



МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ
ШИНЖЛЭХ УХААНЫ СУРГУУЛЬ
ГАЗАРЗҮЙН ТЭНХИМ

Газарзүйн асуудлууд

Geographical Issues

Volume 23 (2)

ISSN: 2312-8534

2023

Улаанбаатар хот

Хот, суурин газрын суурьшлын бүсийн инженер геоморфологийн тохиромжтой байдлын шалгуур үзүүлэлт боловсруулах асуудалд

In the problem of setting engineering geomorphological suitability criteria for urban and settlement zone

©Энхболд Алтанболд¹, Хөхөөдэй Уламбадрах^{2*}, Галсанцэвэл Амарбат², Ядамсүрэн Гансүх³, Гантөмөр Бямбахуу¹, Батзул Хишигдорж¹

Altanbold Enkhbold¹, Ulambadrakh Khukhuudei^{2*}, Amarbat Galsantsevel², Gansukh Yadamsuren³, Byambakhuu Gantumur¹, Khishigdorj Batzul¹

¹Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Монгол Улс

²Геологи-Геофизикийн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Монгол Улс

³Экологийн тэнхим, Агроэкологийн сургууль, Хөдөө Аж Ахуйн Их Сургууль

¹Department of Geography, School of Art and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar 210646, Mongolia

²Department of Geology and Geophysics, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar 210646, Mongolia

³Department of Soil Science, School of Agroecology, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar 17024, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: ulambadrakh@num.edu.mn

*Corresponding author: ulambadrakh@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2023.03.26

Засварласан: 2023.07.22

Зөвшөөрөгдсөн: 2023.07.31

Хураангуй

Монгол орны хувьд инженер геологийн нөхцлийг тооцож ирсэн боловч инженер геоморфологийн асуудлыг хот, суурин газрын төлөвлөлтөнд төдийлөн ашиглаж байгаагүй. Энэ судалгаанд инженер геоморфологийн тулгамдсан асуудлуудын нэг болох халианы асуудлыг хөндсөн. Судалгаанд Эгийн голын хөндийн геоморфологи, геологи, тектоник, гидрогеологи, инженер-геологийн зураглалын материалд үндэслэн дүн шинжилгээ хийж бусад уялдаат аргуудаар үр дүнгээ баталгаажуулсан. Энэ судалгаанд хот, суурин газруудыг инженер геоморфологийн тохиромжтой байдлын шалгуур үзүүлэлтийг шинээр боловсруулсан. Хот, суурин газрын суурьшлын бүсийн тохиромжтой байдлын инженер геоморфологийн шалгуур үзүүлэлтээр Эрдэнэбулган сумын төвийг үнэлж үзэхэд геоморфологи, тектоникийн нөхцлөөр хязгаарлагдмал тохиромжтой, харин геологи, цэвдэг, гидрогеологи, инженер-геологи, гүний усны урсцын эрчим зэрэг үзүүлэлтээр тохиромжгүй байна. Халианы талбай, эзэлхүүн ба хур тунадасны хамаарал дунджаар $r=0.60$, $r^2=0.35$, $p=0.05$ байна. Энэ нь халианы талбай ба эзэлхүүний 35% нь хур тунадастай, 65% нь гео-орон зайн нөхцөлтэй холбоотой болохыг харуулж байна. Инженерийн геоморфологийн энэхүү нөхцлөөс хамаарч Эрдэнэбулган сумын суурин газрын төлөвлөлт, хог хаягдлын менежментийг цаашид зайлшгүй сайжруулах шаардлагатай юм. Цаашид энэ шалгуур үзүүлэлтийг баримталж бусад судалгааны талбайд туршиж үзэх, харьцуулах, инженер геоморфологийн нөхцлийг тодорхойлох боломжтой.

Түлхүүр үгс: Инженер геоморфологи, Геоморфологийн шалгуур үзүүлэлт, Эрдэнэбулган сум, Халиа, Суурьшлын бүс, Хот, суурин газар

Abstract

In Mongolia, engineering geological study is developed as much when constructing urban settlement areas, but engineering geomorphological concerns have been not used in practice. In this study, we focused on the aufeis formation to influence to urban and land planning, a part of engineering geomorphological study. Our results of study are occurred by relevant methods, and based

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: Э.Алтанболд: Онолын үндэслэл, аргазүй боловсруулалт, өгөгдлийн дүн шинжилгээ, үндсэн бичвэр, хээрийн хэмжилт, зураглал боловсруулалт, Х.Уламбадрах, Г.Бямбахуу: Онолын үндэслэл, аргазүй боловсруулалт, үндсэн бичвэрийн засвар, үр дүнгийн хяналт, Г.Амарбат, Я.Гансүх, Б.Хишигдорж: Өгөгдөл боловсруулалт, үр дүнгийн хяналт, зураглал боловсруулалт, хээрийн хэмжилт.

on geomorphological, geological, tectonic, hydrogeological, and engineering-geological base maps of the Eg River valley. According to our results, near of Erdenebulgan soum has consistent by geomorphological and tectonic indicators and non-consistent by geological, hydrogeological, engineering geological and permafrost indicators. Correlation between aufeis square, volume and precipitation is in average $r=0.60$, $r^2=0.35$ and $p=0.05$. This result shows that 35% of aufeis square and volume is related to precipitation, and 65% is likely related to other geo-spatial conditions. We concluded that in the next step engineering geomorphological indicators would include necessarily in the land and settlement planning, and waste management of Erdenebulgan soum. In the future, following this criterion, it will eventually be feasible to test, compare, and ascertain the engineering geomorphological conditions in different study areas.

Keywords: Engineering geomorphology, Geomorphological criteria, Erdenebulgan Soum, Aufeis, Settlement, Urban areas

Оршил

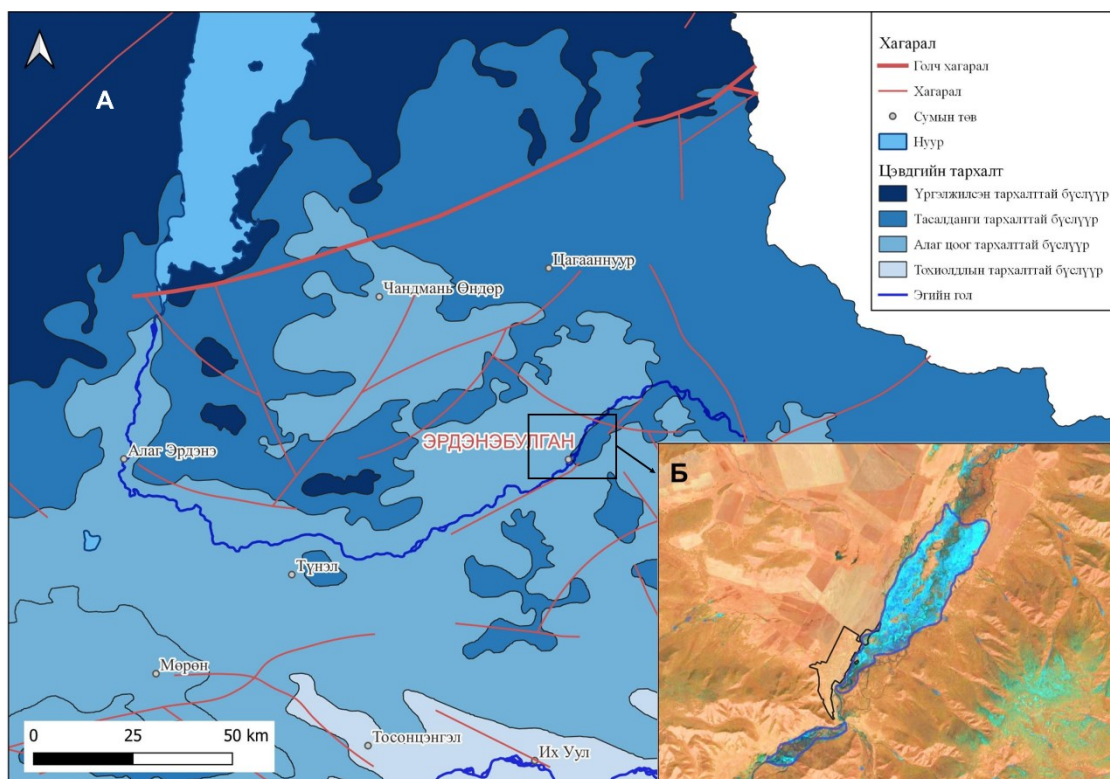
Инженер геоморфологийн судалгаа 1970-аад оноос Англид хөгжиж эхэлжээ (Griffiths and Hearn, 1990). Барилгын инженерчлэлд геоморфологийн үзүүлэлтийг харгалзан үзэх шаардлага тулгарч байсан нь энэ чиглэлийн судалгааг хөгжүүлэх үндсэн шаардлага болж байв (Griffiths and Hearn, 1990; Fookes et al., 2006), өөрөөр хэлбэл, геоморфологийн зураглал, судалгааг ашиглаж хот, суурин байгуулах ба газар ашиглалтын төлөвлөгөөнд инженерийн шийдлээр хэрхэн шийдэх асуудлыг хөндөж байв (Fookes et al., 2006). Хожим нь Баруун Европоос дамжиж Хойд Америкт энэ чиглэлийн судалгаа эрчимтэй хөгжжээ (James, 1999; Clayton et al., 2017). 2000-аад оноос хойш Зүүн Ази, Өмнөд Америкийн улсуудад энэ чиглэлийн судалгаа эрчимтэй хөгжиж байна (Gupta and Ahmad, 1999; Brunning and Vennemann, 2014). Харин Монгол орны хувьд инженер геологийн нөхцлийг тооцож ирсэн боловч инженер геоморфологийн асуудлыг хот, суурин газрын төлөвлөлтөнд төдийлөн ашиглаж байгаагүй (Amarbat et al., 2022).

Бид энэ судалгаанд инженер геоморфологийн судалгааны нэг болох халианы асуудлыг авч үзсэн. Халиа нь цэвдэгт бүс нутагт эрчимтэй үүсдэг улирлын шинж чанартай геоморфологийн үйл явц юм. Одоогоор хот, суурин газрын бүсэд хүндрэл учруулж буй инженер геоморфологийн тулгамдсан асуудлыг хөндсөн судалгаа харьцангуй дутмаг байна.

Монгол орны криогений үзэгдлийн судалгааг В.Ф.Жуков (1950-1960), С.И.Заболотник, В.Л.Суходровский (1960-1970), Н.Лонжид (1969), Корнилова (1964), Г.Ф.Гравис (1974), Н.Ананд (1975), Д.Лувсандагва (1975), Р.Ломборенчин (1993), Н.Шархүү (1999), Д.Төмөрбаатар (2006), Я.Жамбалжав (2017) нар газарзүйн тархалт, хэлбэр, бүтэц болон тэдгээрийн хэмжээ, гарал үүслийг нэгтгэн судалж байв (Жамбалжав, 2017). Эдгээр судалгаанууд нь цэвдгийн нөхцөлтэй уялдуулан халианы асуудлыг хөндсөн байх ба бид инженер геоморфологийн үүднээс хот, суурин газрын суурьшлын бүсэд хүндрэл учруулан тохиолдож буй халианы асуудлыг тодорхой шалгуур үзүүлэлтээр үнэлэх асуудлыг дэвшүүлэн тавьж байна. Үүний жишээ болгон Эгийн голын хөндийд төвлөрсөн Хөвсгөл аймгийн Эрдэнэбулган сумын суурьшлын бүсэд халиа үүсч буй (геоморфологи, геологи, тектоник, гидрогеологи, инженер-геологийн нөхцөл) динамик зүй тогтол, гарал үүсэл, улирлын хамаарлыг тодруулж инженер геоморфологийн шинжилгээгээр үнэлэн үзэв.

Судалгааны талбай

Хөвсгөл аймгийн Эрдэнэбулган сум нь аймгийн зүүн захад, зүүн хойноосоо баруун урагш сунаж тогтсон газарзүйн байршилтай, нутаг дэвсгэрийн хэмжээ 4,960 км², хүн амын тоо 2700 орчим (ҮСХ, 2021). Монгол улсын засаг захиргаа нутаг дэвсгэрийн нэгжийн шинэчилсэн зохион байгуулалтаар 1931 онд Эрдэнэбулган сум байгуулагдаж байжээ (Шагдар, 2007). Сумын төв нь Эгийн голын хөндийд Улаанбаатар хотоос 710 орчим км, Мөрөн хотоос 260 км зайтай, ХӨ 50° 06' 50", ЗУ 101° 35' 05" газарзүйн солбицолд оршдог (Зураг 1). Газрын гадарга нь дундажаар д.т.дээш 1200-1800 м өндөрт орших бөгөөд Хөвсгөл орчмын бэсрэг уулс, Бадар, Дуургын нуруудын хоорондох Эг-Үүрийн голын дагуух нутаг дэвсгэр багтана. Уулархаг газрын гадарга нутгийн ихэнхи хэсгийг эзлэх ба томоохон голын хөндийн дагуу харьцангуй нам гадарга зонхилно.



Зураг 1. А. Судалгааны талбайн цэвдгийн тархалтын нөхцөл, Б. Эгийн голын хөндийд орших Хөвсгөл аймгийн Эрдэнэбулган сумын байршил

Эгийн гол нь Хөвсгөл нуураас эх авч 475 км урт урсан Сэлэнгэ мөрөнд цутгана. Ус хураах савын талбай 40454 км² (Шагдар, 2007). Эгийн голын хөндийд хаврын шар усны үер IV сарын сүүлээс эхлэн V сарын эхэнд ажиглагдаж усны түвшин огцом нэмэгддэг зүй тогтолтой. Эгийн голын Эрдэнэбулганы усны харуул 1973 онд байгуулагдсан бөгөөд усны өнгөрөлт 18.5 м³/сек хэмжээтэй, урсацын хурд 0.8-1.94 м/сек хүрдэг (Даваа, 2015; Dorjsuren et al., 2022). Эгийн голд намрын зайр X сарын хоёрдугаар хагаст эхэлж 6-20 хоногийн дотор бүрэн хөлддөг. Хаврын цөн IV-V сард цөөн хоног үргэлжилдэг. Өвлийн улиралд 150-190 хоног мөсөөр хучигдаж мөсний дундаж зузаан 0.8-1.0 м орчим байдаг.

Судалгааны талбайд тасалданги цэвдгийн тархалт зонхилох ба ул хөрсний хэв шинж сул, гадаргын налуу багатай боловч термокарстын эрчим ихтэй, улирлын гэсэлтийн норматив гүн 2.2-3.7 метрийн хооронд хэлбэлздэг. Хүйтний улиралд ан цав, хагарал үүсэх ба дундаж гүн нь 0.7-1.5 м хүрдэг (Жамбалжав, 2017).

Судалгааны материал, аргазүй

Эгийн голын хөндийн геоморфологи, геологи, тектоник, гидрогеологи, инженер-геологийн зураглалын материалд үндэслэн дүн шинжилгээ хийв. Судалгаанд цасны нормчлогдсон индекс (NDSI) болон цасны усны индекс (SWI)-ийн аргаар тооцоо хийсэн. Судалгаанд хамрагдаж буй талбайд “Planet” хиймэл дагуулын 3 м-ийн нарийвчлал бүхий хаврын улирлын III-V сарын сансрын зургуудыг (<https://www.planet.com/>) болон “Landsat” хиймэл дагуулын сансрын зургуудыг (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) ашиглан боловсруулалт хийв. Сүүлийн 10 жилийн хур тунадасны нийлбэр хэмжээг нээлттэй эх үүсвэрээс (<https://rimhe.namem.gov.mn/>) ашиглав.

Хээрийн хэмжилтийг 2022 оны II сард Эрдэнэбулган сумын суурьшлын бүсэд халианы тархалтын талбайн хэмжээ, хэд хэдэн цэгт гүнийг тодорхойлсон. Халианы гүнийг 6 цэгт хэмжилт хийж дундаж гүнийг тодорхойлсон. Халианы гүнийг хэмжихдээ айлуудын хашааны өндөр, автомашины өндөр, барилга, байшингийн өндөртэй нь халианы бүрхсэн түвшинтэй нь харьцуулан хэмжсэн (Зураг 2).



Зураг 2. Халианы гүний хэмжилтүүд (Эх сурвалж: Хөвсгөл аймгийн Эрдэнэбулган сумын ЗДТГ, 2022)

Хээрийн хэмжилт болон суурин судалгаанд ашигласан аргуудын дүнг компьютерийн ArcGIS, ENVI 5.3 болон бусад программ хангамжуудыг ашиглан боловсруулж үр дүнгээ баталгаажуулсан.

Энэ судалгаанд морфометрийн аргаар геометрийн шугаман бус хэлбэр, хэмжээтэй тархсан халианы эзэлхүүнийг тооцоолсон. Хээрийн судалгааны явцад цуглуулсан халианы гүний хэмжээ бүхий өгөгдлүүд дээрээ тулгуурлан дараах тэгшитгэлээр халианы талбайтай нь харьцуулан сүүлийн 10 жилийн эзэлхүүнийг тооцож гаргав (Zhang et al., 2021; Qi et al., 2022).

$$\Delta V = \frac{1}{3} (h_2 - h_1) \cdot (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2}) \quad (1)$$

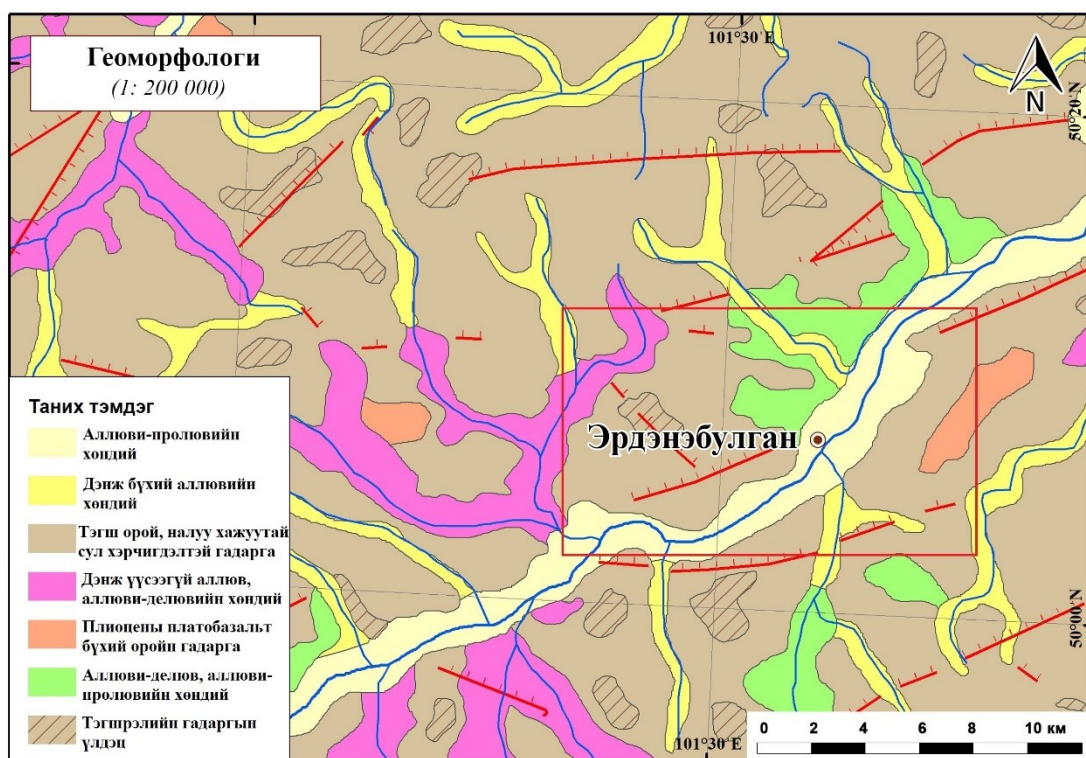
Энд h_1 , A_1 болон h_2 , A_2 нь халианы гүн болон талбайн хэмжээний үзүүлэлт юм. Zhang et al. (2021) болон Qi et al. (2022) нарын энэхүү тооцооны арга нь мөстлөгийн талбай болон гүний хэмжээст тулгуурлан эзэлхүүнийг тооцож хугацааны динамик өөрчлөлтийг тодруулсан тул халианы судалгаанд энэхүү морфометрийн тооцооны аргыг ашигласан. Судалгаанд ашигласан аргуудыг багцалж дараах байдлаар гаргав (Зураг 3).



Зураг 3. Судалгааны аргазүйн дарааллын бүдүүвч

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

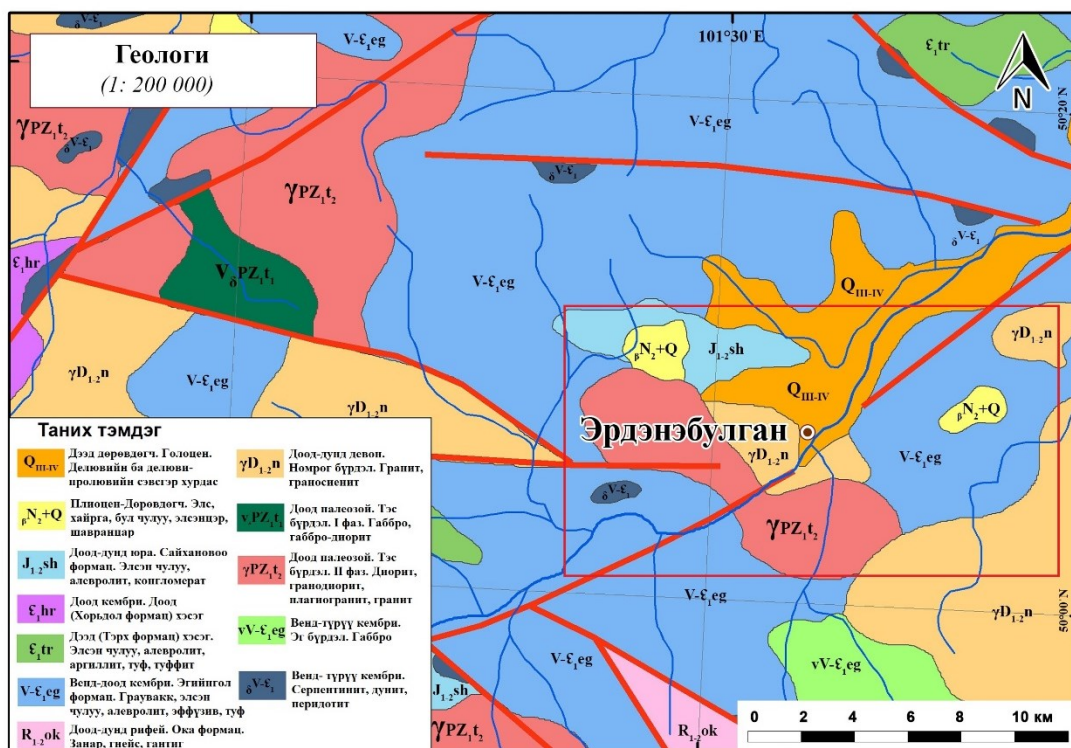
Судалгааны талбайн геоморфологийн нөхцөл: Хойд талаас Эгийн голын хөндий рүү түрсэн пролювийн талаар хүрээлэгдэх ба ихэнх уулс нь дунд зэргийн хэрчигдэлтэй, нам ба дундаж өндөр уулс зонхилно. Эгийн голын хөндийн өмнөд хэсэг хэрчигдэл ихтэй дундаж өндөр уулсаар хүрээлэгдсэн. Түр зуурын болон байнгын урсгал усны үйл ажиллагаа идэвхитэй явагдах ба делюв, пролюв, аллювын хурдсаар хучигдсан онцлогтой. Уулс хоорондын өргөн хөндийн зарим хэсэгт тэгшрэлийн гадаргатай. Дөрөвдөгчийн хурдас судалгааны талбайд голлон тархсан. Харин бусад хэсэгтээ коллювийн, элювийн хурдас бүхий дөрөвдөгчийн өмнөх үеийн чулуулаг тархсан. Гадаргын налуу голын хөндий орчимд $3-6^0$, гадаргын өндөр 500-1000 м орчим, хэрчигдлийн шигүү 550-800 м байна. Эгийн голын хөндийг хүрээлсэн гадарга нь Неоген-дөрөвдөгчийн базальт ба орчин үеийн, нийтдээ хэдэн зуун метр зузаан делюв, делюв-пролювын гаралтай элсэрхэг, шаварлаг хуримтлал өргөн тархсан онцлогтой (Зураг 4).



Зураг 4. Судалгааны талбайн геоморфологийн тогтоц (Козлова (1989) нарын материалыг ашиглав).

Эгийн голын хөндий нь бүхэлдээ усан идэхүйн ба хуримтлалын бүрдэл зонхилж гол мөрний хөндийнүүдэд хэлбэр, насаараа ялгагддаг дөрөвдөгчийн хурдас тархсан. Энэхүү дөрөвдөгчийн настай хуримтлалын гаралтай хурдас судалгааны талбайд нэлээд их тархалттай. Энэ сэвсгэр хурдсын тархалт нь тухайн нутагт халиа үүсэх гадаргын үндсэн нөхцлийг бүрдүүлдэг.

Геологийн нөхцөл: Дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдсаар судалгааны талбай зонхилон хучигдсан. Үндсэн чулуулаг суурьшлын бүсэд илэрцгүй. Харин судалгааны талбайн өмнөд хэсэгт девоны гранит, неоген- дөрөвдөгчийн базальт, хойд ба өмнө хэсгийн дундаж өндөр уулсын хэмжээнд бараг бүхэлдээ венд-доод кембрийн тунамал-вулканоген хурдас тархсан. Венд-доод кембрийн настай Эгийн гол группын ногоон чулуун өөрчлөлтөнд орсон суурилаг, дундлаг найрлагатай эффузив, граувак, шохойн чулуу зэрэг нь нутаг дэвсгэрийн хувьд нэлээд талбайд тархсан (Зураг 5).



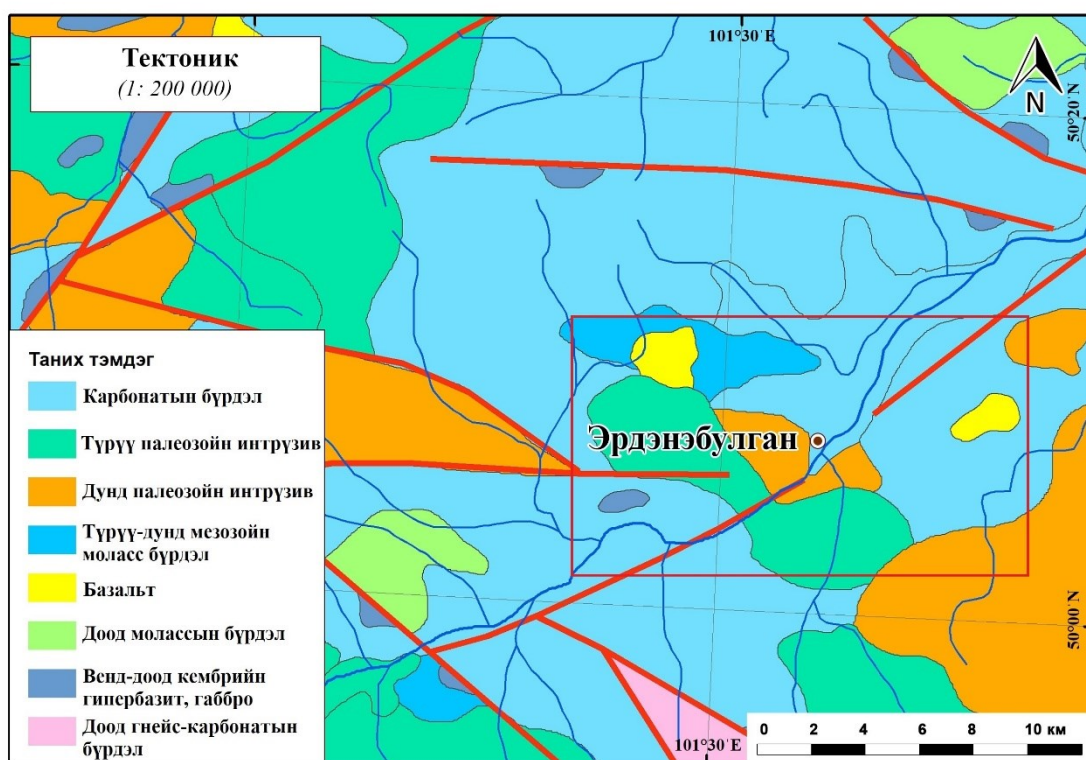
Зураг 5. Судалгааны талбайн геологийн тогтоц (Бямба (1989) нарын материалыг ашиглав).

Талбайн хэмжээнд стратиграфийн хувьд дээд дөрөвдөгч ба голоцены делювийн ба делюви-пролювийн сэвсгэр хурдас, плиоцен-дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдас бүхий элс, хайрга, бул чулуу, элсэнцэр, шавранцар давхаргатай. Доод-дунд юрын Сайхановоо формацын элсэн чулуу, алевролит, аргиллит, конгломератын тархалттай. Доод кембрийн доод (Хорьдол формац) ба дээд (Тэрх формац) мэмбэрийн элсэн чулуу, алевролит, аргиллит, туф, туффит болон Венд-доод кембрийн Эгийнгол формацын граувакк, элсэн чулуу, алевролит, суурьлаг ба дундлаг эффузив, тэдгээрийн туф тархсан. Түүнчлэн Доод-дунд рифейн Ока формацын занар, гнейс, гантиг бүхий хурдас бага зэрэг тархжээ.

Интрузив чулуулгийн хувьд Доод-дунд девоны Нөмрөг бүрдэлд хамаарах гранит, лейкократ гранит, граносиенит нутгийн зүүн өмнөд хэсэгт өргөн тархалттай. Доод палеозойн Тэс бүрдлийн 1-р фазад хамаарах пироксенит, габбро, габбро-диорит болон 2-р фазад хамаарах диорит, гранодиорит, плагиогранит, гранит бага талбайд тархсан онцлогтой. Венд-түрүү кембрийн Эг бүрдлийн габбро бүрдэл нутаг дэвсгэрийн ихэнх хэсгийг хамарчээ. Харин Венд-түрүү кембрийн серпентинит, дунит, перидотит алаг цоог байдлаар тархсан байна.

Тектоникийн нөхцөл: Хөвсгөл орчим нь тектоникийн нийлмэл тогтоцтой. Сибирийн урд талыг хүрээлж байгаа Тува-Монголын массивын төв хэсгийг эзлэн оршино (Бямба и др., 1989). Мөн Хөвсгөлийн зүүн өмнөд хэсэгт орших эдиакар-кембрийн Жидийн бүс далайн царцдас ба эртний суурин дээр байрладаг (Бямба и др., 1989). Энд шугамлаг тохрол маягийн атираа зонхилдог тул атираа хоорондын суусан хэсэгт томоохон хөндий үүсч уг хөндийг дагаж Үүр, Эг зэрэг голуудын голдирол үүсчээ. Томоохон эртний хагарал Эгийн голын хөндийн дагуу үүссэн боловч газар хөдлөлийн идэвхжил харьцангуй багатай.

Карбонат чулуулаг багахан талбайд тархсан бол түрүү палеозойн интрузив өргөн тархалттай байна. Түүнчлэн дунд палеозойн интрузив, түрүү-дунд мезозойн моласс бүрдлээс гадна алаг цоог базальт, доод молассын бүрдэлтэй. Венд-доод кембрийн гипербазит, габбро, доод гнейс-карбонатын бүрдэл зарим хэсэгтээ тархжээ (Зураг 6).



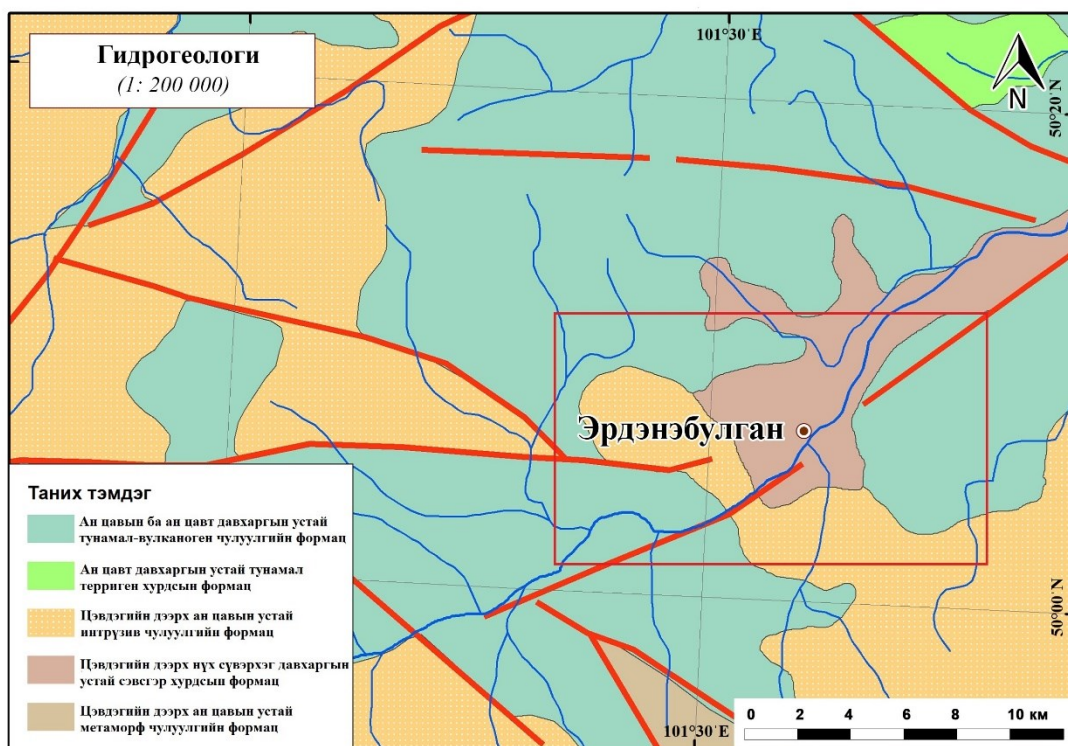
Зураг 6. Судалгааны талбайн тектоникийн онцлог (Бямба (1989) нарын материалыг ашиглав).

Тектоник хөдөлгөөн кайнозойд буюу шинэхэн өргөгдлөөр уул нурууд, шинэхэн суултын хооронд хотгорууд үүсч, хуучин хагарлууд идэвхжиж, олон тооны шинэ тасралт эвдрэл, хагарлууд энэ бүсэд бий болсон байдаг (Бямба и др., 1989). Хотгор, хөндийнүүд нь 200-300 м зузаантай плиоцен-дөрөвдөгчийн настай голын гаралтай хурдсаар дүүрч эхэлсэн байна.

Хөвсгөл орчимд зонхилж байгаа шинэхэн хөдөлгөөн палеогений сүүл үеэс аажмаар эхэлсэн боловч эрчимтэй ялгарсан төвөн блоклог өргөгдөл неогены дунд үеэс эхлэн хүчтэй үргэлжлэн явагджээ. Энд шинэхэн хөдөлгөөний ялгарлын хэмжээ ба өргөгдлийн хүчдэлээр Баруун Хөвсгөлийн, Зүүн Хөвсгөлийн гэсэн өөр хоорондоо эрс ялгаатай шинэ тектоникийн хоёр гол дэд бүс ялгагдана. Тэдгээрийн хоорондох тектоникийн хил бол Хөвсгөлийн рифтийн хотгор ба уртрагийн чиглэлтэй Эгийн голын хөндий юм (Бямба и др., 1989).

Гидрогеологийн нөхцөл: Судалгааны талбайд ан цавын ба ан цавт давхаргын устай тунамал-вулканоген чулуулгийн формац, ан цавт давхаргын устай тунамал терриген хурдсын формац бага зэрэг тархсан. Харин цэвдэгийн дээрх ан цавын устай интрузив чулуулгийн формац, цэвдэгийн дээрх нүх сүвэрхэг давхаргын устай сэвсгэр хурдсын формац, цэвдэгийн дээрх ан цавын устай метаморф чулуулгийн формац нэлээд их талбайд тархжээ (Зураг 7).

Гидрогеологийн нөхцөл нь газрын эх чулуулаг, уст давхаргын гүнийг тодорхойлдог. Ул хөрсөнд агуулагдах усны гүн 2 метр орчим байвал хөрсний даац багасдаг (Sharkhuu et al., 2007). Судалгааны талбайн ихэнх хэсгээр олон жилийн цэвдэг чулуулаг үүн дотроо хажуу газар ба усны хагалбар, хөндий хотгор ёроолын цэвдэг, зарим хэсгээр улирлын цэвдэг чулуулаг тархжээ. Монгол орны халиа зөвхөн улирлын үйл явцтай холбоотой үүсдэг. Гидрогеологийн нөхцөлд хамаарах ул хөрс, гүний ус, тухайн жилийн цаг уурын онцлогоос хамаарч халианы үүсэл, хөгжлийн явц, хэмжээ нь газар нутаг бүрт төдийгүй, жил бүр харилцан адилгүй өөр өөр онцлогтойгоор үүсдэг (Жамбалжав, 2017). Дөрөвдөгчийн элс, элсэнцэр, хайрга, хайрганцар бүхий давхаргад гүний усны агуулагдах ба шилжих нөөц, эрчим ихтэй. Гадаргын урсцаас илүү гүний урсац нь давамгайлдаг онцлогтой. Гидрогеологийн тооцоогоор гүний усны урсцын хэмжээ Эрдэнэбулган сум орчимд харьцангуй ихтэй бүсэд хамаарагддаг (Писирский, Батсүх, 1989).

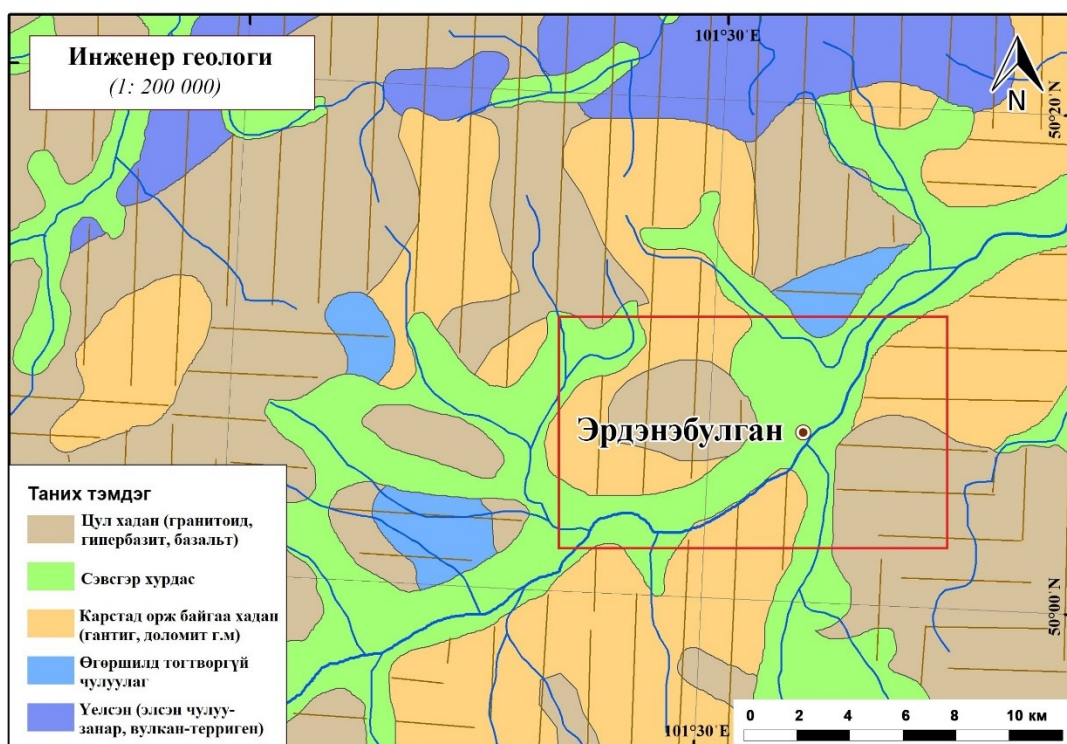


Зураг 7. Судалгааны талбайн гидрогеологийн нөхцөл (Писирский, Батсүх (1989) нарын материалыг ашиглав).

Судалгааны талбайд нүх сүвэрхэг давхаргын ус уулсын хажуу, голуудын адгаар дөрөвдөгчийн настай 2-5 м зузаантай сэвсгэр хурдасанд алаг цоог байдлаар 1-2 м, түүнээс бага гүнд олон жилийн цэвдэг чулуулаг дээр хуримтлагдсан байдаг (Писирский, Батсүх, 1989). Эгийн голын газар доорх тэжээмжийн хэмжээг ан цав хөндийлж, хөндийлж-судлын усны төвлөрсөн илрэлээс доош үнэлэхэд 23,7 м³/с байдаг. Гэвч газар доорхи усны баялаг гидрогеологийн формацийн хувьд харилцан адилгүй карбонат чулуулгийн формацийн усны байгалийн баялаг 19,5 м³/с хүрнэ. Газар доорхи урсацын модуль 3-5 л/с км²-ийн хооронд хэлбэлздэг бөгөөд Сэлэнгэ мөрний ай савын хэмжээнд хамгийн өндөр үзүүлэлт юм (Писирский, Батсүх, 1989). Хөндийн карбонат чулуулгаас тогтсон уулын хормойгоор секундэд хэдэн зуун литр ундрагатайгаар булгууд ундардаг зүй тогтолтой (Писирский, Батсүх, 1989). Энэ гидрогеологийн нөхцөл нь халиа үүсэхэд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг.

Инженер-геологийн нөхцөл: Инженер-геологийн хувьд цул хадан (гранитоид, гипербазит, базальт) гадарга багахан талбайд тархсан бол сэвсгэр хурдас бүхий давхарга голын хөндий дагаж тархсан онцлогтой. Карстад орж байгаа хадан (гангит, доломит зэрэг) гадарга уулсын бэл хэсгээр тархсан. Өгөршилд тогтворгүй хадархаг, үелсэн хадархаг (элсэн чулуу-занарын, вулкан-терриген зузаалаг) гадарга алаг цоог байдлаар тархсан (Зураг 8).

Хөвсгөлийн зүүн, зүүн өмнөд хэсэг бол янз бүрийн настай тунамал хувирмал, тунамал, вулканоген ба гүний чулуулгаас тогтсон тодорхой эрэмбэ, чиглэл, гарал үүсэлтэй олон тооны хагарлаар зүсэгдсэн атриат уулархаг ба хотгор, хөндий хосолсон онцлогтой. Газрын гадарга, хотгор гүдгэрийн хэв шинж, ул хөрс, гүний усны тооцоо, ул хөрсний физик шинж чанар, чулуулгийн геохимийн найрлага, шинж чанар, бат бэх зэрэг зүй тогтол нь барилга байгууламж барихад нөлөөлөх хүчин зүйлсийг судалдаг.



Зураг 8. Судалгааны талбайн инженер-геологийн нөхцөл (Писирский, Батсүх (1989) нарын материалыг ашиглав).

Олон жилийн цэвдэгт чулуулаг, солифлюкц, карбонат чулуулаг, хүйтний үзэгдэл, түүний хэлбэрүүд (гулгадас, нурагт, чулуун нураг) зэрэг хүчин зүйлсээр энэ нутгийн инженер геологийн нөхцөл тодорхойлогдоно. Энэ инженер геологийн нөхцөл нь халиа үүсэхэд чухал нөлөөтэй юм.

Судалгааны талбайн геоморфологи, геологи, тектоник, гидрогеологи, инженер-геологийн нөхцөл, цэвдгийн нөхцөл, гүний урсцын нөөцийн зураглалын материалд тулгуурлан тодорхой шалгуур үзүүлэлт боловсруулж суурьшлын бүсэд инженер геоморфологийн шинжилгээ хийв.

Инженер геоморфологийн шалгуур үзүүлэлт: Эгийн голын хөндийд хийгдсэн суурь зураглалын материалд тулгуурлан судалгааны талбайг тохиромжтой, хязгаарлагдмал тохиромжтой, тохиромжгүй гэсэн шалгуур үзүүлэлтээр гадаргын болон геологийн нөхцлийн хувьд 3 эрэмбэд хуваасан. Энэ судалгаагаар инженер геоморфологийн шалгуур үзүүлэлт тогтооход баримтлах зарчмыг тодорхойлж гаргасан (Хүснэгт 1). Геоморфологийн шалгуур үзүүлэлтийн тулгуур үндэслэл нь гадаргын нөхцөл, хэлбэрүүд, гарал үүсэлд нь тулгуурласан.

Геоморфологийн судалгаанд чанарын шалгуур үзүүлэлтийг авч үзэх нь илүү ач холбогдолтой байдаг. Хэдийгээр чанарын шалгуур үзүүлэлт нь гүйцэтгэх үүрэгтэй, чухал боловч, үүнийг ялангуяа эхний үе шатанд цуглуулах, хэмжих, дүгнэхэд цаг хугацаа их шаарддаг (Sakakibara et al., 1999). Түүнчлэн чанарын шалгуур үзүүлэлт нь тодорхой цаг хугацааны нөхцөл байдлын талаар гол төлөв субъектив дүгнэлт хийгддэг тул батлахад төвөгтэй бөгөөд шалгуур үзүүлэлтүүд нь зохистой байх шаардлагатай хэтэрхий шууд бус хийсвэр байж болохгүй (Hwang and Lin, 2012). Шалгуур үзүүлэлтүүд нь хяналт-шинжилгээ хийж болохуйц байх хэрэгтэй бөгөөд шалгуур үзүүлэлт нь тодорхой, холбогдолтой, боломжтой, хангалттай, шинжилгээтэй байх зарчмыг баримтлана (Sakakibara et al., 1999). Тодорхой шаардлагыг хангах үүднээс шалгуур үзүүлэлтүүдийг боловсруулах ба шалгуур үзүүлэлт нь үр дагаврыг шууд илэрхийлж байх ёстой (Erdenejargal et al., 2021). Энэ шалгуур үзүүлэлт нь хүлээгдэж буй үр дагаврыг оновчтой хэмжихэд шаардлагатай мэдээлэл бүрэн байгаа эсэхийг нарийвчилан шалгасан уу, гол арга хэрэгсэл болохуйц ашигтай мэдээллийг бий болгож байна уу гэх асуултанд хариу болгох байдлаар шалгуур үзүүлэлтүүдэд өөрчлөлт ороход хэмжих суурь үзүүлэлтүүд түүнийг дагаад өөрчлөгдөнө (Sakakibara et al., 1999). Шинэ шалгуур үзүүлэлт бүр мэдээлэл анх цуглуулах үед өөрийн суурь

үзүүлэлттэй байх хэрэгтэй зэрэг шаардлагуудыг аливаа шалгуур үзүүлэлт хангасан байх зарчимтай байдаг (Stokes, Clark, 1999; Enkhbold et al., 2022). Цэвдэгийн тархалттай бүс нутгуудад оршиж буй сум, суурин газруудыг инженер геоморфологийн шалгуур үзүүлэлтийг шинээр боловруулсан.

Хүснэгт 1. Хот, суурин газрын суурьшлын бүсийн инженер геоморфологийн шалгуур үзүүлэлт

№	Шалгуур	Тохиромжтой байх нөхцөл	Хязгаарлагдмал тохиромжтой байх нөхцөл	Тохиромжгүй байх нөхцөл
1	Геоморфологи	Бэлийн хэрчигдэл багатай аллюви-делювийн ба аллюви-пролювийн дэнж бүхий хөндий, Тэгшрэлийн гадарга бүхий нөхцөл	Налуу хажуутай сул хэрчигдэл бүхий гадарга, Нуур ба голын гаралтай дэнж үүссэн аллюви-пролювийн хөндий нөхцөл	Хэрчигдэл ихтэй гадарга, дэнж үүсээгүй гол, нууры гаралтай аллювийн, аллюви-делювийн хөндий бүхий нөхцөл
2	Геологийн нөхцөл	Девоны гранит, лейкократ гранит, граносиенит, доод палеозойн пироксенит, габбро, габбро-диорит, гранодиорит бүрдэлтэй байх нөхцөл	Доод-дунд юрагийн ангилагдаагүй хурдас, Кембрийн ангилагдаагүй хурдас, Доод-дунд рифейн ангилагдаагүй хурдастай байх нөхцөл	Плиоцен-Дөрөвдөгч, Голоцены сэвсгэр хурдас бүхий делювийн ба делюви-пролювийн сэвсгэр хурдастай байх нөхцөл
3	Тектоникийн нөхцөл	Тектоникийн хагаралгүй, газар хөдлөлтийн чичирхийллийн мужлалаар 6-аас доош баллын үзүүлэлттэй байх нөхцөл	Тектоникийн хагаралтай боловч газар хөдлөлтийн чичирхийллийн мужлалаар 7-8 баллын үзүүлэлттэй байх нөхцөл	Томоохон тектоникийн идэвхитэй хагаралтай байх нөхцөл, чичирхийллийн мужлалаар 9 баллын үзүүлэлттэй байх нөхцөл
4	Гидрогеологийн нөхцөл	Ан цавын ба ан цавт давхаргын устай тунамал-вулканоген чулуулгийн формац, Ан цавт давхаргын устай тунамал терриген хурдсын формац	Цэвдэгийн дээрх ан цавын устай метаморф чулуулгийн формац, Цэвдэгийн дээрх ан цавын устай интрузив чулуулгийн формац	Цэвдэгийн дээрх нүх сүвэрхэг давхаргын устай сэвсгэр хурдсын формац
5	Инженер-геологийн нөхцөл	Цул хадан (гранитоид, гипербазит, базальт) чулуурхаг нөхцөл	Өгөршилд тогтворгүй хадархаг, үелсэн хадархаг (элсэн чулуу-занар, вулкан-терриген зузаалаг) нөхцөл	Сэвсгэр хурдас, Карстад орж байгаа чулуурхаг нөхцөл
6	Цэвдгийн нөхцөл	Улирлын хөлдөлт гэсэлтийн бүс, цэвдэггүй бүс	Аалаг доог цэвдэгтэй бүс	Үргэлжилсэн ба Тасалданги тархалттай цэвдэгтэй бүс
7	Гүний урсцын эрчим	Гүний усны урсцын эрчим нэг км ² талбайд 0,1-1,0 л/с хэмжээтэй	Гүний усны урсцын эрчим нэг км ² талбайд 1,0-3,0 л/с хэмжээтэй.	Гүний усны урсцын эрчим нэг км ² талбайд 3,0-5,0 л/с хэмжээтэй

Хот, суурин газрын суурьшлын бүсийн шалгуур үзүүлэлтийг Дэлхийн болон Монгол орны цэвдгийн тархалтын зураглалын материал (Obu et al., 2019; Yamkhin et al., 2022), Озера Хубсугул атлас (1989) зэрэг суурь материалуудад тулгуурлан боловсруулсан.

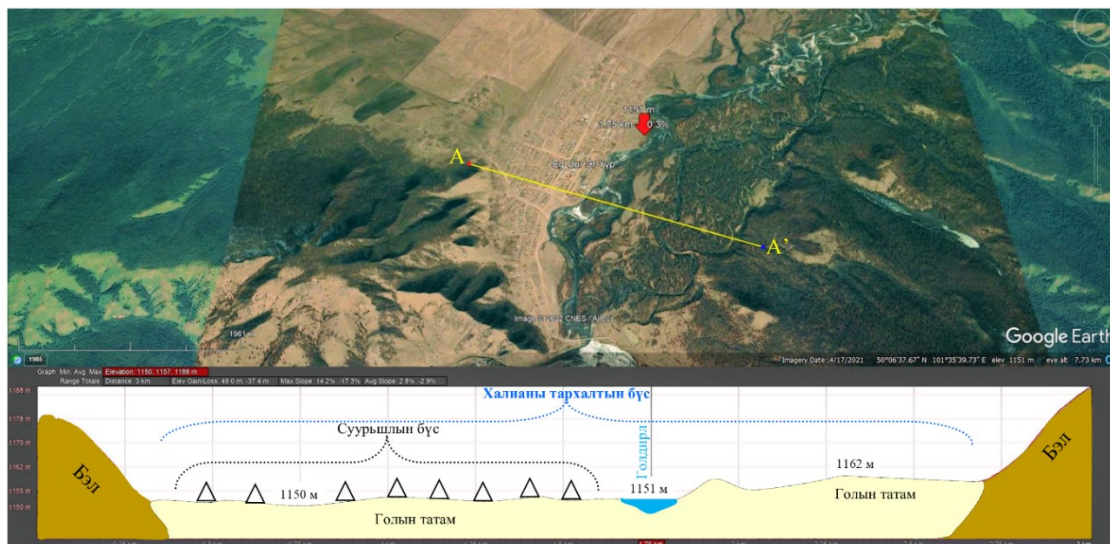
Энэ судалгааны явцад дээрх шалгуур үзүүлэлт тогтооход баримтлах зарчмын дагуу инженер геоморфологийн шалгуур үзүүлэлтээр судалгааны талбайг үнэлэв (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Судалгааны талбайн инженер геоморфологийн үзүүлэлт

№	Шалгуур	Тохиромжтой	Хязгаарлагдмал тохиромжтой	Тохиромжгүй	Тайлбар
1	Геоморфологи		+		Гадаргын хувьд харьцангуй тохиромжтой, хэрчигдэл дунд зэрэг, гадаргын налуу дунд зэрэг, хурдсын тархалт аллов, дельов, пролювын хурдас голлон тархсан. Голын хөндий орчимд 3-6°, өмнөд хэсэгтээ 8-16°, налуутай, хэрчигдлийн шигүү 550-800 м байна. Налуу хажуутай сул хэрчигдэл бүхий гадарга, Нуур ба голын гаралтай дэнж үүссэн аллюви-пролювийн хөндий бүхий нөхцөлтэй.
2	Геологийн нөхцөл			+	Геологийн суурь чулуулгийн нөхцөл нь дөрөвдөгчийн хурдсаар судалгааны бүхэлдээ хучигдсан. Эх чулуулаг суурьшлын бүсэд илэрцгүй. Судалгааны талбайн өмнөд хэсэгт девоны гранит, Неоген- дөрөвдөгчийн базалт, хойд ба өмнө хэсгийн дундаж өндөр уулс бараг бүхэлдээ Эгийн голын бүрдэл гэгдэх венд-кембрийн эффузив чулуулаг тархсан. Плиоцен-Дөрөвдөгч, Голоцены сэвсгэр хурдас бүхий делювийн ба делюви-пролювийн сэвсгэр хурдастай.
3	Тектоникийн нөхцөл		+		Томоохон эртний хагарал Эгийн голын хөндийн дагуу үүссэн боловч газар хөдлөлтийн идэвхжил харьцангуй багатай. Рифт маягийн шинэ тектоник хөдөлгөөнөөр үүссэн хөндий. Газар хөдлөлтийн дотоод голомт 9-10 гүнд тогтоогдсон. Газар хөдлөлтийн чичирхийллийн мужлалаар 7-8 баллын үзүүлэлтэй.
4	Гидрогеологийн нөхцөл			+	Дөрөвдөгчийн элс, элсэнцэр, хайрга, хайрганцар бүхий давхаргад гүний усны агуулагдах ба шилжих нөөц, эрчим ихтэй. Цэвдэгийн дээрх нүх сүвэрхэг давхаргын устай сэвсгэр хурдсын формацтай.
5	Инженер-геологийн нөхцөл			+	Ул хөрсний хэв шинж сул, гадаргын налуу багатай, термокарстын эрчим ихтэй, Сэвсгэр хурдас, Карстад орж байгаа чулуурхаг нөхцөлтэй.
6	Цэвдгийн нөхцөл			+	Тасалданга цэвдгийн бүсэд багтах боловч судалгааны талбайн аллювын хурдаст агуулагдах цэвдгийн нөхцөл улирлаас ихээхэн хамааралтай. Улирлын гэсэлтийн норматив гүн 2.2-3.7 метрийн хооронд хэлбэлздэг. Хүйтний хагарлын дундаж гүн нь 0.7-1.5 м хүртэл байна.
7	Гүний урсцын эрчим			+	Гүний усны урсцын эрчим нэг км² талбайд 3,0-5,0 л/с хэмжээтэй. Гадаргын урцаас илүү гүний урсац нь давамгайлдаг.

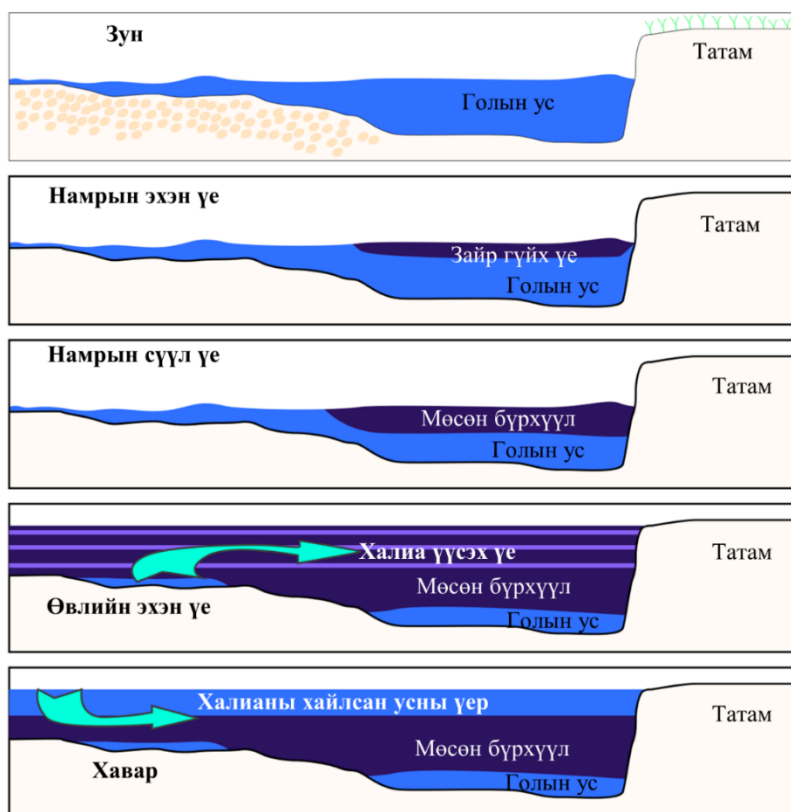
Эрдэнэбулган сумын суурьшлын бүсийн инженер геоморфологийн шинжилгээнээс үзэхэд геоморфологи, тектоникийн нөхцлөөр хязгаарлагдмал, харин геологи, гидрогеологи, инженер-геологи, гүний урсцын эрчим, цэвдгийн нөхцөл зэрэг үзүүлэлтээр тохиромжгүй байна.

Эгийн голийн хөндийн суурьшлын бүсийн дагуу зүсэлт хийж гадаргын нөхцөл, халианы орон зайн хамаарлыг тодруулав (Зураг 9).



Зураг 9. Суурьшлын бүсийн байршил ба халианы тархалтын хамаарал

Эгийн голын хөндийн голын голдрил ан цавыг дагаж үүсэх ба цэвдгийн тасалданги тархалттай учир улирлаас шалтгаалан ул хөрсний өнгөн хэсэгт хөлдөлт, гэсэлтийн үйл явц байнга явагдаж байдаг. Голын хөндийд үүсэх халиа нь орон зайн хувьд илүү талбайг хамардаг зүй тогтолтой. Энэ зүй тогтол нь суурьшлын бүсийн орон зайн байршилтай давхцдаг тул жил бүр халиа нөлөөлж иржээ. Улирлаас хамаарч ул хөрсний хөлдөлтийн гүнтэй уялдан халиа үндсэндээ үүсдэг (Walther et al., 2021). Голын хөндийн халиа үүслийн бүдүүвчээс үзэхэд намрын улиралд ул хөрсний өнгөн хэсэг хөлдөж хагарал, ан цавууд үүсч эхэлнэ. Энэ үед грунтын болон гүний урсац хуримтлагдаж эхлэх ба өвлийн улиралд ул хөрс хамгийн гүн хэмжээндээ хүрч хөлдөнө (Уламбаяр нар, 2019; Дашцэрэн нар, 2020). Энэ үед үүссэн ан цав, хагарлаар голын хөндийн татмыг дагаж халиа үүсч томоохон талбайг бүрхдэг (Walther et al., 2021). Эгийн голын хувьд халиа үүсэхдээ хөндийн болон голын голдирлын дагуу үүсдэг зүй тогтолтой. Энэ нь улирлаас хамаарч голын голдирлын дагуу халиа үүсч өвлийн улиралд хэмжээ нь эрс нэмэгдэж суурьшлын бүсэд нөлөө үзүүлж байгааг загварчилж харуулав (Зураг 10).



Зураг 10. Голын голдирлын дагуу халиа үүсэх загвар (Walther et al., 2021)

Голын голдирлын дагуу халиа үүсэхэд намрын улиралд мөсөн бүрхүүл тогтох бөгөөд өвлийн эхэн үед голд бүрэн мөсөн бүрхүүл тогтдог. Мөсөн бүрхүүл үе үе хагарч ан цав үүсгэх бөгөөд уг ан цаваар их хэмжээний ус дээш шахагдан гарч халианы талбайг тэлдэг (Walther et al., 2021). Эрдэнэбулган сумын суурьшлын бүс нь голын татам, голын голдирол руу сүүлийн жилүүдэд нэлээд шахаж суурьшсан нь халианы тархалтын чиглэлтэй тохирч байв.

Цаг хугацааны хувьд Эгийн голын хөндийн дагуух ул хөрсөнд хүйтний ан цав, хагарал XI-XII саруудад идэвхтэй хөгжих ба энэ үед грунтын усны нөлөөгөөр халианы тархалт дээд хэмжээндээ хүрч нэмэгддэг зүй тогтол илэрч байна. Хагарал, ан цав шинээр үүсэх явц I-II сард бараг зогсох хандлагатай боловч өмнө үүссэн хагарал, ан цаваар халиа давхраатан үүсэх үйл явц судалгааны талбайд үргэлжилсээр байв. Харин хаврын улирлын III сарын эхэн дунд үед халианы талбай, эзэлхүүний хэмжээг тооцоолов (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Эгийн голын суурьшлын бүсийн халианы талбай, эзэлхүүний өөрчлөлт (Amarbat et al., 2022)

Он	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Талбай, м ²	5923.4	5819.3	5469.1	5311.8	5289.6	4723.3	5406.6	5706.9	5809.3	5272.8	6381.3
Эзэлхүүн, м ³	5331.06	5237.37	4922.19	4780.62	4760.64	4250.97	4865.94	5136.21	5228.37	4745.52	5743.17

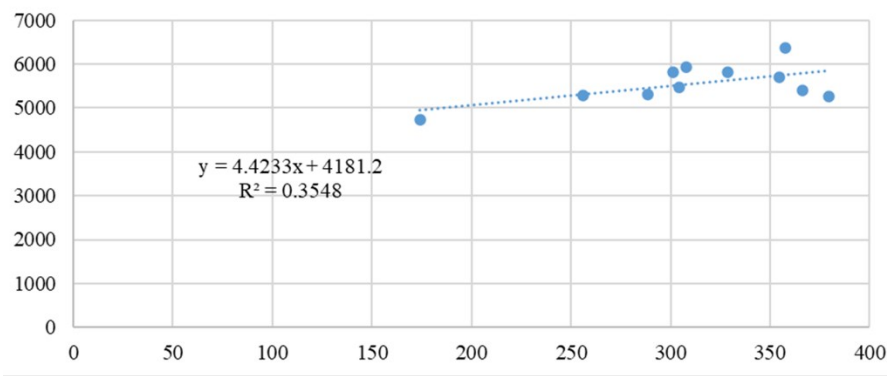
Сансрын зургийн тооцоогоор халианы талбайн сүүлийн 10 жилийн хугацааны дундаж хэмжээ 5555.8 м² байв. Халианы зузаан хээрийн хэмжилтээр 0.6-1.4 м орчим, дундаж зузаан 0.9 м байсан. Эндээс халианы дундаж эзэлхүүн 5000.2 м³ юм. Монгол орны халианы эзэлхүүний ангиллаар III зэрэгт хамаарагдаж байв. 2022 онд халианы талбай огцом нэмэгдсэн нь тухайн жилийн улирлын хур тунадасны хэмжээтэй хамааралтай байх боломжтой тул хур тунадасны өгөгдөлд шинжилгээ хийв (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 4. Эрдэнэбулган сумын хур тунадасны хэмжээ (2012-2022)

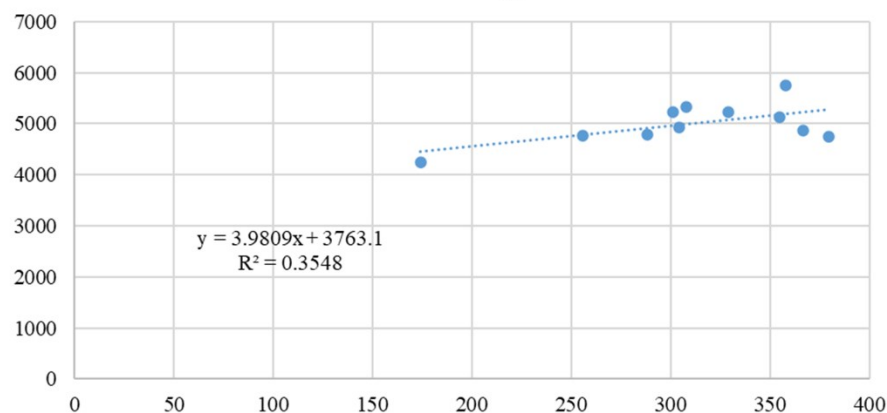
Он	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Дундаж
Хэмжээ, мм	307.8	301.2	304.3	288.3	255.9	174.1	366.5	354.6	328.7	379.3	357.6	310.6

Эрдэнэбулган сумын хур тунадасны хандлагыг авч үзэхэд сүүлийн 10 орчим жил нэмэгдэх хандлагатай байв. Судалгааны талбайд сүүлийн 10 жилийн хур тунадасны нийлбэр хэмжээ дундажаар 310.6 мм байгаа нь Монгол орны дундаж хэмжээнээс 90 мм орчим их байна. 2021 онд сүүлийн 10 жилд байгаагүй их тунадас буюу 379.3 мм унасан. Харин халианы талбайн хэмжээ 2022 оны I-II сард хамгийн их хэмжээнд хүрсэн нь өмнөх оны хур тунадасны хэмжээтэй уялдаатай байх боломжтой. Энэ зүй тогтлыг тодруулахын тулд статистик шинжилгээ хийж үзэв (Зураг 11).

А. Халианы талбай



Б. Халианы эзэлхүүн

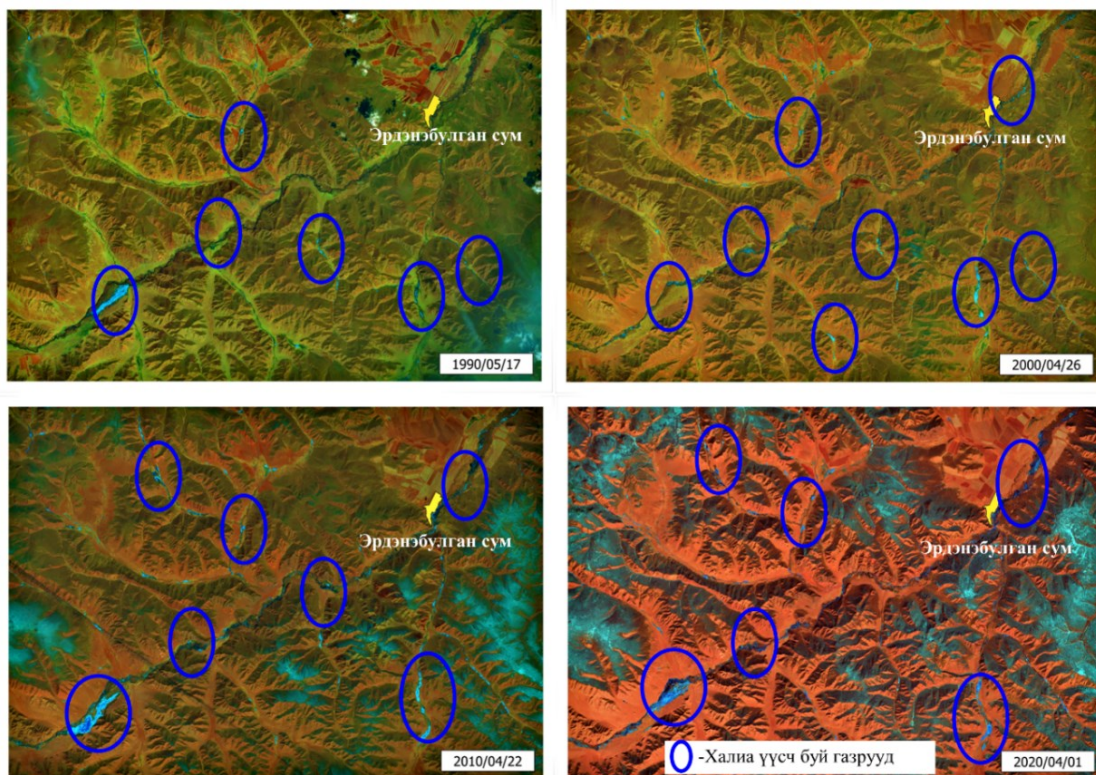


Зураг 11. Хур тунадас ба халианы талбай, эзэлхүүний хамаарал

Үр дүнгээс үзэхэд халианы талбай, эзэлхүүний аль аль нь хур тунадастай дундажаар $r=0.60$, $r^2=0.35$, $p=0.05$ корреляцийн хамааралтай байна. Энэ нь эзэлхүүн, талбайн хэмжээний 35% нь хур тунадастай холбоотой байгааг илэрхийлж байна. Үлдсэн 65% нь тухайн судалгааны талбайн геологи, гидрогеологи, цэвдэг, инженер-геологи, гүний урсцын эрчим зэрэг хүчин зүйлстэй холбоотой нь нотлогдож байна.

Дашцэрэн нар (2020)-ын Улаанбаатарын Амгалангийн орчимд хийсэн судалгааны тооцоогоор Улиастай голын сав газартай ойр байрлах Амгалангийн цаг уурын станцын харгалзах онуудын жилийн нийлбэр хур тунадасны хэмжээтэй харьцуулж үзэхэд 1994-2017 оны хоорондын хур тунадас нэмэгдсэн бол халианы талбай жил бүр буурах хандлагатай байсныг тогтоожээ. Эндээс хур тунадас ихтэй ч халианы талбайн өөрчлөлтөд ямар нэг нөлөө үзүүлэхгүй байгааг тодорхойлжээ (Уламбаяр нар, 2019; Дашцэрэн нар, 2020). Тухайн үр дүнд үндэслэн Улаанбаатарын Амгалангийн халиа нь ул хөрсний гаралтай халиа бус гүний тэжээгдэлтэй холбоотойг тогтоосон байдаг (Дашцэрэн нар, 2020). Харин Эрдэнэбулган сум орчимд унасан хур

тунадасны хэмжээ нь халианы талбай, эзэлхүүнтэй 35%-ийн хамааралтай байгаа нь халиа үүсэх нөхцөл нь ул хөрсний бус гео-орон зайн нөхцөлтэй шууд уялдаатай байдаг нь энэхүү харьцуулалтаас харагдаж байна. Энэ бүс нутагт улирлын онцлогоос шалтгаалж халиа тогтмол үүсч байдаг нь тогтоогдсон (Зураг 12).



Зураг 12. Эгийн голын хөндийн болон бусад голуудын хөндийд үүсч буй халианы тархалт, орон зайн байршлууд (1990-2020)

Эгийн голын хөндий болон бусад голуудын хөндийн дагуу 1990 оноос хойш 10 жилийн давтамжтай сансрын зургаар халиа үүсч буй газруудыг тодруулахад 4-7 байршилд халиа тогтмол үүсдэг онцлогтой байна. Тогтмол үүсдэг халианы нэг байршил нь Эрдэнэбулган сумын төвийн суурьшлын бүс байгаа нь тогтоогдож байна.

Дүгнэлт

Судалгааны талбайн суурьшлын бүсийн инженер геоморфологийн шинжилгээнээс үзэхэд геоморфологийн хувьд хязгаарлагдмал тохиромжтой, геологийн нөхцлөөр тохиромжгүй, тектоникийн нөхцлөөр хязгаарлагдмал, харин цэвдэг, гидрогеологи, инженер-геологи, гүний усны урсцын эрчим зэрэг үзүүлэлтээр тохиромжгүй байна. Энэ тохиромжгүй үзүүлэлтүүд нь суурьшлын бүсэд халиа үүсгэх онцгой хүчин зүйл болж байна.

Цэвдэгийн тархалттай бүс нутгуудад оршиж буй сум, суурин газруудын инженер, геоморфологийн шалгуур үзүүлэлтийг шинээр боловсруулсан ба цаашид энэ шалгуур үзүүлэлтийг баримталж бусад судалгааны талбайд туршиж үзэх, харьцуулах, инженер геоморфологийн нөхцлийг тодорхойлох боломжтой.

2022 оны I-II сард хамгийн их хэмжээнд хүрсэн. Халианы талбай, эзэлхүүний хур тунадастай корреляцийн хамаарал нь дундажаар $r=0.60$, $r^2=0.35$, $p=0.05$ байна. Энэ нь эзэлхүүн, талбайн хэмжээний 35% нь хур тунадастай холбоотой байгааг илэрхийлж байв. Харин 65% нь суурьшлын бүсийн инженер геоморфологийн нөхцөлтэй холбоотой нь нотлогдож байна.

Хот, суурин газруудын орон зайн байршлын төлөвлөлтөд инженер геоморфологийн асуудлуудыг урьдчилан судалж тогтоох нь Монголд нэн чухал байна. Цаашид инженер геоморфологийн нөхцлөөр тохиромжгүй, хүн амын эрүүл, аюулгүй амьдрах орчинд сөргөөр нөлөөлөхүйц орчны бохирдол үүсгэх хүчин зүйлийн нэг болж болох халиа, тошингийн

судалгааны нэгдсэн үнэлгээг тодорхой аргачлалаар гаргах шаардлагатай юм. Энэхүү судалгааны үр дүнгүүд нь цэвдгийн болон инженер геоморфологийн шинж чанараас хамаарч, суурьшлын бүсийн төлөвлөлтийн төсөл боловсруулахад анхаарах чухал жишиг болж өгөх юм. Энэ судалгаа нь цэвдгийн болон инженер геоморфологийн шинж чанараас хамаарч, суурьшлын бүсийн төлөвлөлтийн төсөл боловсруулахад анхаарах шаардлагатай асуудлыг хөндсөн онцлогтой. Цаашдаа суурьшлын бүсийг голын хөндий рүү тэлэхгүй байх, далан байгуулах, суваг татах, нүүлгэн шилжүүлэх зэрэг инженерийн шийдлүүдийг хийх шаардлагатай юм.

Талархал

Энэ судалгааг МУИС-ийн Залуу Судлаачийн Грант (P2022-4367) төсөлт ажлын хээрийн судалгааны материалаас ашиглан гүйцэтгэв. Судалгаанд хянан магадлагаа хийж оновчтой санал өгсөн шүүмжлэгч нарт талархал илэрхийлье.

Ном зүй

1. Бямба, Ж., Наумов, В.Л., Горячев, Л. И., Ласточкин, С В. (1989). *Атлас Озера Хубсугул*, Омской картографической фабрикой ГУГК СССР, 8-25
2. Даваа, Г. (2015). *Монгол орны гадаргын усны горим, нөөц*. Улаанбаатар хот, х. 83-88
3. Дашцэрэн, А., Саруулзаяа, А., Тэмүүжин, Х., Цогт-Эрдэнэ, Г., ба бусад. (2020). *Цэвдэг, хүйтний үзэгдлийн тархалтын үнэлгээ*, Монгол Улсын хүн амын нутагшилт, суурьшлын хөгжлийн ерөнхий төслийн тайлан, ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, 36-49
4. Жамбалжав, Я. (2017). *Монгол орны цэвдэгийн тархалт, өөрчлөлт*. Нэг сэдэвт бүтээл. Улаанбаатар хот, 6-14, 22-59
5. Козлова, Ю.П., Воробьев, В.В., Батсуурь, Д (ред). (1989). *Атлас Озера Хубсугул*, Омской картографической фабрикой ГУГК СССР, 8-25
6. Лонжид, Н. (1969). *Монгол орны цэвдэгт чулуулаг, Улсын хэвлэлийн газар*, Улаанбаатар хот, 55-68
7. Писирский, Б.И., Батсүх, Н. (1989). *Атлас Озера Хубсугул*, Омской картографической фабрикой ГУГК СССР, 8-25
8. Төмөрбаатар, Д. (2004). *Монгол орны улирлын ба олон жилийн цэвдэг чулуулаг*, Урлах эрдэм, Улаанбаатар хот, 88-96
9. Хөвсгөл аймгийн Эрдэнэбулган сумын ЗДТГ, (2022). Халиа үүссэн нөхцөл байдлын гэрэл зургууд, <https://montsame.mn/mn/read/288636>
10. Шагдар, Ш. (2007). *Монголын газарзүйн нэрийн товч толь бичиг*, Улаанбаатар хот, х. 334-338
11. Amarbat, G., Altanbold, E., Ulambadrakh, Kh., Gansukh, Ya., Byambakhuu, G., & Yumchmaa, G. (2022). Problems of engineering geomorphology in the settlement zone of the Eg River valley: A case study of Aufeis in Erdenebulgan Soum, Khuvsgul Province, *Geographical Issues*, 22(02), 17-29.
12. Brunning, P., & Vennemann, O. (2014, March). Special Challenges Designing and Installing Pipelines in Asia-Pacific with Emphasis on Seabed Geomorphology, Routing and Span Rectification. In *Offshore Technology Conference-Asia*. OnePetro.
13. Burger, K. C., Degenhardt Jr, J. J., & Giardino, J. R. (1999). Engineering geomorphology of rock glaciers. *Geomorphology*, 31(1-4), 93-132.
14. Clayton, A., Stead, D., Kinakin, D., & Wolter, A. (2017). Engineering geomorphological interpretation of the Mitchell Creek Landslide, British Columbia, Canada. *Landslides*, 14(5), 1655-1675.
15. Dorjsuren, B., Batsaikhan, N., Yan, D., Yadamsjav, O., Chonokhuu, S., Enkhbold, A., ... & Qin, T. (2022). Trend Analysis of Hydro-Climatic Variables in Lake Baikal Basin. *Water Resources*, 49(1), 46-57.
16. Enkhbold, A., Dorjsuren, B., Khukhuudei, U., Yadamsuren, G., Badarch, A., Dorjgochoo, S., ... & Gedefaw, M. (2022). Impact of faults on the origin of lake depressions: a case study of Bayan Nuur depression, North-west Mongolia, Central Asia. *Geogr Fis Din Quat*, 44, 69-82.
17. Erdenejargal, N., Dorjsuren, B., Choijinjav, L., Doljin, D., Enkhbold, A., Munkhuu, B., ... & Girma, A. (2021). Evaluation of the natural landscape aesthetic: a case study of Uvs province, Mongolia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(5), 4497-4509.
18. Fookes, P. G., Lee, E. M., & Griffiths, J. S. (2006). *Engineering geomorphology: theory and practice*. Whittles.

19. Griffiths, J. S., & Hearn, G. J. (1990). Engineering geomorphology: A UK perspective. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology-Bulletin de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur*, 42(1), 39-44.
20. Griffiths, J. S., & Whitworth, M. (2012). 15 Engineering geomorphology of landslides. *landslides: types, mechanisms and modeling*, 172.
21. Gupta, A., & Ahmad, R. (1999). Geomorphology and the urban tropics: building an interface between research and usage. *Geomorphology*, 31(1-4), 133-149.
22. Hearn, G. J. (2019). Geomorphology in engineering geological mapping and modelling. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 78(2), 723-742.
23. Hwang, C. L., & Lin, M. J. (2012). *Group decision making under multiple criteria: methods and applications* (Vol. 281). Springer Science & Business Media.
24. James, A. (1999). Time and the persistence of alluvium: River engineering, fluvial geomorphology, and mining sediment in California. *Geomorphology*, 31(1-4), 265-290.
25. Laimer, H. J. (2021). Engineering geomorphology: A novel professional profile to face applied challenges in earth surface dynamics in mid-Europe. *Earth Surface Processes and Landforms*, 46(11), 2127-2135.
26. Obu, J., Westermann, S., Bartsch, A., Berdnikov, N., Christiansen, H. H., Dashtseren, A., ... & Zou, D. (2019). Northern Hemisphere permafrost map based on TTOP modelling for 2000–2016 at 1 km² scale. *Earth-Science Reviews*, 193, 299-316.
27. Qi, M., Liu, S., Wu, K., Zhu, Y., Xie, F., Jin, H., ... & Yao, X. (2022). Improving the accuracy of glacial lake volume estimation: a case study in the Poiqu basin, central Himalayas. *Journal of Hydrology*, 127973.
28. Sakakibara, R., Hattori, T., Uchiyama, T., & Yamanishi, T. (1999). Urinary function in elderly people with and without leukoaraiosis: relation to cognitive and gait function. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 67(5), 658-660.
29. Sharkhuu, A., Sharkhuu, N., Etzelmüller, B., Heggem, E. S. F., Nelson, F. E., Shiklomanov, N. I., ... & Brown, J. (2007). Permafrost monitoring in the Hovsgol mountain region, Mongolia. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 112(F2).
30. Sharkhuu, N. (1999). Occurrence of frost heaving in the Selenge River Basin, Mongolia. *Permafrost and Periglacial Processes*, 10(2), 187-192.
31. Stokes, C. R., & Clark, C. D. (1999). Geomorphological criteria for identifying Pleistocene ice streams. *Annals of glaciology*, 28, 67-74.
32. Walther, M., Batsaikhan, V., Dashtseren, A., Jambaljav, Y., Temujin, K., Ulambayar, G., & Kamp, U. (2021). The Formation of Aufeis and Its Impact on Infrastructure around Ulaanbaatar, North-Central Mongolia. *Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolei*, 14, 385-398.
33. Yamkhin, J., Yadamsuren, G., Khurelbaatar, T., Gansukh, T. E., Tsogtbaatar, U., Adiya, S., ... & Natsagdorj, (2022). S. Spatial distribution mapping of permafrost in Mongolia using TTOP. *Permafrost and Periglacial Processes*. 1-22
34. Zhang, G., Bolch, T., Chen, W., & Crétaux, J. F. (2021). Comprehensive estimation of lake volume changes on the Tibetan Plateau during 1976–2019 and basin-wide glacier contribution. *Science of the Total Environment*, 772, 145463.