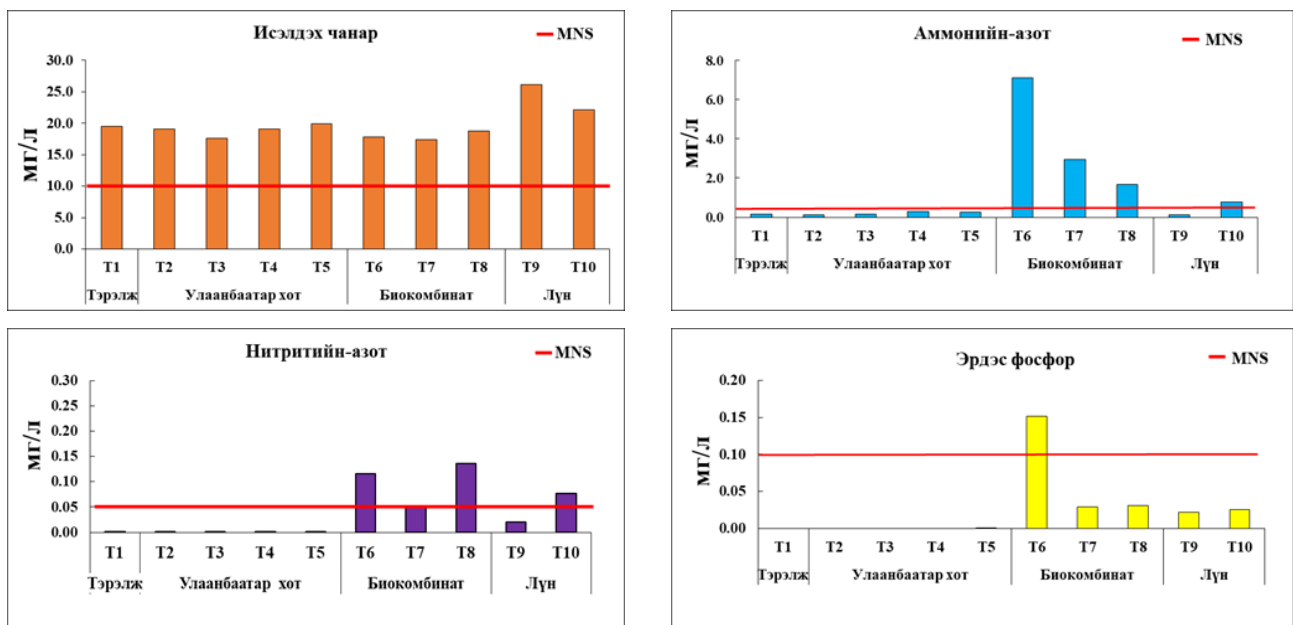
**График 1. Туул голын химийн найрлагын гурвалжингийн график**

**Хүснэгт 3.** Туул голын усны голлох ионуудын агуулга, мг/л

Бүс	Сорьц авсан цэг	Улирал	Нийт хатуулаг, мг-экв/л	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Нийт эрдэжилт
Тэрэлжийн бүс	T1	намар	0.7	7.3	10.0	2.4	42.7	9.2	2.5	74.9
		хавар	0.4	15.3	6.0	1.2	36.6	11.8	8.2	80.8
		зун	0.9	6.2	8.0	6.1	36.6	13.3	9.1	79.9
Улаанбаатар хот орчмын бүс	T2	намар	0.7	15.3	10.0	2.4	48.8	9.2	14.0	100.7
		хавар	0.4	18.1	6.0	1.2	36.6	11.8	13.2	87.9
		зун	0.8	5.7	8.0	4.9	36.6	13.3	3.3	72.5
	T3	намар	0.7	15.6	8.0	3.6	48.8	9.2	14.8	101.2
		хавар	0.6	16.2	8.0	2.4	36.6	11.8	18.9	95.1
		зун	0.8	15.9	8.0	4.9	36.6	13.3	24.7	104.1
T4	намар	1.0	16.4	12.0	4.9	48.8	12.3	26.3	121.7	
	хавар	0.5	10.4	8.0	1.2	36.6	8.9	5.8	71.7	
	зун	0.8	6.7	8.0	4.9	36.6	10.0	9.9	76.8	
T5	намар	1.1	8.7	16.0	3.6	54.9	12.3	7.4	108.2	
	хавар	0.5	18.3	8.0	1.2	36.6	11.8	18.1	95.3	
	зун	0.9	15.1	8.0	6.1	42.7	10.0	27.2	110.4	
Биокомбинатын бүс	T6	намар	4.1	117.4	58.1	14.6	390.4	104.5	36.2	739.1
		хавар	4.2	159.7	58.1	15.8	396.5	115.2	93.8	851.6
		зун	2.0	23.8	28.1	7.3	122.0	33.3	26.3	250.0
	T7	намар	1.9	24.0	28.1	6.1	140.3	24.6	28.0	262.8
		хавар	1.0	29.9	12.0	4.9	61.0	14.8	47.7	174.6
		зун	1.0	14.8	14.0	3.6	61.0	13.3	14.8	125.1
T8	намар	2.6	23.6	38.1	8.5	152.5	24.6	15.6	273.6	
	хавар	1.2	17.0	16.0	4.9	73.2	17.7	18.1	152.2	
	зун	1.4	9.8	18.0	6.1	67.1	16.7	12.3	135.4	
Лүнгийн бүс	T9	намар	1.7	28.3	26.1	4.9	109.8	21.5	30.5	228.9
		хавар	1.4	36.6	22.0	3.6	79.3	17.7	51.0	219.6
		зун	1.4	33.6	18.0	4.9	67.1	20.0	53.5	202.1
	T10	намар	1.9	14.6	30.1	4.9	109.8	21.5	10.7	202.1
		хавар	1.6	18.0	26.1	3.6	61.0	17.7	19.8	165.1
		зун	1.7	5.6	20.0	8.5	67.1	16.7	14.0	137.8

шаардлагыг хангасан усыг хүрээлэн буй орчинд нийлүүлж чадахгүй байгаа бөгөөд хүний хүчин зүйлээс голын усны бохирдол үүссэнийг харуулж байна [12]. Лүнгийн бүсэд (Т9, Т10) голын ус байгалийн усны өөрөө цэвэрших явцын дүнд нийт эрдэжилт болон хатуулаг буурах зүй тогтол ажиглагдаж байгаа хэдий ч Тэрэлжийн гүүрний Т1 цэгтэй харьцуулахад гүйцэд цэвэршиж чадахгүй байгааг тодорхойлов. Судалгаанд хамрагдсан Туул голын усны химийн найрлагыг (намар, хавар, зун)

улирлаас хамааруулан гурвалжингийн графикаар үзүүлэв (График 1). Тус графикын катионы гурвалжингаас харахад Туул голын усанд (Т1-Т10) цэгүүдэд намрын улиралд Ca<sup>2+</sup>, хавар Na<sup>+</sup>, зуны улиралд Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> ион тус тус давамгайлж байна. Харин анионы гурвалжингаас харахад зун, намрын улиралд HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, хавар HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ион зонхилж байна. Үүнээс үзэхэд Туул голын ус намар HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Ca<sup>2+</sup>, хаврын улиралд HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Na<sup>+</sup>, зуны улиралд HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> төрлийн холимог найрлагатай усны



**График 2.** Туул голын шим бохирдлын үзүүлэлтүүд



Хүснэгт 4. Туул голын усны чанарын индекс

Улирал	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Намар	0.18	0.19	0.26	0.26	0.22	4.55	3.36	2.37	2.73	1.59
Хавар	0.83	0.72	0.51	0.76	0.83	4.45	1.36	1.69	0.69	0.99
Зун	0.22	0.26	0.39	0.2	0.34	2.77	1.74	2.47	0.68	0.73
Бохирдлын зэрэг	I-II	I-II	I-II	I-II	I-II	IV-V	III-IV	III-IV	II-III	II-III

ангилалд тус тус хамаарагдаж байна. Энэ нь шар усны үер, хур борооны улирал зэргээс хамаарч голын усны химийн найрлага өөрчлөгдөж байгаатай холбоотой гэж үзэж байна. Туул голын (T1-T10 цэгийн) усны шим бохирдлын үзүүлэлт болох аммонийн азот, нитритийн азот, исэлдэх чанар, эрдэс фосфорын агуулгыг “Усан орчны чанарын үзүүлэлт MNS 4586:98” стандарттай харьцуулан График 2-т үзүүлэв. Шим бохирдлын үзүүлэлтүүдийг стандарттай харьцуулсан график 2-оос харахад судалгаанд хамрагдсан 10 цэгийн исэлдэх чанар MNS 4586:98 стандартаас хэтэрсэн байгаа нь Туул голын усны хүчилтөрөгчийн горим алдагдсан байгааг илтгэж байна [9, 10]. Тэрэлж, Улаанбаатар хотын бүсэд (T1-T5 цэгт) аммонийн азот 0.12-0.31 мг/л, нитритийн азот 0-0.002 мг/л, эрдэс фосфор илрэхгүй байгаа нь стандарт хэмжээнээс хэтрэхгүй байгаа бөгөөд дээрх 2 бүсийн голын ус шим бодисын бохирдлоор бохирдоогүй байгааг харуулж байна. Харин Биокомбинатын T6 цэгт аммонийн азот 7.11 мг/л буюу стандартаас 14 дахин, нитритийн азот 0.12 мг/л буюу стандартаас 5.8 дахин, эрдэс фосфор 0.15 мг/л буюу стандартаас 1.5 дахин их байгаа нь Төв цэвэрлэх байгууламжаас гарч байгаа хаягдал бохир ус бүрэн гүйцэд цэвэрлэгдэлгүй Туул голд нийлж байгааг илтгэж байна. Харин T7-T10 цэгийн аммонийн азот 0.12-2.93 мг/л, нитритийн азот 0.02-0.136 мг/л, эрдэс фосфор 0.02-0.03 мг/л агуулагдаж байгаа нь T6 цэгээс харьцангуй буурсан байгаа хэдий ч аммони болон нитритийн азот MNS 4586:98 стандартын шаардлага хангахгүй байна. Шим бодисын

бохирдлын үзүүлэлтүүдээс аммонийн азот (NH<sub>4</sub>-N) давамгайлж байгаа нь хүний хүчин зүйлээс шууд хамааралтай байна. Учир нь NH<sub>4</sub>-N нь ахуйн хог хаягдлын гаралтай усанд их хэмжээгээр үүсдэгтэй холбоотой юм [13, 14].

**Усны чанарын индекс (УЧИ):** Гадаргын усны шим бохирдлын үзүүлэлтүүд нь усны чанарт үнэлгээ өгч, бохирдлын зэргийг тогтоох шалгуур үзүүлэлт болдог байна [15]. Туул голын усны чанарын индексийг усны орчин, шим бохирдлын үзүүлэлтүүд (ИЧ, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P)-ийн агуулгаар тооцож намар, хавар, зуны улирал тус бүрээр гаргаж үр дүнг Хүснэгт 4, График 3-т үзүүлэв. Хүснэгт 4, график 3-аас харахад T1-T5 цэгт намрын улиралд усны чанарын индекс (0.18-0.26) буюу Гадаргын усны цэврийн зэргийн ангиллын норм (ГУЦЗАН)-ын “Маш цэвэр” (I) ангилалд байсан бол хаврын улиралд (0.51-0.83) буюу усны чанар бага зэрэг буурч “Цэвэр” (II) ангилалд, зуны улиралд (0.2-0.39) буюу “Маш цэвэр (I)-ээс цэвэр (II)” ангилалд хамаарагдаж байна.

ТЦБ-н бохир ус нийлсэн T6 цэгт намар, хаврын улиралд усны чанарын индекс (4.45-4.55) буюу ГУЦЗАН-ын “Их бохирдолтой” (V) ангилалд, зуны улиралд (2.77) буюу “Бохирдолтой” (IV) ангилалд хамаарагдаж байна. Харин T7-T10 цэгт усны чанарын индекс намрын улиралд (1.59-3.36) буюу “Бага бохирдолтой (III)-оос Бохирдолтой (IV)”, хавар болон зуны улиралд (0.99-2.47) буюу “Бага бохирдолтой” (III) ангилалд тус тус хамаарагдаж байна [10]. Үүнээс үзэхэд Туул голын ус эхэн хэсэгтээ буюу Тэрэлж, Улаанбаатар хот орчмын бүсэд (T1-T5 цэг) “Маш цэврээс цэвэр” (I-II) усны ангилалд хамаарагдаж байгаа бөгөөд ТЦБ-н бохир ус нийлсэн T6 цэг “Бохирдолтойгоос их бохирдолтой” буюу (IV-V), T7-T10 цэгт усны чанар “Бохирдолтойгоос бага бохирдолтой” (III-IV) ангилалд хамаарагдаж байна. Түүнчлэн Лүнгийн T10 цэгийг Тэрэлжийн бүсийн T1 цэгтэй харьцуулахад голын ус өөрөө цэвэрших процесс гүйцэд явагдаж чадахгүй байгааг харуулж байна.

**Микроэлемент:** Туул голын урсгалын дагуух сонгогдсон 6 цэгийн усанд микроэлементийн агууламжийг тодорхойлж “Усан орчны чанарын үзүүлэлт” MNS 4586:1998 стандарт, ГУЦЗАН-ын нормтой харьцуулж Хүснэгт 5-д үзүүлэв. Шинжилгээний дүнгээс харахад T1, T3, T5 цэгт Co (<0.06), Ni (<0.3), Mo (0.3-0.5 мкг/л), As (0.54-0.85 мкг/л) агуулагдаж байхад ТЦБ-ын бохир ус нийлсэн

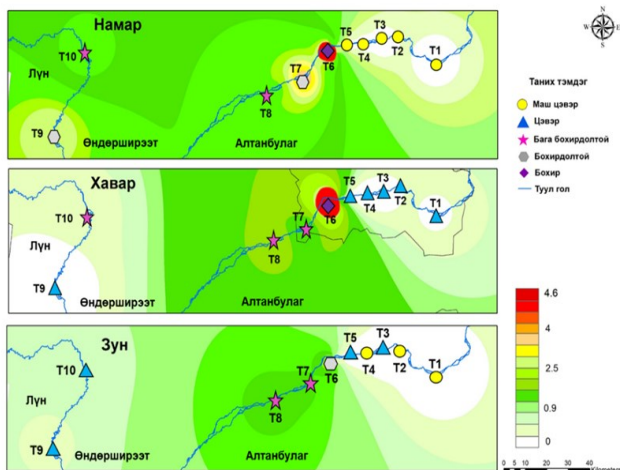


График 3. Туул голын усны чанарын индексийн тархалт

**Хүснэгт 5. Туул голын микроэлементийн агуулга, мкг/л**

Бүс	Сорьц авсан цэг	Улирал	Cr	Cu	Mn	Zn	Co	Ni	Mo	As	Cd	Hg	Pb
Тэрэлжийн бүс	Т1	намар	<10	<5	<5	<5	<0.06	<0.3	0.4	0.59	<0.01	<0.05	<0.5
		хавар	<10	<5	<5	<5	<0.06	<0.3	0.4	0.62	0.02	<0.05	<0.5
		зун	<10	<5	<5	<5	<0.06	<0.3	0.3	0.59	0.02	<0.05	<0.5
Улаанбаатар хотын бүс	Т3	намар	<10	<5	<5	<5	<0.06	<0.3	0.5	0.72	<0.01	<0.05	<0.5
		хавар	<10	<5	<5	<5	<0.06	<0.3	0.5	0.67	0.02	<0.05	<0.5
		зун	<10	<5	<5	<5	<0.06	<0.3	0.3	0.57	0.02	<0.05	<0.5
	Т5	намар	<10	<5	<5	<5	<0.06	<0.3	0.5	0.85	<0.01	<0.05	<0.5
		хавар	<10	<5	<5	<5	<0.06	<0.3	0.5	0.66	<0.01	<0.05	<0.5
		зун	<10	<5	<5	<5	<0.06	<0.3	0.3	0.54	<0.01	<0.05	<0.5
Биокомбинатын бүс	Т6	намар	<10	<5	<5	<5	0.15	0.7	1.8	1.98	0.01	<0.05	<0.5
		хавар	<10	<5	<5	<5	0.15	0.7	1.3	1.73	0.01	<0.05	<0.5
		зун	<10	<5	<5	<5	0.19	0.7	0.8	0.99	0.01	<0.05	<0.5
	Т8	намар	<10	<5	<5	<5	0.06	<0.3	1.1	2.49	<0.01	<0.05	<0.5
		хавар	<10	<5	<5	<5	0.1	<0.3	1.1	1.93	<0.01	<0.05	<0.5
		зун	<10	<5	<5	<5	0.09	0.4	0.9	1.82	<0.01	<0.05	<0.5
Лүнгийн бүс	Т10	намар	<10	<5	<5	<5	0.1	0.5	1.6	3.29	<0.01	<0.05	<0.5
		хавар	<10	<5	<5	<5	0.1	0.5	1.7	2.85	<0.01	<0.05	<0.5
		зун	<10	<5	<5	<5	0.11	0.5	1.7	3.3	<0.01	<0.05	<0.5
MNS 4586:1998			50	10	100	10	10	10	250	10	5	0.1	10
ГУЦЗАН-ын "Бага бохирдолтой" (III)			200	50	100	1000	20	50	100	100			

Т6, Т8, Т10 цэгүүдэд дээрх элементүүд Co (0.06-0.19 мкг/л), Ni (<0.3-0.7 мкг/л), Mo (0.8-1.8 мкг/л), As (0.99-3.3 мкг/л) бага хэмжээгээр нэмэгдсэн байгаа хэдий ч MNS 4586:1998 стандартын шаардлага хангаж байна. Мөн голын усны микроэлементийн агуулгыг ГУЦЗАН-тай харьцуулахад “Бага бохирдолтой” буюу (III) зэргийн усны ангилалд хамаарч байна.

### ДҮГНЭЛТ

Судалгаанд хамрагдсан Туул голын ус нь саармагаас бага шүлтлэг орчинтой, улирлаас хамаарч (шар усны үер, хур борооны улиралд) химийн найрлага өөрчлөгдөж  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ - $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ - $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  төрлийн холимог найрлагатай усны ангилалд хамаарагдаж байгааг тодорхойлов.

Төв цэвэрлэх байгууламжийн хаягдал бохир ус нийлсэн Т6 цэгт “Бохирдолтойгоос их бохирдолтой” буюу IV-V усны ангилалд хамаарагдаж байгаа нь ТЦБ нь ахуйн болон үйлдвэрлэл, үйлчилгээний хэрэглээнээс гарсан хаягдал усыг цэвэрлэн “Хүрээлэн байгаа орчин. Усны чанар. Хаягдал ус. Ерөнхий шаардлага” MNS 4943:2015-н шаардлагыг хангасан усыг хүрээлэн буй орчинд нийлүүлж чадахгүй байгаа бөгөөд хүний хүчин зүйлээс голын усны бохирдол үүсч байгааг илэрхийлж байна.

Лүнгийн Т9, Т10 цэгийн голын ус байгалийн усны өөрөө цэвэрших явцын дүнд бохирдлын түвшин буурч байгаа хэдий ч Тэрэлжийн Т1 цэгтэй харьцуулахад гүйцэд цэвэрших процесс явагдаж чадахгүй байгааг тодорхойлов.

Туул голын усны микроэлементийн агуулгыг ГУЦЗАН-тай харьцуулахад “Бага бохирдолтой” буюу (III) зэргийн усны ангилалд хамаарч байгааг тодорхойлов.

### ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны ажлыг санхүүжүүлсэн ШУТСан (Төслийн дугаар ШуСс/2019/22)-д талархсанаа илэрхийлье.

### АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. Ж.Батсуурь, Ж.Гэрэлчулуун, Н.Төмөрсүх (2019). Бүсчилсэн хөгжлийн үзэл баримтлалыг шинэчлэх, өмнийн говийн хөгжлийн хөтөлбөр боловсруулах судалгаа: Усны салбар. *ХСУХАТАУЗЗ Тайлан*. УБ хот. х.3
2. Туул голын сав газар Төлөв байдлын үнэлгээний карт (2019). УБ хот. х.2
3. Г.Долгорсүрэн, Н.Чагнаа (2012). Туул голын сав газрын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө боловсруулахад зориулсан судалгааны эмхэтгэл. *Засгийн газрын хэрэгжүүлэгч агентлаг Усны газар БОНХЯ*. УБ хот. х.31
4. Т.Энхжаргал, Д.Одонцэцэг (2015). Туул голын усны чанар экосистемийн үйлчилгээнд нөлөөлөх нь. *Монгол орны Геоэкологийн асуудал. №11/13/ бүтээл*. УБ. х.86
5. Т.Энхжаргал, Д.Одонцэцэг (2017). Туул голын усны чанар, бохирдлын түвшинг тодорхойлсон судалгааны зарим дүнгээс. *Монгол орны Гидрогеологи, Инженер Геологи, Геоэкологийн асуудлууд. №25/бүтээл. ШУТИС, ГУУС*, УБ хот. х.108
6. Ч.Жавзан, Т.Энхжаргал, Д.Одонцэцэг (2014-2016). Туул голын сав газрын экосистемийн үйлчилгээний төлбөр тогтоох шинжлэх ухааны үндэслэл боловсруулах. *Суурь судалгааны ажлын тайлан. ШУА-ГТХ-Усны нөөц, Ус ашиглалтын салбар*, УБ хот.

7. Т.Булган (2008). Усны химийн шинжилгээний аргачлал. Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яам. УБ. х. 180
8. Г.Туваанжав (2006). Усны задлан шинжилгээний хими ба дүн боловсруулалт. УБ. х.304
9. MNS 4586:1998. Усан орчны чанарын үзүүлэлт. Ерөнхий шаардлага.
10. Байгаль Орчны сайд, Эрүүл Мэндийн сайдын 1997 оны 143/А-352 тоот тушаалаар баталсан “Тадаргын усны цэврийн зэргийн ангиллын норм.
11. O.Altansukh, G.Davaa (2011). Application of index analysis to evaluate the water quality of Tuul river in Mongolia. *Journal of Water Resource and Protection*, p 398-414. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2011.36050>
12. MNS 4943:2015. “Хүрээлэн байгаа орчин. Усны чанар. Хаягдал ус. Ерөнхий шаардлага”
13. Wlodzimierz Kanownik, Agnieszka Policht-Latawiec, Wioletta Fudala (2019). Nutrient Pollutants in Surface Water—Assessing Trends in Drinking Water Resource Quality for a Regional City in Central Europe. *Sustainability* 11(7), 1988. p 2-15. <https://doi.org/10.3390/su11071988>
14. Amit Kumar Maharjan, Tatsuru Kamei, Iswar Man Amatya (2020). Ammonium-Nitrogen (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) Removal from Groundwater by a Dropping Nitrification Reactor: Characterization of NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N Transformation and Bacterial Community in the Reactor. *Water* 12, 599. <https://doi.org/10.3390/w12020599>
15. А.Энхбат, П.Цогтсайхан, Г.Нямдаваа (2017-2018). Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын тайлан Байгаль Орчин, Аялал Жуулчлалын Яам. УБ. х.86.

### Water quality analysis of Tuul river around the Ulaanbaatar city area

Battulga Dariimaa, Gombosuren Odontuya, Andarai Tsiiregzen, Dolgorjav Oyuntsetseg\*, Amarjargal Ichinnorov, Ganpurev Dulamsuren, Zolboot Buyanjargal, Otgonbaatar Khureldavaa, Badгаа Amarsanaa

*Laboratory of Ecological Chemistry, Institute of Chemistry and Chemical Technology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar 13330, Mongolia.*

\*E-mail: oyuntsetsegd@mas.ac.mn

ORCID: [0000-0001-5278-1580](https://orcid.org/0000-0001-5278-1580)

Submitted: 19.04.2021

Reviewed: 21.04.2021

Accepted: 30.12.2021

**Abstract:** This study purposed to evaluate the water quality of 10 points located between the Terelj national park and the Lun soum in Tuv province along the Tuul River, depending on assessing detailed Physico-chemical and seasonal (except than winter) pollution indicators. The chemical data of water samples from the Tuul River illustrated the water type from neutral to slightly alkaline and belonged to the HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Ca<sup>2+</sup>; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Na<sup>+</sup> and HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>. The point of Terelj or, moreover, starting points water belongs to excellent water, but water mineralization in the mid of Ulaanbaatar city increased up to 1.2 times. However, mineralization, anions and cations of T6 mixed with wastewater from the Central Wastewater Treatment Plant (CWTP) increased significantly. These parameters decreased along the downstream river at T9, T10 points in the zone of Lun soum. As nutritional polluting constituents like NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P, COD concentrations met the permissibility of National Standard (MNS 4586:98) requirements at T1-T5 points in Terelj and Ulaanbaatar city. On the contrary, ranges are overrated by permissible concentration of MNS 4586:98 at T6 point mixed with wastewater from CWTP. In T9, T10 points case, nutritional pollution is being decreased gradually along the river, but natural self-treatment did not process completely. Water quality index (WQI) of Terelj and mid of the city (T1-T5 points) designated as ‘excellent’ and ‘good’ (I-II), inappropriately at the point T6 appointed as ‘very poor’ to ‘unsuitable’ water (IV-V) categories. Interestingly, T7 to T10 issues contributed as ‘poor’ to ‘very poor’ water (III-IV) categories.

**Keywords:** *Tuul river, nutrient pollution, water quality index, chemical composition*

© The Author(s). 2021 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://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.

DOI: <https://doi.org/10.5564/bicct.v4i9.1816>