

УЛААНБААТАР ХОТЫН ҮЙЛДВЭРИЙН ДҮҮРГИЙН ГАЗАР ДООРХИ УСНЫ БОХИРДЛЫН СУДАЛГААНЫ ДҮН

Д.Алтантунгалаг
МУИС

Геологи-газарзүйн сургууль

Түлхүүр үг: Газар доорхи ус, Газар доорхи усны бохирдол, “Үйлдвэр”, “Мах комбинат”-ын эх үүсвэр

Оршил

Хүн амын төвлөрөл нэмэгдэж, үйлдвэрлэл эрчимтэй хөгжиж буй өнөө үед газар доорхи усны химийн найрлагын өөрчлөлтийн асуудал хурцаар тавигдаж байна. Улаанбаатар хотын унд, ахуйн усны хэрэглээг хангадаг Туул голын хөндийн аллювийн хурдасны нэвчилт өндөр учир уг талбайд үйл ажиллагаа явуулж буй үйлдвэр, аж ахуйн хаягдал газар доорхи усны химийн найрлагад нөлөөлж буй өнөөгийн нөхцөлд ус хангамжийн газар доорхи усны бохирдолтын тархалтын судалгаа нь тулгамдаж буй асуудлын нэг юм.

Газар доорхи усны бохирдолтын тархалтын судалгааг хийснээр газар доорхи усыг бохирдлоос хамгаалах, болзошгүй хор хөнөөлөөс урьдчилан сэргийлэх, усыг зүй зохистой ашиглах боломжийг бүрдүүлэх ач холбогдолтой юм. Судалгааны талбайн талаарх мэдээллийг 3 хэсэгт хуваан үзэе.

1.Орон зайн мэдээлэл

Судалгааны талбай нь Улаанбаатар хотын баруун-өмнөд хэсэгт үйлдвэрүүдийн нягт байрласан дүүрэгт орших ба 28,4 квадрат км талбайг эзлэнэ (зураг 1). Уг районд арьс шир, ноос ноолуур, шивро, булигар зэрэг малын гаралтай түүхий эд боловсруулах үйлдвэр, архи, пиво, хиам, талх, чихэр зэрэг хүнсний үйлдвэрүүд, хуванцар, хөөсөн хавтан, бетон зуурмагийн гэх мэт барилгын материалын үйлдвэрүүд, мөн нефть бүтээгдэхүүн хадгалах, түгээх станц, цахилгаан станц зэрэг үйлдвэрүүд үйл ажиллагаа явуулж байна. Эдгээрээс ул хөрс, гадаргын ус түүнчлэн газар доорхи усыг бохирдуулж болзошгүй химийн хорт бодис хэрэглэн тухайн бодистой хаягдал гаргах үйлдвэрүүд олон байна.

Энэхүү судалгаанд үйлдвэрийн дүүргийн газар доорхи усыг бохирдуулж болзошгүй эх үүсвэрийг тогтоох, газар доорхи усны химийн найрлагын хэрхэн өөрчлөгдөж буйг тодорхойлохыг зорилгоо.



Зураг 1. Талбайн байршлын зураг

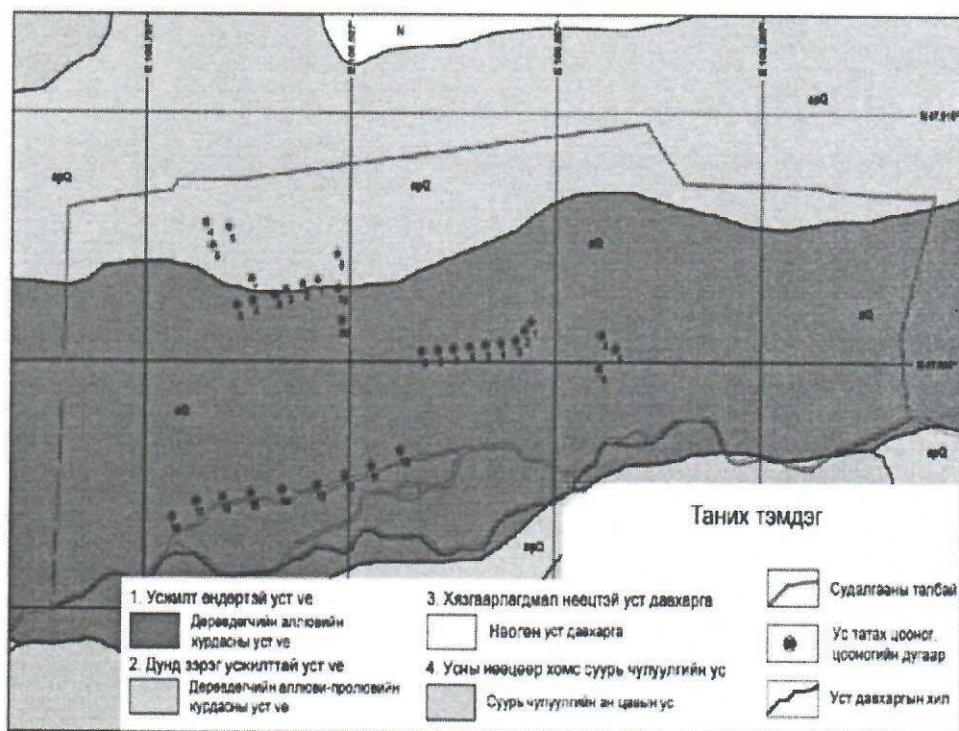
2.Талбайн гидрогеологийн нөхцөл

Талбайн уст үе нь Туул голын хөндийн аллювийн хурдсанд тархсан ба уст үе нь түрэлтгүй, чөлөөт гадаргатай, үелсэн бүтэцтэй бөгөөд эдгээр нь хоорондоо гидравлик холбоотой, зөвхөн ус агуулагч чулуулгаараа ялгаатай. Дээд үе нь том ширхэгтэй хайрга, жижиг ширхэгтэй бул чулуун хурдаснаас бүрдэх ба дүүргэгч нь элс байна. Уст үеийн зузаан нь 2-30 м, усжилт маш өндөр, цооногийн ундрага 5,30 л/сек байна. Доод үе нь шавранцар дүүргэгчтэй хайр, сайрганаас бүрдэнэ. Уст үеийн зузаан 3-20 м. Цооногийн ундрага 5-9 л/сек байна (Зураг 2).

Үйлдвэрийн район нь хэрэглээний усныхаа хэрэгцээг хоёр үндсэн эх үүсвэрээр татан хангадаг ба дулааны цахилгаан станц зэрэг томоохон байгууллагууд нь хувийн цооногуудаас усаа авч ашигладаг байна. “Үйлдвэр”-ийн эх үүсвэр нь нийт 18 цооногоос бүрдэх ба 14-16 цооног нь тогтмол үйл ажиллагаа явуулж, өдөрт дунджаар 20-26 мянган куб метр ус татдаг. Харин “Мах комбинат”-ын эх үүсвэр нь 8 цооногоос бүрддэг бөгөөд 5-6 нь тогтмол ажиллаж өдөрт 15,000 куб метр ус татдаг байна. Цооногийн дундаж гүн 31.3 м.

3.Гидрогеохимийн мэдээлэл

Улаанбаатар хотын үйлдвэрийн дүүргийн газар доорхи ус нь цэнгэг гидрокарбонат, кальцийн ион давамгайлсан байдаг. Катионы харьцаа $Ca^{+2} > Na^{+2} + K^{+2} > Mg^{+2}$, анионы харьцаа $HCO_3^{-} > SO_4^{-2} > Cl^{-}$ байсан байна. /Горимын 5-р анги 1962/ Энэ томьёолол нь үйлдвэрлэл хөгжөөгүй үед хамаатай юм. Тухайн газар доорхи усны чанарын судалгаа 1960-д оноос хойш хийгдэж байсан бөгөөд “Горимын 5-р анги” жил бүрийн тайландаа оруулж байжээ. Сүүлийн хэдхэн жилийн дотор эрчимтэй явагдаж буй хотжилт, үйлдвэржилтийн өсөлт нь тухайн дүүргийн гадаргын усанд нөлөөлсөөр байна. Энэ нь цаашид гадаргын устай гидравлик холбоо бүхий газар доорхи усны найрлаганд нөлөөлж болзошгүй юм.



Зураг 2. Судалгааны талбайн гидрогеологийн зураг.

Судалгааны арга

Өмнөх жилүүдэд хийсэн судалгааны үр дүнг цуглуулан танилцаж, хээрийн судалгаагаар маршрутаар ажиглалт хийн үйлдвэрийн дүүргийн үйлдвэрүүдийн байрлал, байдлыг үзсэн. Усны химийн зарим хэмжилтүүдийг газар дээр нь WQC-24 багажаар гүйцэтгэж, усны химийн найрлагыг тодорхойлуулах зорилгоор дээж авч лабораторт шинжлүүлсэн. Химийн шинжилгээний үр дүнг өмнөх жилүүдтэй харьцуулж, харьцуулалтын арга, усны химийн шинжилгээний үр дүнг боловсруулдаг AquaChem Pro.5.0 програм ашиглан график арга, газрын доорхи усны бохирдлын тархалтын зургийг, зураг зүйн зэрэг аргуудыг ашиглав.

Газар доорхи усыг бохирдуулагч эх үүсвэрүүд

Усан мандлын бохирдолтын эх сурвалж нь үйлдвэрлэлийн технологийн дамжлагад ашиглагдсан ус эргэж геологи орчинд, гадаргын усан мандалд зайлуулагдаж байгаа технологийн үйл явц юм [18,19].

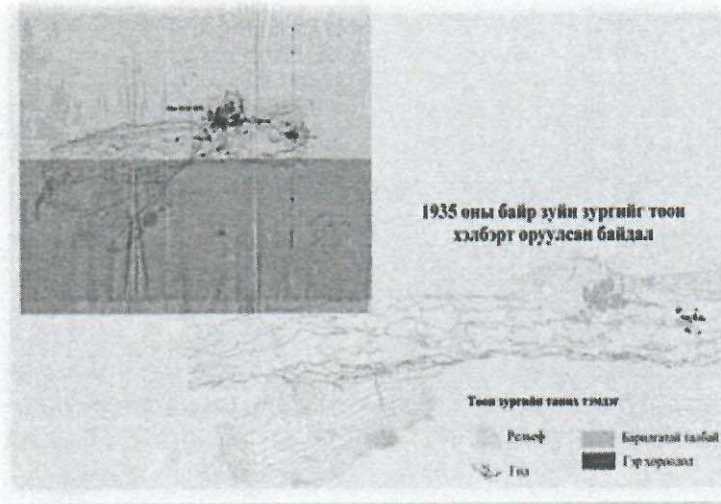
Газар доорхи усны бохирдол нь тухайн цаг үед геологи орчны физик, хими, биологийн үзүүлэлтүүд олон жилийн дунджаас илүү гарсан хэмжээгээр илэрхийлэгдэнэ [19].

Аливаа улс, орны хөгжлийн гол түлхүүр нь аж үйлдвэрийн хөгжилт байдаг ба хүмүүсийн амьдрал, үйлдвэр, аж ахуйн үйл ажиллагаанд усны ач холбогдол туйлын их. Усгүйгээр эдийн засгийн ганц ч салбар, ганц ч хот суурин оршин тогтнохгүй. Улс ардын аж ахуйд газар доорхи усыг ашиглах явдал нь түүний эрдэсжилт, найрлагаас ихээхэн шалтгаалдаг [1].

Манай орны том, жижиг үйлдвэрүүдийн 70 орчим хувь нь Улаанбаатар хотод байрладаг ба [17] судалгааны талбай дахь үйлдвэржилтийн түүхэн хөгжлийг дараах үе шатуудад хувааж үзэж болох юм.

1921-1960 үндэсний үйлдвэрлэлийн үндэс суурь тавигдсан үе.

Энэ үед судалгааны талбайд цахилгаан станц, цэмбэний фабрик, авто засварын газар, оёдлын үйлдвэр (1926), дулааны цахилгаан станц, арьс шир нэхий эдлэлийн заводуос бүрдсэн аж үйлдвэрийн комбинат байгуулагдсан (1934) [21]. Тухайн үед үйлдвэржсэн, барилгажсан талбай болон гэр хороолол маш бага байсан (Зураг 3).



Зураг 3. 1935-1937 онд ОХУ-ын эрдэмтэн Козловын зурсан Улаанбаатар хотын байр зүйн зураг /ШУА-н газар зүйн хүрээлэнгийн архив/

Энэ үед газар доорхи усны чанарт нөлөөлөх эх үүсвэр байгаагүй бөгөөд газар доорхи ус байгалийн горимтой байсан. Аллювийн хурдас дахь ус нь химийн бүрэлдэхүүний хувьд гидрокарбонат-кальцийн эсвэл натрийн, 0.06-0.1г/л эрдэсжилтэй хэт цэнгэг найрлагатай [2] байсан байна.

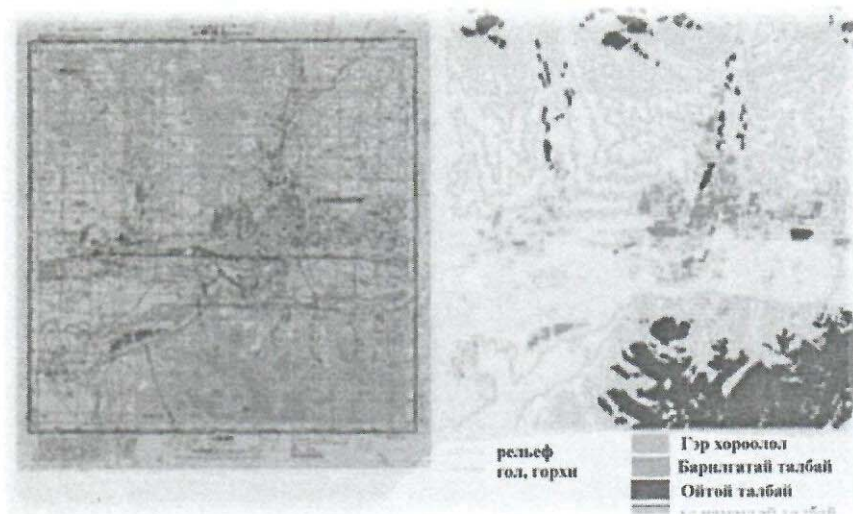
1961-1990 Үйлдвэржилтийг эрчимжүүлсэн үе

Энэ үед Улаанбаатар хотыг хөгжүүлэх II ерөнхий төлөвлөгөө гарч байсан ба судалгааны талбайн орон сууцны хороолол, архи пивоны үйлдвэр, гутал, шевроны үйлдвэр, хивсний үйлдвэр, мод боловсруулах комбинат зэрэг байгуулагдсан [21]. Түүнчлэн Улаанбаатар хотын үйлдвэрийн районд үйлвэр, орон сууцны барилга олноор бий болсон (Зураг 4). Үйлдвэрлэл эрчимтэй хөгжсөнөөр уг талбайн нутаг дэвсгэрийн газар доорхи усны химийн найрлагад өөрчлөлт орж эхэлсэн. Энэ нь үйлдвэрлэлийн нөлөөнөөс гадна хотын хүн амын өсөлттэй холбоотой байна. Учир нь ахуйн болон үйлдвэрийн бохирдлын индикатор болох нитрат, аммон, нитрит зэрэг ионууд газар доорхи усанд илэрч эхэлсэн ба тэдгээрийн усанд агуулагдах хэмжээ нь нэмэгдсээр байсан.

1961-1990 оны хооронд талбайд үйлдвэрлэл эрчимтэй хөгжиж байсан нь газар доорхи усны химийн найрлаганд хүний үйл ажиллагааны улмаас нөлөөлөх, бохирдуулах нөлөө улам нэмэгдсэн. Газар доорхи усанд агуулагдах ахуйн бохирдлыг илэрхийлэх нитратын хэмжээ үйлдвэрийн эх үүсвэрийн 9-р цооногт 1974 онд 0.23мг/л хэмжээтэй илэрч байсан бол 1980 онд 2.1мг/л, 1987 онд 3.2мг/л хэмжээтэй илэрч байсан байна. Мөн усан дахь аммоны хэмжээ 1974 онд 0.64 мг/л, 1980 онд 1.22 мг/л, 1980 онд 1мг/л хэмжээтэй илэрч байсан байна [8, 9, 10, 11, 13].

1990 оноос хойшхи үе

Зах зээлд шилжих шилжилт нь аж үйлдвэрийн салбарын бүтцийн өөрчлөлтөнд нөлөөлөх болсон [21]. Урьд өмнө төрөөс ихээхэн хамааралтай байсан аж үйлдвэрийн ихэнх салбар нь төрөөс хамаарах хамаарал нь багассан ба хоцрогдсон технологи бүхий хувийн жижиг, дунд үйлдвэрүүд олноор бий болсон.



Зураг 4. 1969 онд зурсан Улаанбаатар хотын байр зүйн зураг /ШУА-ын Информатикийн хүрээлэнгийн архив/

Үүний улмаас газар доорхи усанд ихээхэн дарамт учруулж, газар доорхи усны хомсдол, бохирдол нь анхаарал татах хэмжээнд хүрсэн.

Аж үйлдвэрийн түүхий эд маш олон төрөл бөгөөд эдийн засаг болон шинэ нээлтүүдээс хамааран түүний төрөл, чиг хандлага өөрчлөгдсөөр байгаа. Үйлдвэрлэлийн түүхий эдийн анхны эх үүсвэрүүд нь өөх тос, сахар, цардуул, мод, нүүрс, байгалийн хий зэрэг байсан бол өнөө үед олон тооны химийн болон органик бодисыг өргөнөөр ашиглах болсон байна [3].

Судалгааны үр дүн

Газар доорхи усны бохирдолт гэж аж ахуйн үйл ажиллагаагаар өдөөгдсөн усны чанарын өөрчлөлт (физик, хими, биологийн шинж чанар) нь байгаль дахь анхдагч төлөв байдал, ус ашиглах үйл ажиллагааны төрлүүдэд хэрэглэх усны чанарын нормтой харьцуулахад хэсэгчлэн болон бүрэн үл нийцэхийг хэлнэ [23].

Газар доорхи усны бохирдлын үндсэн хэлбэрүүд:

Сүүлийн үед газар доорхи усанд нөлөөлөх техноген үйлчлэл илүү түгээмэл олон төрлийн болж байгаа бөгөөд газар доорхи усны бохирдол нь анхаарал татаж байна. Газар доорхи усны бохирдлын түвшинг үнэлэхдээ улсаас тогтоосон стандарт хэм хэмжээнээс хэр зэрэг хэтэрч байна вэ гэдгээр нь авч үздэг. Газар доорхи усны бохирдлын дараах төрлүүд байна.

Газар доорхи усны химийн бохирдол

Энэ бохирдолт нь төрөл бүрийн зориулалттай усны чанарыг муутгаж байдаг. Гол төлөв химийн бохирдлын үр дүнд газар доорхи усанд хлорид, сульфат, нитрат, хүнд метал, нефтийн бүтээгдэхүүний агуулга баялаг нэмэгдэж байдаг.

Химийн бохирдол нь орчинд маш эрчимтэй хурдан тархдаг учраас учруулах үр дагавар ихтэй.

Үйлдвэрийн янз бүрийн салбарын бохир ус төрөл бүрийн химийн бодисоор ихээхэн бохирдогдсон байх бөгөөд үйлдвэрлэлийн технологийн процесст олон төрлийн бохир ус ирдэг байна.

Усны нитратын бохирдол

Байгалийн усан дахь аммиак буюу аммонийн ион, нитрит буюу азотлог ион, нитрат буюу азот хүчлийн ион нь уургийн гаралтай задралын эцсийн бүтээгдэхүүн юм. Уургийн гаралтай бодисын задралын дүнд эхлээд аммиак үүсч, дараа нь *Nitrosomonas* нитрофикаци үүсгэдэг бактерийн ферментийн нөлөөгөөр хүчилтөрөгчийн оролцоотой исэлдэн, азотлог хүчлийн ион нитрит үүснэ. Нитрит нь нитробактерийн ферментийн нөлөөгөөр азотын хүчлийн ион нитрат болох ба ургамал амьтны гаралтай уураг задрах явцад нитратаас дахин аммиак үүснэ [16].

Дээрх үзүүлэлтүүд дангаараа буюу хамт илрэхэд тухайн усны бохирдолтыг хугацаа буюу давтамжаар нь тодорхойлон дүгнэх боломжтой байдаг. Унд ахуйн усанд аммиак илрэх нь ус уургийн гаралтай бодисоор саяхан бохирдсоныг илэрхийлнэ. Хамгийн тогтворгүй нь нитритийн ион бөгөөд аммиак, нитрит хамтдаа илрэх нь шинэхэн бохирдолтыг илэрхийлнэ. Азотын нэгдлийн хувирлын зэрэгцээ усны микрофлорын бүтэц өөрчлөгдөж эмгэг төрөгч нянгууд үхэх процесс явагдана. Сайн чанарын усанд аммонийн ион, нитрит байх ёсгүй бөгөөд илэрсэн тохиолдолд бохирдлын эх үүсвэрийг заавал тогтоох шаардлагатай гэж үздэг. Нитрат нь гэр хорооллын жорлонгийн нөлөөнөөс гадна ургамал, амьтны гаралтай бохирдуулагч эх үүсвэрээр нилээд эрт бохирдсоныг илэрхийлнэ. Ус азотын нэгдлээр бохирдсоноос хойш хэдийчинээ их хугацаа өнгөрнө, төдийчинээ нитратын хэмжээ ихэснэ.

Газар доорхи усны биологийн бохирдол

Хүн ам шигүү суурьшсан ахуйн бохирдол ихтэй газар нутгуудад төрөл бүрийн хог хаягдал агуулах нүх, булш зэргээс шалтгаалан бактер, вирус хэлбэртэй амьд организм газар доорхи усанд нэвтэрч бохирдол үүсгэдэг. Түүнээс гадна нефтийн бохирдол ихтэй газарт эдгээр амьд организмын микробиологийн үйлчлэл идэвхжиж эхэлдэг.

Газар доорхи усны дулааны бохирдолт

Дулааны бохирдолт нь усны температур нэмэгдсэнтэй холбоотой. Усны холилдолтын эрчим ихсэж, усанд дахь химийн найрлага өөрчлөгдөн азоб болон анаэроб бактерийн сарнилт явагдан хүхэрт устөрөгч, метан зэрэг хорт хийнүүд ялгардаг. Механик бохирдолд янз бүрийн механик хольц, элс, хайрга, шавар, хог хаягдал, мод бэлтгэлийн үлдэгдэл, аж үйлдвэрийн болон ахуйн хаягдал зэрэг орно. Эдгээр нь загас болон гидробионтуудын амьдрах орчныг өөрчлөн усны экосистемийг муутгадаг.

Газар доорхи усны цацраг идэвхит бохирдол

Дээр үед газар доорхи усны цацраг идэвхит бохирдол нь зөвхөн байгалийн явцын үр дүнд үүсэж, цацраг идэвхит чулуулаг болон хүдэр тархсан нутагт ажиглагддаг байсан. Өнөө үед үйлдвэрлэл болон цөмийн эрчим хүчтэй холбоотойгоор ихээхэн ажиглагдах болсон байна [5].

Талбайн хөрсний бохирдол: Усны эх үүсвэрүүдийн нөөцийг хомсдол, бохирдолтоос хамгаалах асуудал чухлаар тавигдаж буй өнөө үед ШУА-ийн газар зүйн хүрээлэн Улаанбаатар хотын ундны усны Төвийн эх үүсвэр орчмын газрын хөрсний бохирдолтын судалгааг 2004 онд хийсэн байна. Энэхүү судалгаанд Их тэнгэрийн гүүрний хойд хэсгийн татмын дэвсгэр нутаг болох 40 км² орчим нутагт нийт 93 гүний худаг байршсан талбай хамрагджээ. Энэ судалгааны дүнгээс үзэхэд

ундны усны төвийн эх үүсвэр дээр ахуйн болон барилгын хатуу хог хаягдал маш ихээр хуримтлагдсан байна. Нийт 10-12 га газрыг хамарсан 25-30 мян.м³ орчим шороо, 30% орчим нураасан барилгын бетон, тоосгоны хаягдал, 20 тн орчим ахуйн гаралтай хог хаягдал байна. Хөрсний нянгийн бохирдол дунд зэрэг. Нянгаар бохирдоогүй цэвэр хөрс илрээгүй. Нийт хөрсний 27,9% нь бага бохирдолтой, 48,8 % нь бохирдолтой, 23,3% нь их хэмжээний бохирдолтой байна. Хойд талын худгуудаар арай илүү байгаа нь хог хаягдал хүний үйл ажиллагаатай холбоотой байна [24].

Улаанбаатар хотын үйлдвэрийн районы хөрсний хүнд металлын дундаж агууламж нь Cu-47.4 мг/кг, Zn-60.4 мг/кг, Pb-69.1 мг/кг, Ni-27 мг/кг, Co-7.39 мг/кг, Cr-54.4, Hg-0.12 мг/кг зэрэг хэмжээтэй байна [24].

Улаанбаатар хотын цасны бохирдол: Цасан дахь хатуу хэсгийн агууламж ба уусмалын эрдэсжилтээс үзэхэд хотын нутаг дэвсгэрт тоосжилт маш их байна. Гэр хороололд хамгийн их бохирдолтой, харин орон сууцны хороололд арай бага байна. Цасан дахь макро элементийн агууламж дараах эгнээг үүсгэнэ [24].
Al>Ca>Fe>K>Na>Mg>S>Ti>P>Mn (2008)

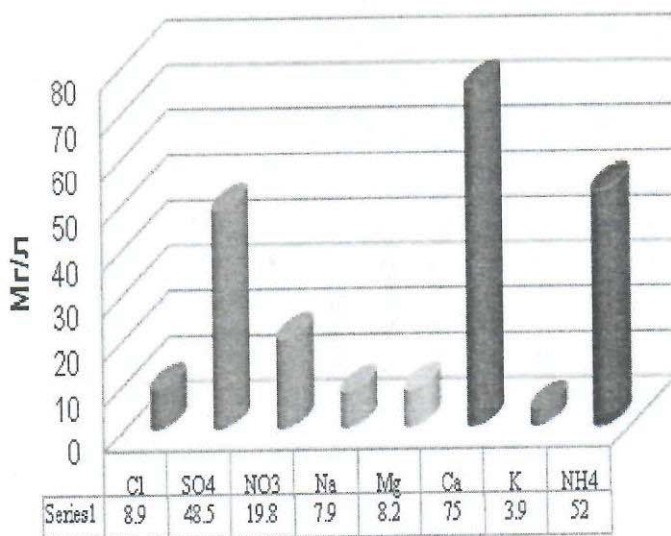
Улаанбаатар хотын хур тунадасны усны химийн найрлага: Хур тунадас нь агаарын найрлага дахь уусамтгай хийнүүд болон тоосонцорыг угааж зайлуулахад чухал үүрэг гүйцэтгэнэ. Улаанбаатар хотын хувьд хур борооны усны рН-ын хэмжээ харьцангуй өндөр байгаа нь ул хөрсний найрлага, хөрсний элэгдлийн зэрэгтэй холбоотой төдийгүй хүчиллэг бохирдуулагчдын зэрэгцээгээр барилгын материалын үйлдвэрлэлээс ихэвчлэн ялгарах, саармагжуулах үйлчилгээтэй CaCO₃ –ын хаягдал их байдагтай холбоотой гэж үзэж болно [25].

Борооны усны эрдэсжилт нь агаар дахь бохирдуулах бодисын агууламж, угаагдлын зэрэг, хур тунадасны хэмжээ, тунадас унах үеийн салхины хүч зэргээс ихээхэн хамааран хэлбэлзэдэг байна. Харьцангуй хуурайшилттай 5, 6-р сард их байснаа бороо хур элбэгшихийн хэрээр буурч, 7, 8-р сард хамгийн бага хэмжээнд хүрэх ба 9, 10-р сараас эргээд эрдэсжилт нь ихсэж байна [25]. Борооны усны гол ионуудын агууламжыг доор харуулав (Зураг 5).

Улаанбаатар хотын хур тунадасны найрлагад катионы ионоос кальцийн ион давамгайлж байна. Харин анионоос сульфатын ион давамгайлж байгаа боловч ионы балансд гарч байгаа зөрүүгээс карбонатын ион ихээхэн хувийг эзэлж байна [25].

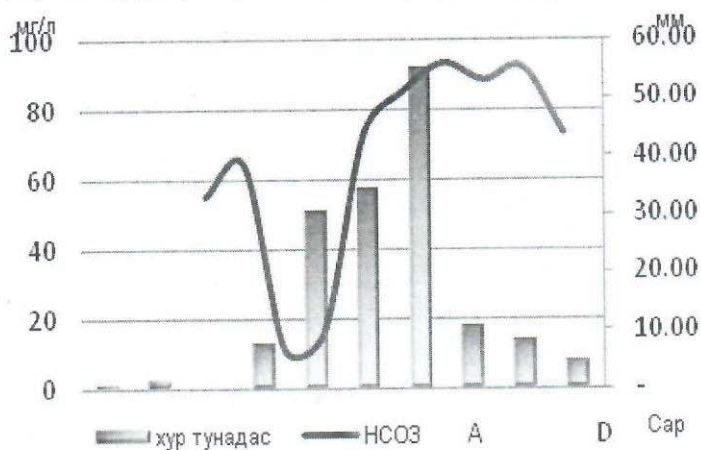
Тухайн талбайн хотгор гүдгэр, хөрс, ургамлын бүрхэвчийн төрөл зүйлээс хамааран хур тунадасны 5-20% нь газар доорхи усны тэжээмж болдог [27]. Хотуудын геологи орчин бохирдож байгаа нь газар доорхи усны бохирдлыг эрс нэмэгдүүлж байна. Улаанбаатар хотын үйлдвэрийн роайонд тархсан газар доорхи усны эрдэсжилт 0.6-1.7г/л болтол ихсэж мөн нефтийн бүтээгдэхүүн, 1-5мг/л, фенол 0.008-0.068мг/л хэмжээгээр илрэх болжээ [26].

Газар доорхи усны тэжээмж тухайн талбайн нэвчилтийн хэмжээтэй тэнцүү



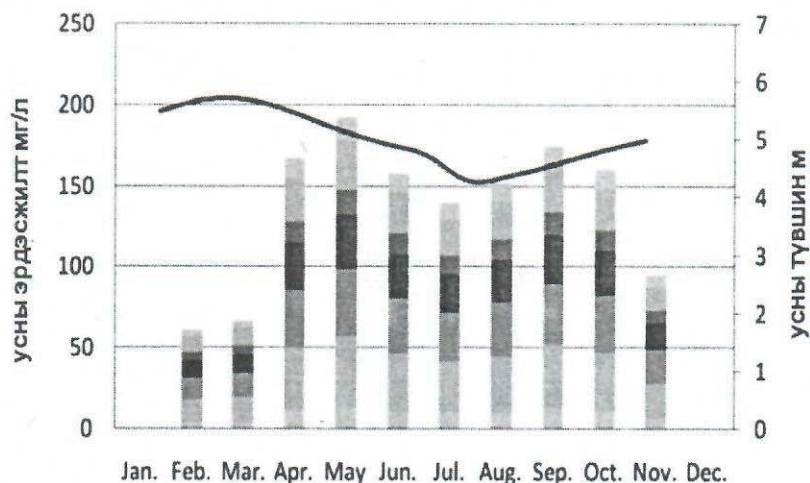
Зураг 5. Борооны усны химийн найрлага (2000 он)

байна. Хур тунадасны ус нь региональ газар доорхи усны системтэй нэгдэхгүйгээр уурших, жижиг хотгор луу урсах, шүүрэлт багатай үе рүү шүүрэн орох гэх мэтээр бүх ус газар доорхи усны түвшинд хүрдэггүй [27].



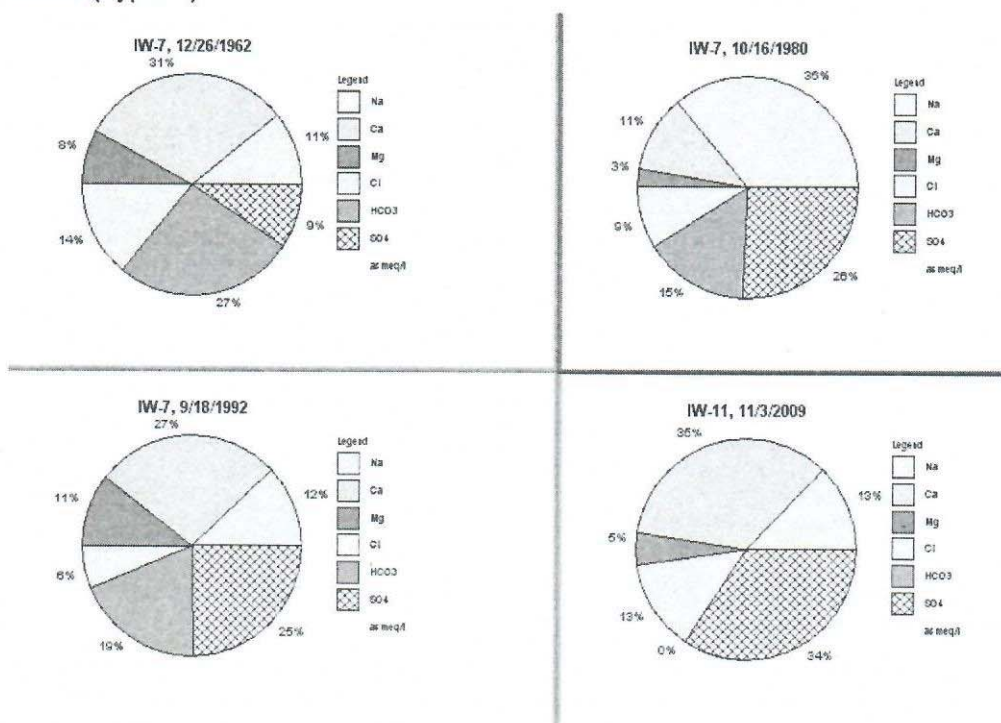
Зураг 6. Газар доорхи усан дахь HCO_3 болон хур тунадасны хэмжээний хамаарал /1996 он/

1996 онд орсон хур тунадасны хэмжээ нэмэгдэж 10 мм-ээс 91 мм болж байхад усанд агуулагдах гидрокарбонатын агуулга мөн ихэсч 9.4-52 мг/л хэмжээтэй болж байна (Зураг 6). Хур тунадас их байхад гидрокарбонатын хэмжээ их байгаа нь газар доорхи ус нь хур тунадастай нягт холбоотойг харуулж байна. Энэ нь газар доорхи усыг гидрокарбонатаар баялаг гадаргын ус тэжээхээс гадна хур тунадасны ус тэжээж буйг харуулж байна. Тиймээс үйлдвэрийн районд янз бүрийн усанд уусах бодисын агуулга бүхий хаягдал нь хур тунадасны усаар угаагдан газрын доорхи усанд орж болох юм.



Зураг 7. Газар доорхи усны түвшин, эрдэсжилтийн хамаарал /1996 он/

Газар доорхи усны түвшин хур тунадас ихтэй 7, 8-р сард 4.1 м, эрдэсжилт 137 мг/л байсан бол 2, 3-р сард усны эрдэсжилт 60 мг/л, газар доорхи усны түвшин 6.2 м байна (Зураг 7).



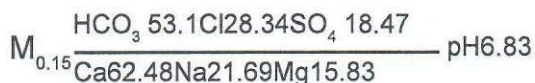
Зураг 8. Газар доорхи усны химийн найрлагын харьцуулсан байдал /1962-2009/

Судалгааны талбайн газар доорхи усны химийн найрлага байгалийн нөхцөлдөө буюу 1962 онд гидрокарбонат-кальци-хлорын найрлагатай ус байсан байна (Зураг 8).

ГАЗАР ДООРХИ УСНЫ БОХИРДЛЫН СУДАЛГААНЫ ДҮН

Газар доорхи усны химийн найрлагыг дүрслэх хамгийн энгийн бөгөөд түгээмэл хэрэглэх арга нь Курловын томъёо буюу усны найрлагын томъёо юм [15].

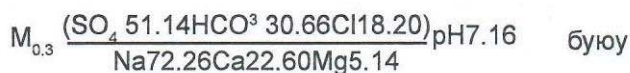
1962 оны 12 сард үйлдвэрийн эх үүсвэрийн 7-р цооногоос авсан усны шинжилгээний үр дүнг Курловын томъёогоор бичвэл:



буюу С.А Щукарев-Н.Н Славяновын ангилалаар А бүлгийн 22-р ангийн ус буюу А22 байна.

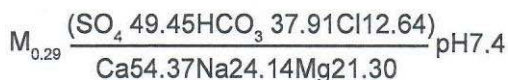
О.А Алекины ангилалаар гидрокарбонатын ангийн кальцийн бүлгийн II төрлийн ус буюу IIICa байсан байна. Гидрокарбонат-хлор-кальцийн найрлагатай ус.

Харин 1980 оны өмнөх оныхтой ижил хугацаанд авсан тус худгийн усны шинжилгээний дүн нь



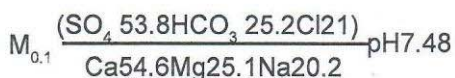
С.А Щукарев-Н.Н Славяновын ангилалаар А бүлгийн 14-р ангийн ус буюу А14 байна. О.А Алекины ангилалаар сульфатын ангийн натрийн бүлгийн II төрлийн ус буюу IIINa болсон байна. Сульфат-гидрокарбонат-натрийн найрлагатай ус.

1992 онд уг газар доорхи усны химийн найрлага нь Сульфат-Гидрокарбонат-кальцийн найрлагатай болсон байна.



С.А Щукарев-Н.Н Славяновын ангилалаар А бүлгийн 8-р ангийн ус буюу А8 байна. О.А Алекины ангилалаар сульфатын ангийн кальцийн бүлгийн II төрлийн ус буюу IIICa болсон байна.

2009 онд өөрийн биеэр үйлдвэрийн эх үүсвэрийн худгаас дээж авч шинжлүүлсэн үр дүнгээс үзэхэд Сульфат-гидрокарбонат- кальци-магнийн найрлалтай ус болсон байна.

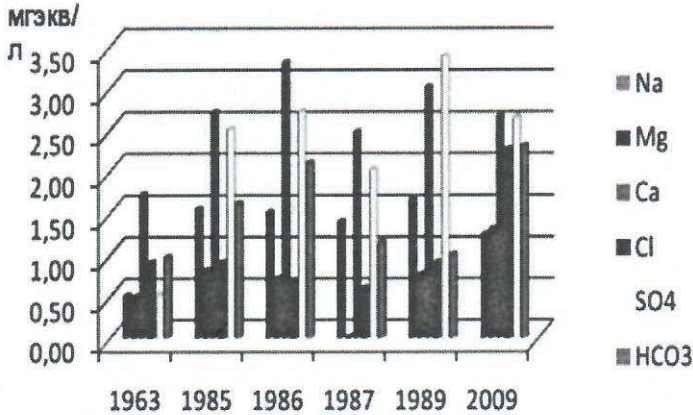


Судалгааны талбайн газрын доорхи ус нь байгалийн горимын үед хэт цэнгэг HCO₃-Cl-Ca-ын найрлагатай ус байсан бол үйлдвэрлэл хөгжихийн хирээр найрлага нь өөрчлөгдөн SO₄-HCO₃-Ca-Mg-ийн найрлагатай болж усны химийн ангилалын бүлгийн хувьд өөрчлөгдөөгүй харин усны химийн анги нь гидрокарбонатаас сульфат болж өөрчлөгдсөн байна.

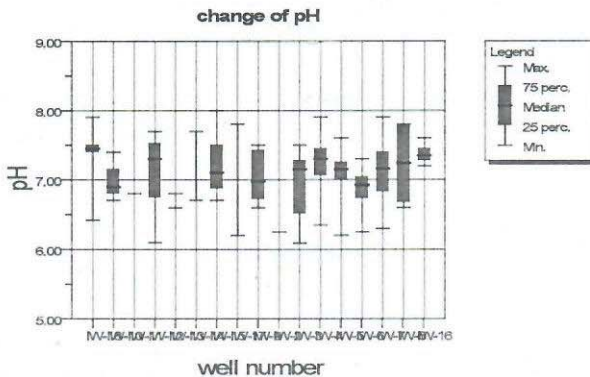
Газар доорхи усанд сульфат бий болох үндсэн эх үүсвэр нь давслаг хурдсын гипс уусах, төрөл бүрийн хүхрийн хүдрээс шалгаалахаас гадна органик нэгдэлд агуулагдах хүхэр техноген процессын улмаас газар доорхи усанд сульфат ион үүсэх шалтгаан болдог [15]. Хүхэр нь 385 эрдсийн найрлагад оролцдог.

Энэ нь хүхрийн хүчил, сульфат зэрэг бодис хэрэглэж буй үйлдвэр, аж ахуйн нэгжээс шалтгаалан өөрчлөгдөж байна гэж үзэж байна. Тухайлбал: судалгааны талбайд 1993 оны байдлаар 11 арьс шир боловсруулах үйлдвэр [7] байсан бол 2009 оны байдлаар 30 орчим болсон байна. Үүнээс гадна талбайд дулааны цахилгаан станц байрладаг ба хаягдал үнсэнд их хэмжээний SO₄ агуулагддаг нь бас нэг бохирдуулах эх үүсвэр болж байна.

Газар доорхи усанд агуулагдах сульфатын хэмжээний нэмэгдэл нь үйлдвэрүүдийн үйл ажиллагаа, хаягдалтай холбоотой гэж үзэж байна.



Газар доорхи усанд зөвхөн сульфатын ион давамгайлаад зогсогүй хлорын ионы хэмжээ 1989 онтой харьцуулахад 2009 оны усны химийн шинжилгээний дүнгээр эрс нэмэгдсэн байна. Энэ нь газар доорхи усны найрлагад үйлдвэрүүдийн нөлөөллөөс гадна газар доорхи усны чиглэлээс хамаараад талбайн хойд хэсэгт байрлах гэр хороололын нөлөө их буйг харуулж байна (Зураг 9).

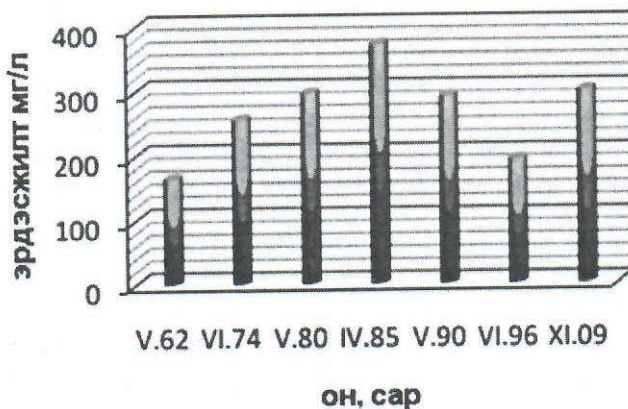


Зураг 10. Үйлдвэрийн эх үүсвэрийн худгуудын газар доорхи усны pH-ийн хэлбэлзэл

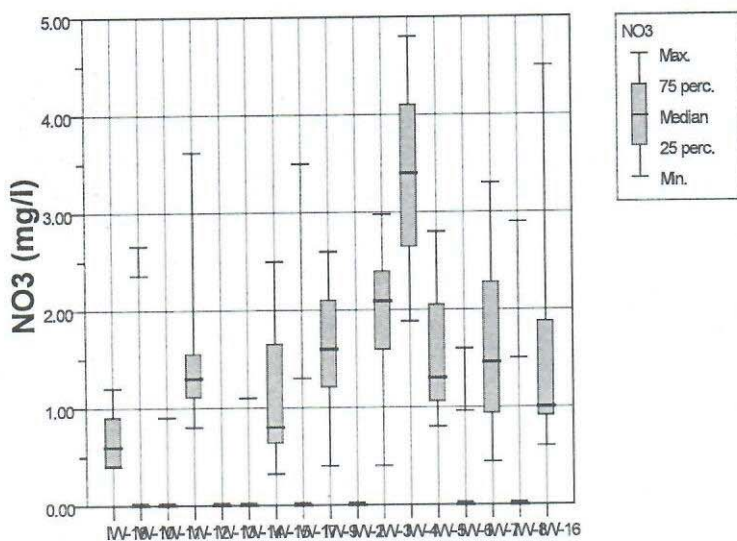
Газар доорхи усны pH ихэвчлэн 1.8-11.0-ын хооронд хэлбэлзэх боловч голдуу 5-8-ын хооронд байна [15]. Үйлдвэрийн районы газрын доорхи усан дахь pH нь 6-8-ын хооронд хэлбэлзэлтэй буюу ундны усны стандартад тохирсон байна (Зураг 10).

ГАЗАР ДООРХИ УСНЫ БОХИРДЛЫН СУДАЛГААНЫ ДҮН

Газар доорхи усны байгалийн горимын үед эрдэсжилт нь хамгийн бага 1962 онд 165.2 мг/л, 1974 онд 256 мг/л, 1980 онд 297.5 мг/л, 1985 онд 372.4 мг/л, 1990 онд 291.8 мг/л, 1996 онд 192.6 мг/л, 2009 онд 300мг/л болсон байна (Зураг 11). Газар доорхи усны эрдэсжилтийн хэмжээ нь хотжилт болон үйлдвэржилттэй холбоотойгоор нэмэгдэж байна.



Зураг 11. Газар доорхи усны эрдэсжилтийн өөрчлөлт



Зураг 12. Үйлдвэрийн цооногуудаас илэрсэн нитратын хэмжээний интервал

Дээрх зургаас (Зураг 12) харахад үйлдвэрийн цооногуудад нитрат нь 0.1-4.9 мг/л хэмжээтэй илэрч байсан бөгөөд Туул голын голидролтой ойр 10, 11, 13-р цооногуудад маш бага 0.9 мг/л, 1.1 мг/л, 0.4 мг/л хэмжээтэй тохиолдож байна. Туул голоос тэжээмж авч байгаа улмаас усан дахь нитратын концентраци нь багассан байна.

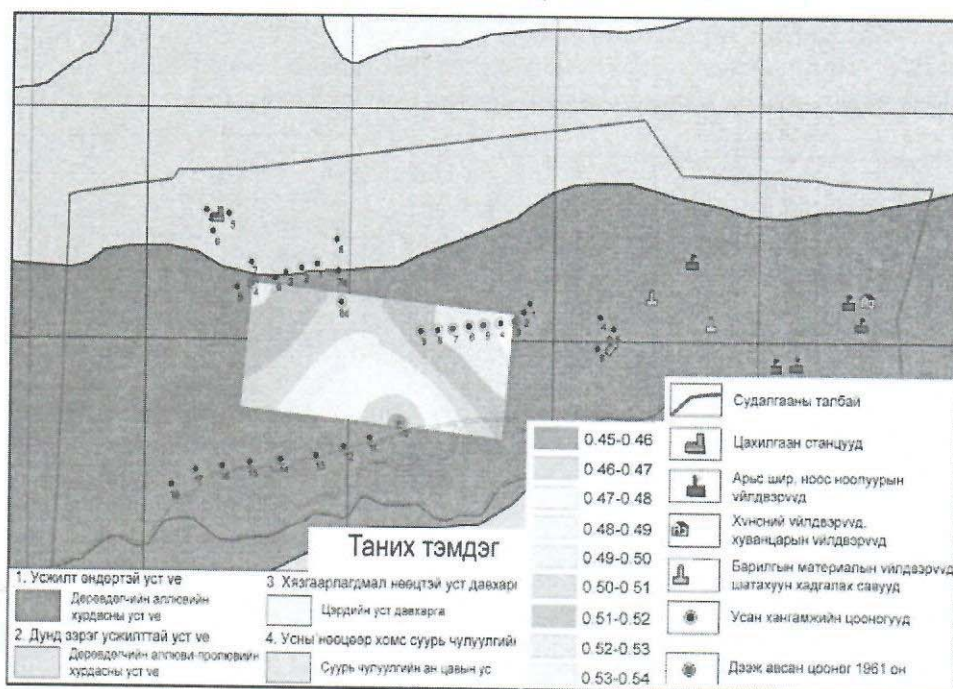
Газар доорхи усны бохирдлын тархалт

Хотын районы нутаг дэвсгэрт газар доорхи усны бүхий л төрлийн бохирдолт ажиглагдах ба үйлчилсэн түвшний хувьд өөр байж болох юм. Энэ бохирдлын үндсэн эх үүсвэр нь үйлдвэрийн болон ахуйн хог хаягдал, шатах тослох материал, дулааны шугам сүлжээ зэрэг юм. Хот суурин байрласан газар усны балансын дахин хуваарилалт бий болно. Усны ууршилт болон хур тунадасны нэвчилт багасдаг ба үүнтэй хамт техноген тэжээгдэл буюу дулааны шугам сүлжээний хоолойноос ус алдагдаж эхэлнэ. Үүнээс шалтгаалан газар доорхи усны найрлага өөрчлөгдөх, тархалт нь мөн адил өөрчлөгдөж эхэлнэ.

Үйлдвэрийн районы газар доорхи усны химийн найрлагын хувьд байгалийн нөхцөлдөө $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ -ын найрлагатай ус байсан бол үйлдвэрлэл хөгжих явцад түүнд нөлөөлөн найрлага нь $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ -ийн болж усны химийн ангилалын бүлгийн хувьд өөрчлөгдөөгүй харин усны химийн анги нь гидрокарбонатаас сульфат болж өөрчлөгдсөн байна.

1962 онд үйлдвэрийн районы газар доорхи усанд агуулагдах сульфатын хэмжээ бага буюу үйлдвэрийн эх үүсвэрийн 3-р цооногт 0.54 мг-экв/л, 5-р цооногт 0.52 мг-экв/л, 7-р цооногт 0.52 мг-экв/л, 10-р цооногт 0.46 мг-экв/л мах комбинатын эх үүсвэрийн 4-р цооногт 0.52 мг-экв/л хэмжээтэй илэрч байсан байна (Зураг 13).

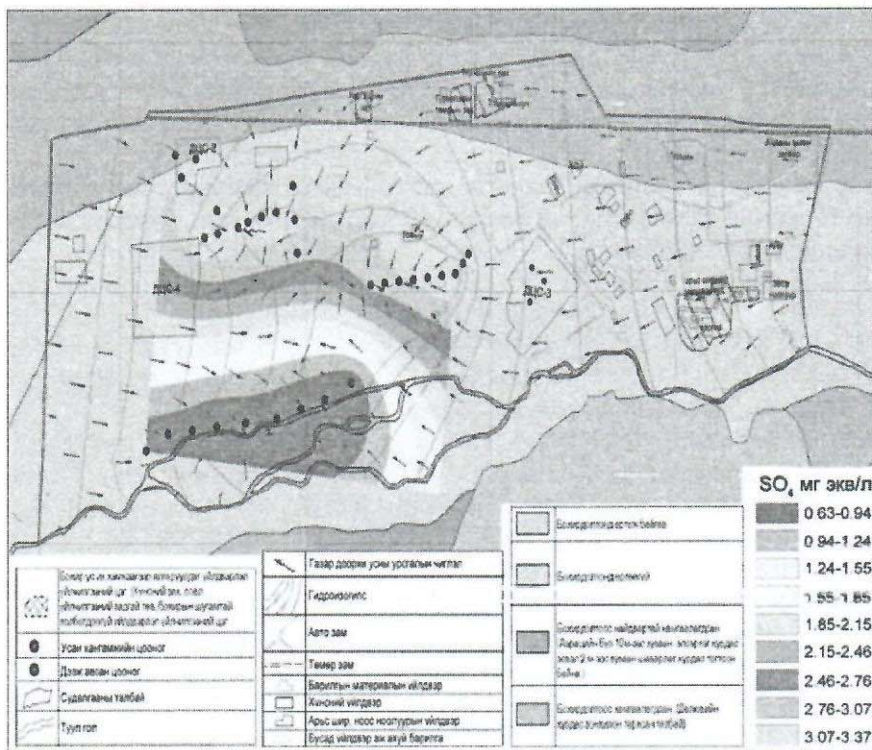
Газар доорхи усанд агуулагдах SO_4 -ийн тархалтын зураг (мг экв/л)



Зураг 13. 1962 оны газрын доорхи усанд агуулагдах сульфатын тархалтын зураг(мг-экв/л)

Тухайн үед судалгааны талбайд цахилгаан станц, цэмбэний фабрик, авто засварын газар, оёдлын үйлдвэр, дулааны цахилгаан станц, арьс шир нэхий эдлэлийн заводуос бүрдсэн аж үйлдвэрийн комбинат байсан [28] бөгөөд газар доорхи усны чанарт нөлөөлөх элдэв төрлийн хог хаягдал, бохирдуулагч бага байсан.

2009 онд газар доорхи усан дахь сульфатын хэмжээ үйлдвэрийн 3-р цооногт 162.24 мг/л, 10-р цооногт 30.72 мг /л, мах комбинатын эх үүсвэрийн 3-р цооногт 173.28 мг-экв/л (Зураг 14) хэмжээтэй илэрсэн байна. Энэ нь 1962 оныхтой харьцуулахад усан дахь сульфатын агуулга 7 дахин нэмэгдсэн байна. 1962 онд сульфатын тархалт нь бага талбайд бага концентрацитай тархаж байсан бол 2009 онд усны урсгалын чиглэлийн дагуу тархалт нь нэмэгдэж, усанд агуулагдах хэмжээ нь ихэссэн байна.



Зураг 14. 2009 оны усанд дахь сульфатын агуулгын тархалт

Ерөнхий дүгнэлт

Судалгааны талбай байрлах Туул голын хөндийн аллювийн уст давхаргын шүүрэлтийн дундаж коэффициент 59м/хоног буюу нэвчилт өндөртэй, дээрээсээ ус үл нэвтрүүлэх хурдсаар хучигдаагүй учир бохирдолтонд өртөмтгий шинжтэй.

Судалгааны талбайн газрын доорхи ус нь байгалийн горимын үед хэт цэнгэг HCO₃-Ca-ын, Na-ийн найрлагатай ус байсан бол үйлдвэрлэл хөгжихийн хирээр найрлага нь өөрчлөгдөн SO₄-HCO₃-Ca-Mg-ийн найрлагатай болж усны химийн ангилалын бүлгийн хувьд өөрчлөгдөөгүй харин усны химийн анги нь гидрокарбонатаас сульфат болж өөрчлөгдсөн байна.

Усанд агуулагдах сульфатын ионы агуулга тухайн талбайд үйл ажиллагаа явуулж буй хүхрийн хүчил, сульфид, хүхэрт натри, төмрийн польсульфид зэрэг бодисууд их хэмжээгээр ашигладаг үйлдвэрүүдээс шалтгаалж байна. Судалгааны талбайд 1993 оны байдлаар 11 арьс шир боловсруулах үйлдвэр байсан бол 2009 оны байдлаар 30 орчим болсон байна.

Газар дорхи усны сульфатын агуулгаас гадна горимын үед усанд агуулагдах нитрат 1974 онд 0.23мг/л хэмжээтэй илэрч байсан бол 2009 онд 8.7 мг/л, магни

1962 онд 6мг/л хэмжээтэй байсан бол 2009 онд 32мг/л хэмжээтэй, эрдэжилт 0.1 г/л-ээс 0.5г/л хэмжээтэй болж өөрчлөгдсөн байна. Энэ нь үйлдвэржилт, хотжилтийн хөгжилтэй шууд холбоотой юм.

Газар доорхи усны бохирдолт нь урсгалын чиглэлээс хамаараад үйлдвэр болон мах орчмын үйлдвэрүүдээс шалтгаалан орж ирж байгаа ба голын голидролоос 0.1-0.18км зайд байгаа “Үйлдвэр”-ийн цооногуудад голын голидролоос 1.8км зайд байгаа “Мах комбинат”-ын цооногуудад илэрч буй бохирдлын хэмжээ бага байгаа нь газар доорхи ус нь голын уснаас тэжээл авч байгаатай холбоотой байна.

Газар доорхи усны бохирдлын эх үүсвэр болсон үйлдвэрүүдийн технологийг боловсронгуй болгох, хортой химийн бодисоор баялаг хаягдал гаргах үйлдвэрүүдийн хаягдал усыг төв цэвэрлэх байгууламжид нийлүүлэхээс өмнө урьдчилан цэвэрлэх зайлшгүй шаардлагатай байна.

Газар доорхи усны горимын техноген өөрчлөлтийг хянах систем байдаггүй бөгөөд мониторингийн сүлжээ зохион байгуулж, газар доорхи усны чанарыг тогтмол хянаж байх шаардлагатай байна.

Зохиол

- Батсүх Н, 1990**, Гидрогеологийн шинжлэх ухааны хөгжил, хуу-31-34
- Өнөдэлгэр.Т, Банзрагч.Б, 1993**, Улаанбаатар хот орчимд 1990-1992 онуудад явуулсан гидрогеологийн иж бүрдэл, эрлийн ажлын тайлан
- Hounslow.W, 1995**, Water Quality Data, CRC Press, Inc, p 6-54.
- Allan Freeze.R, John Cherr.A, 1977**, GROUNDWATER p 413-424
- Питьева Е.К, 1978**, Гидрогеохимия, Москва
- Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии, 1990**, Методы региональных гидрогеологических исследований, Москва
- Japan International Cooperation Agency (JICA), 1995**, The study on water supply system in Ulaanbaatar and its surroundings
- Төвийн Геологийн экспедицийн геологи хайгуулын 5-р анги, 1963**, Улаанбаатар хотын газрын доорхи усны горимын судалгааны тайлан. Улаанбаатар
- Төвийн Геологийн экспедицийн геологи хайгуулын 5-р анги, 1981**, Улаанбаатар хотын газрын доорхи усны горимын судалгааны тайлан. Улаанбаатар
- Төвийн Геологийн экспедицийн геологи хайгуулын 5-р анги, 1983**, Улаанбаатар хотын газрын доорхи усны горимын судалгааны тайлан. Улаанбаатар
- Төвийн Геологийн экспедицийн геологи хайгуулын 5-р анги, 1985**, Улаанбаатар хотын газрын доорхи усны горимын судалгааны тайлан. Улаанбаатар
- Төвийн Геологийн экспедицийн геологи хайгуулын 5-р анги, 1986**, Улаанбаатар хотын газрын доорхи усны горимын судалгааны тайлан. Улаанбаатар
- Төвийн Геологийн экспедицийн геологи хайгуулын 5-р анги, 1987**, Улаанбаатар хотын газрын доорхи усны горимын судалгааны тайлан. Улаанбаатар
- Өнөржаргал.Д, Гэрэлчулуун.Д, Баттөмөр.Р, Энхтуяа.М, 1996**, 1996 онд

- хийгдсэн “Газар доорхи усны мониторингийн сүлжээ” даалгаварт ажлын жилийн үр дүнгийн тайлан
- Алей М, Батсүх Н, 1999**, Гидрогеологийн лаборатори дадлагын ажлууд, Улаанбаатар
- Батсүх.Н, 2003**, Гидрогеологи
- Sarantuyaa.Z, Borhculuun.U, and Munkhtuyat.Sh, 2004**, Reserves, Consumption and Contamination of groundwater in Ulaanbaatar, Mongolia, Atlas of Urban Geology, page-445
- Батсүх Н, 2000**, Геоэкологи ба байгаль хамгаалал, Улаанбаатар
- Батсүх Н, 2002**, Геоэкологи, Улаанбаатар
- Должинсүрэн Д, 2004**, Улаанбаатар хотын газар доорхи усны гидрогеохимийн судалгаа/магистрын зэрэг горилсон бүтээл/
- Хүүхэд залуучуудын нэвтэрхий толь I, 1983**, Улсын хэвлэлийн газар, Улаанбаатар
- AquaChem v.5.0 Manual Demo tutorial, 2005**
- Хөхөө П, 2009**, Сайншандын гидрогеологийн ай савын геофизик-гидрогеологийн нөхцөл, хуу-91-100
- Батхишиг.О, Энх-Амгалан.С нар, 2009**, Улаанбаатар хотын хөрсний бохирдолт, Нийслэлийн хөгжил-Шинжлэх ухаан, технологи. хуу-210
- Булган Т, 2003**, Монголын төв бүсийн хүчиллэг борооны судалгаа, Ус, цаг уур, экологийн асуудлууд, хуу-134-138
- Батсүх Н, 1999**, Нутгийн ус, Улаанбаатар, ху-35-38
- Буюнхишиг Н, 2008**, Улаанбаатар хотын ус хангамжийн “Төв” эх үүсвэрийн гидрогеологийн нөхцөлийг загварчлах нь /Докторын зэрэг горилсон зохиол/ ху-43-76