



NATIONAL UNIVERSITY OF MONGOLIA
SCHOOL OF ARTS AND SCIENCES
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY

Geographical Issues

Газарзүйн Асуудлууд

Volume 25 (02)

ISSN: 2312-8534

2025

Ulaanbaatar

Delineating the boundary between the Mongolian Altay and Gobi-Altay Mountain Ranges: A Geomorphic and Geographical Approach

Altanbold Enkhbold¹, Ulambadrakh Khukhuudei², Dash Doljin³, Yeong Bae Seong⁴, Batzorig Batbold¹,
Gansukh Yadamsuren⁴, Ser-Od Tsedevdorj^{3*}

¹Laboratory of Geopedology, Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar 210646, Mongolia

²Research Center of Geology and Mineral Resources, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar 210646, Mongolia

³Department of Geography, School of Mathematics and Natural Sciences, Mongolian National University of Education, Ulaanbaatar 14191, Mongolia

⁴Department of Geography Education, Korea University, Seoul 02841, Republic of Korea

⁵Department of Ecology, School of Agroecology, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar 17024, Mongolia

*Corresponding author: serod@msue.edu.mn

Received: 2025.04.01

Revised: 2025.06.26

Accepted: 2025.07.01

Abstract

This study addresses the long-standing academic issue of delineating the boundary between the Mongolian Altay and Gobi-Altay mountain ranges in southwestern Mongolia. A combination of comparative geomorphological analysis and morphometric methods was employed. The results reveal that the Mongolian Altay is characterized by relatively high elevations, glaciated peaks, a more humid climate, widespread permafrost, well-developed altitudinal zonation, and distinctly differentiated landscapes. Geologically, it is dominated by Paleozoic metamorphic and intrusive rocks. Geomorphologically, erosional landforms prevail. In contrast, the Gobi-Altai range exhibits lower elevations, arid climate, limited permafrost distribution, weak altitudinal zonation, and less pronounced landscape differentiation. Its geological structure is characterized mainly by relatively young sedimentary and intrusive rocks, while geomorphologically, both depositional and erosional landforms are common. A key outcome of the present study is the identification of the Huvch - Alag Lake fault zone - extending approximately 100 km - as a morphostructural boundary between the two mountain systems. Morphometric indicators such as hypsometric integral ($HI > 0.71$), mountain front sinuosity ($MFs \approx 1.1$), and steep fault-related slope angles ($RSI > 65-71^\circ$) provide strong evidence of tectonic and morphostructural contrasts along this fault zone. Furthermore, differences in landscape structure, climate, vegetation, and permafrost distribution reinforce the validity of this boundary. These findings contribute to a more precise classification of Mongolia's mountain systems and offer significant insights into the ongoing geodynamic processes driven by the India-Eurasia continental collision. Additionally, the study provides a scientific basis for regional ecological, tectonic, landscape, and geomorphological regionalization, as well as for the assessment and sustainable use of natural conditions and resources.

Keywords: Mountain boundaries, morphometric analysis, comparison analysis, Huvch Range, Alag Lake depression, Fault

Монгол Алтай, Говь-Алтайн нурууны хил заагийг тогтоох асуудалд: Газарзүй болон геоморфологийн хандлага

©Энхболд Алтанболд¹, Хөхөөдэй Уламбадрах², Должин Даш³, Ён Бэ Сон⁴, Батболд Батзориг¹,
Ядамсүрэн Гансүх⁵, Цэдэвдорж Сэр-Од^{3*}

¹Геопедологийн лаборатори, Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их
Сургууль, Улаанбаатар 210646, Монгол Улс

²Геологи, эрдэс баялгийн судалгааны төв, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их
Сургууль, Улаанбаатар 210646, Монгол Улс

³Газарзүйн тэнхим, Математик, Байгалийн Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Боловсролын Их
Сургууль, Улаанбаатар 14191, Монгол Улс

⁴Газарзүйн боловсролын тэнхим, Корей Их Сургууль, Сөүл 02841, Бүгд Найрамдах Солонгос Улс

⁵Экологийн тэнхим, Хөдөө Аж Ахуйн Их Сургууль, Агроэкологийн Сургууль, Улаанбаатар
17024, Монгол Улс

*Харилцагч зохиогч: serod@msue.edu.mn

Хүлээн авсан: 2025.04.01

Засварласан: 2025.06.26

Зөвшөөрөгдсөн: 2025.07.01

Хураангуй

Монгол Алтай болон Говь-Алтайн нурууны хил заагийг тогтоох асуудлыг судалгаагаар хөндлөө. Судалгаанд харьцуулсан болон морфометрийн шинжилгээний аргазүй ашиглав. Харьцуулсан шинжилгээний үр дүнгээр Монгол Алтай нуруу нь газарзүйн хувьд харьцангуй өндөрлөг, мөстлөг бүхий оргилуудтай, уур амьсгал харьцангуй чийглэг, цэвдгийн тархалт ихтэй, уулын босоо бүслүүр ба ландшафтын ялгаа тод илэрдэг. Геологийн тогтоцын хувьд палеозойн хувирмал болон интрузив чулуулаг уулсыг бүрдүүлэх ба геоморфологийн хувьд өгөршил, элэгдлийн хэв шинж бүхий гадарга зонхилдог онцлогтой байна. Говь-Алтай нуруу нь харьцангуй нам өндөртэй, хуурай уур амьсгалтай, цэвдгийн тархалт багатай, уулын босоо бүслүүр цөөн бөгөөд ландшафтын ялгаа харьцангуй бага илэрдэг онцлогтой. Геологийн тогтоцын хувьд харьцангуй залуу тунамал болон интрузив чулуулаг зонхилох ба геоморфологийн хувьд хуримтлал болон элэгдлийн хэв шинж бүхий гадарга давамгайлдаг болохыг тогтоолоо. Нарийвчилсан хил заагийн хувьд Хөвч-Алаг нуурын 100 орчим км урт хагарал нь энэхүү хоёр нуруудын морфоструктурын илжлтийн бүс болж байгааг морфометрийн шинжилгээгээр тогтоолоо. Морфометрийн үзүүлэлтүүд болох гипсометрийн интеграл тухайн хил заагт ($HI > 0.71$), Уулын хажуугийн шинжилгээ ($MFs \approx 1.1$), Хагарлын дагуух налуу ($RSl > 65-71^\circ$) зэрэг байгаа нь уг хагарлын дагуу тектоникийн болон морфоструктурын огцом ялгааг нотлон харуулж байна. Мөн уг хил зааг нь ландшафтын хэв шинж, уур амьсгал, ландшафт, цэвдэгийн тархалтын ялгаагаар улам баталгаажиж байна. Судалгааны үр дүн нь Монгол орны уул нуруудын ангиллыг нарийвчлан тодорхойлоход хувь нэмэр оруулж, Энэтхэг-Евразийн тектоник мөргөлдөөний улмаас үргэлжилж буй геодинамик үйл явцыг ойлгоход энэ судалгаа чухал юм. Мөн бүс нутгийн физик газарзүй, тектоник, геоморфологи, ландшафтын мужлалыг боловсруулах, байгалийн нөхцөл, нөөцийг үнэлэх, зохистой ашиглалтад суурь өгөгдөл болох юм.

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: Э.Алтанболд, Д.Даш, Х.Уламбадрах, Ц.Сэр-Од: Онолын үндэслэл, үндсэн бичвэр, өгүүллийн эх бэлтгэл, үр дүнгийн хяналт; Б.Батзориг, Я.Гансүх, Ён Бэ Сон: Аргазүй боловсруулалт, зураглал боловсруулалт, үр дүнгийн хяналт; Э.Алтанболд, Д.Даш, Ц.Сэр-Од: Хээрийн судалгаа, үр дүнгийн хяналт

Түлхүүр үгс: Уул нуруудын хил зааг, Хөвчийн нуруу, Алаг нуурын хотгор, Морфометрийн шинжилгээ, Хагарал, Харьцуулсан шинжилгээ

Оршил

Уулархаг бүс нутгийг зааглах, ангилах нь геологи, геоморфологи болон физик газарзүйн чухал асуудлуудын нэг юм. Уул, нурууны зааг нь зөвхөн өндөршлийн хэмжээсээр хязгаарлагдахгүй бөгөөд газрын гадаргын хэлбэр, чулуулгийн бүтэц, тектоник хөдөлгөөний эрчим, морфометрийн үзүүлэлт, ландшафт, уур амьсгал зэрэг олон хүчин зүйлсийн уялдаатай нөхцөлд үндэслэгддэг. Дэлхийн хэмжээнд уулсыг зааглахдаа геоморфологийн хувьд харьцангуй өндөршил, морфологи, гадаргын огцом өөрчлөлт, хагарлын зүй тогтол зэрэг морфометрийн үзүүлэлтийг ашигладаг (Kapos et al., 2000) бол геологийн хувьд чулуулаг давхаргын бүтцийн ялгаа, эртний болон шинэ тектоник үйл явцыг харгалзан үздэг (Yamada, 1999; Gondol et al., 2008; Wiczeorek, Migoń, 2014). Эндээс нэн тэргүүнд уул, нуруудын тектоник өргөгдөл, хагарлын бүс, хавтангуудын шилжилт, шахалтын хил заагуудад тулгуурлаж газарзүйн хил заагийг тодорхойлж ирсэн байдаг (Kapos et al., 2000; Körner et al., 2021).

Өнөөгийн олон улсын судалгаанд уул, нуруудын заагийг тектоникийн хэв шинжид тулгуурлан илүү нарийвчлан тодорхойлохын тулд морфометрийн тоон үзүүлэлтүүд, сансрын зураглалын мэдээлэл, тектоник бүсчлэл зэргийг хослуулан ашиглах нь түгээмэл хандлага болоод байна (Yamada, 1999; Kapos et al., 2000; Gondol et al., 2008; Wiczeorek, Migoń, 2014). Тухайлбал, өндөршил 500 м-ээс дээш, эсвэл орчны гадаргаас харьцангуй өндөр 300 м-ээс дээш өргөгдсөн гадаргыг “уул” гэж үзэх олон улсын нийтлэг хандлага байхад (Kapos et al., 2000; Gondol et al., 2008; Körner et al., 2021), зарим өндөрлөг гадарга бүхий бүс нутагт энэ босго өөрчлөгдсөн байдаг. Үүний зэрэгцээ уулархаг бүсийн байгаль орчин, экосистем, уур амьсгал, хөрс, ландшафтын шилжилтийн бүсийг баримтлан тодорхойлох нь хоорондын уялдаа холбоог нь улам бүр нарийсгаж судалгааны ач холбогдлыг улам нэмэгдүүлж байна.

Монгол орны хувьд газар зүйн хувьд уудам нутаг дэвсгэрийг хамарсан хэдий ч уулсын бүтэц, гарал үүсэл, хөгжил нь геоморфологийн болон тектоник шинж чанараараа эрс ялгаатай байдаг (Жигж, 1975). Иймд уул, нурууг зааглахад тухайн бүс нутгийн геоморфологи-тектоник нөхцөлийг нарийвчлан үнэлэх шаардлагатай юм. Түүнээс гадна уур амьсгал, ландшафтын нарийвчилсан шалгуур үзүүлэлт боловсруулж үнэлгээ хийх нь чухал юм. Уул, нуруудын хил зааг, ялгааг тодорхойлоход ерөнхий ба нарийвчилсан шалгуур ашиглах нь энэ чиглэлийн судалгааны цаашдын хөгжилд чухал байр суурь эзлэх боломжтой юм.

Энэхүү судалгаагаар уул, нурууны зааглалыг олон улсын шалгуур үзүүлэлт, Монгол орны байгалийн нөхцөлд тохируулан шинжлэх бөгөөд геоморфологийн тектоник геоморфологийн шинжилгээ болон сансрын зураглал, хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан уулсын заагийг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй тогтоох нь онолын хувьд чухал ач холбогдолтой юм. Уулсын хил, заагийг нарийвчлан тогтоох нь бүс нутгийн физик газарзүй, тектоник, геоморфологи, ландшафтын мужлалыг боловсруулах, байгалийн нөхцөл, нөөцийг үнэлэх, зохистой ашиглалтад суурь өгөгдөл болох боломжтой.

Монгол Алтай, Говь-Алтайн нуруу нь Монгол орны баруун ба баруун өмнөд хэсэгт орших, уулархаг бүс бөгөөд геоморфологийн болон геологийн бүтцийн хувьд тодорхой ялгаатай шинжүүдийг илэрхийлдэг. Эдгээр уулсын систем нь Энэтхэг ба Евразийн хавтангийн мөргөлдөөний нөлөөгөөр Гимилайн нуруунаас зүүн хойд чигт үүссэн хэд хэдэн уулархаг системийн бүрэлдэхүүнд хамаарах, уулсын систем бөгөөд өргөгдөл ихтэй, салбар уулсын оргилууд 4000 м-ээс дээш өндөртэй, хуурай, сэрүүн, хагас чийглэг уур амьсгалтай. Энэ бүс нутаг нь палеозойн насны гнейс, гранитоид чулуулаг давамгайлсан, шинэ тектоник өргөгдөлд ихээхэн өртсөн нуруу юм (Девяткин, 1981; Khukhuudei et al., 2020). Харин Говь-Алтайн нуруу нь харьцангуй бага өндөршилтэй ихэнх оргил 2500–3000 м, сэрүүн хуурай, уур амьсгалтай

бүсэд орших ба түүнийг бүрдүүлэгч үндсэн чулуулаг нь хожуу мезозой, кайнозойн үеийн тунамал болон интрузив гаралтай чулуулаг зонхилон тархсан байдаг.

Эдгээр хоёр нурууны хоорондын заагийг тодорхойлох нь зөвхөн морфометрийн үзүүлэлтээр хязгаарлагдахгүй бөгөөд уур амьсгал, ус зүй, ландшафтын харьцуулсан судалгаатай уялдан байж илүү нарийвчилсан үнэлгээнд хүрэх боломжтой юм. Судлаачид энэхүү уулсын заагийг тектоник хагарал, морфоструктурын хэв шинж, уур амьсгалын горим, хөрсөн бүрхэвч, ландшафтын шилжилтийн зурвасын ялгаанд нь тулгуурлан зааглаж иржээ (Мурзаев, 1952; Сеницын, 1959; Цэгмид, 1969; Селиванов, 1972; Жигж, 1975; Флоренсов, Коржуев, 1982; Сумъяа, 1988; Doljin, Yembuu, 2021).

Мурзаев (1952)-ын үзсэнээр Монгол Алтайн нурууны үргэлжилсэн нуруу нь Бурхан Буудай уул, Гичгэний нуруугаар төгсгөл болдог бөгөөд уулсын хөгжил, орой, хажуугийн хөгжил нь Монгол Алтайн нурууны уулсын үндсэн хэлбэрийг хадгалдаг гэж тэмдэглэсэн байдаг.

Цэгмид (1969) үзсэнээр Монгол Алтайн нуруу нь тасралтгүй үргэлжилсэн шинжтэй, цулдам уулс бүхий орчин үеийн элэгдлийн гадарга зонхилсон шинжтэй Гичгэний нурууны төгсгөл Баян Цагааны нурууны эх, Хутаг нуураар зааглана. Харин Говь Алтайн нуруу нь бие даасан уулсаас бүрдсэн эдгээр нь хоорондоо өргөн уудам тал, хөндий, хотос тусгаарлагдан хэдэн арваас хэдэн зууны километр хүртэл зайтай оршдог онцлогтой. Гичгэнийн нуруунаас эхлэн говийн хуурай уур амьсгалын горим, түүнийг дагасан ландшафтын систем уулсын хажууд бэлд тод илэрдэг гэж үзжээ.

Сеницын (1959), Селиванов (1972) үзсэнээр Монгол Алтайн зүүн хэсгээр Хөвчийн нурууны дагуу бараг голдожийн дагуу чиглэлтэй, Алаг нуурын хагарал өнгөрдөг бөгөөд энэ нь Монголын Алтайн цулдам тогтоцыг Говь-Алтайн нурууны салангид тусгаарлагдсан уулсаас заагладаг гэж үзсэн. Тэрээр Монголын Алтайн зүүн хилийг ЗУ 94°30' голдожоос зүүн тийш нь Говийн Алтайн бүрэлдэхүүнд багтах нь зүй ёсны бөгөөд тус хэсэг нь өөрийн гэсэн нэршилтэй байх шаардлагатай. Иймд уг нутаг дэвсгэрийг Говь Алтай гэж нэрлэн, бүхэлдээ нэгэн геоморфологийн муж болгон авч үзэх боломжтой гэж үзжээ.

Жигж (1975)-ийн үзсэнээр Алаг нуур, Шаргын хотгорын харалдаа уулсын чиглэл өөрчлөгдөж нарийсахаас гадна ландшафтын хэв шинж дагаж өөрчлөгддөг зүй тогтолд тулгуурлан Монгол Алтайн нурууны төгсгөлийг Хөвчийн нуруугаар тусгаарлан авч үзжээ.

Флоренсов, Коржуев (1982) нар Шаргын хотгороос Гичгэний нурууны төгсгөл хэсгийг Говь-Алтайн нурууны баруун хэсэг хэмээн тодорхойлж байжээ.

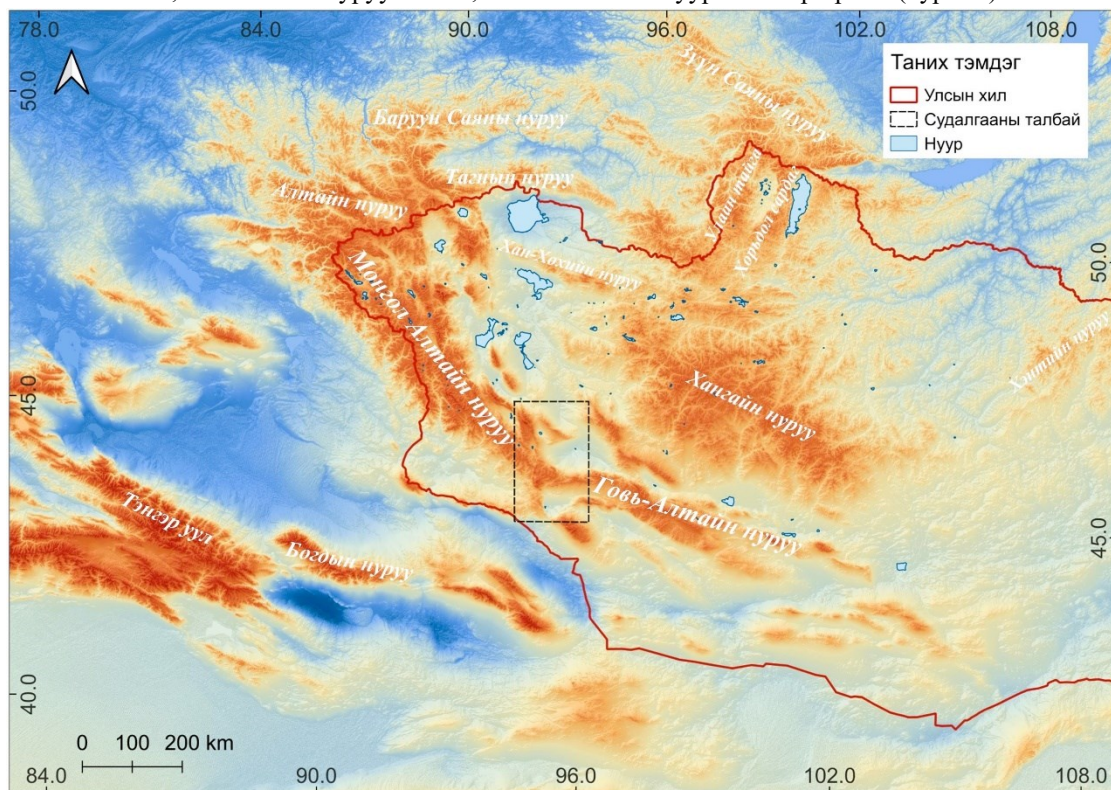
Сумъяа (1988)-гийн үзсэнээр Монгол Алтайн зүүн хэсгийн уулсын тогтолцоо хойшоо Шаргын говь, урагшаа Алаг нуурын хотгорын хооронд хамгийн нарийсч энэ хэсэгт Хөвч-Алаг нуурын гүний хагарал бараг уртрагийн дагуу чигт хөндлөн чигт 100 гаруй км үргэлжилнэ. Хөвч-Алаг нуурын хагарлыг дагаж өргөгдсөн Хөвчийн нуруу нь Зүүн гарын говь, Алаг нуурын хотгорыг тусгаарлаад зогсохгүй уулзүйн тогтоц эрс өөрчлөгддөг болохыг 1-рт Хөвчийн нурууны зүүн хажуугийн хагарлын дагуу бараг 900 м эгц хажуутай хадан хясаа үүсгэн хэдэн арван км үргэлжлэх ба хавцал, сайраар хэрчигдсэн байдаг. Хөвчийн нурууны суналтай уялдан Алаг нуурын хотгор бараг өргөргийн дагуу чиглэлтэй тогтсон гэж үзжээ. 2-рт Алаг нуурын хотгороос зүүн тийш Говь-Алтайн нурууны баруун талаас өргөргийн дагуу шаталж, нилээд дугуйрч нумарсан өөр хоорондоо хөндийгөөр тусгаарлагдсан өргөгдөл үүсгэж урагш, зүүн урагш чигийг барин салбарласан уулзүйн тогтоц үүссэн болохыг тодорхойлжээ. Түүнчлэн Монгол орны физик газарзүйн ихэнх зургуудад Баян Цагааны нурууны эх Хутаг нуур орчмын газрыг Монгол Алтай, Говь-Алтайн нурууны зааг гэж тэмдэглэжээ. Монгол Алтай, Говь-Алтайн нурууг зааглаж үзэх нь зөв боловч дээрх байдлаар тогтоохдоо чухам юуг баримталсан нь тодорхойгүй байгааг судлаач анх онцлон тэмдэглэсэн байдаг. Үүнээс хойших зургуудад мөн л дээрх хандлага ажиглагдсаар ирсэн билээ.

Даш, Батчулуун (2021) нар өмнөх судлаачдын үзлүүдийг нэгтгэн үзэж Хөвчийн нурууг Монгол Алтай, Говь-Алтайн нурууны зааг болохыг дүгнэн тэмдэглэсэн байдаг (Doljin, Yembuu, 2021).

Харин Монгол Алтай болон Говь-Алтайн нурууны заагийг геологи, газарзүйн ижил байдлаар ялгаатай байдлын хувьд харьцуулсан шинжилгээ хийж, тухайлсан онцлог шинж тэмдэгт нь тулгуурлан зураглалын үр дүнгүүдээр баталгаажуулах, тодорхойлох нь тухайн бүсийн уулархаг нутгийн хөгжил, уулсын ангилал, ландшафтын нөхцөл, нөөцийг үнэлэх, ашиглахад чухал үүрэгтэй тул асуудлыг хөндлөө.

Судалгааны талбай

Алтайн нуруу нь баруун хойноос зүүн урагш чигт (45–52°N, 89–94°E) сунаж тогтсон бөгөөд Монгол, Хятад, ОХУ, Казахстан гэсэн улс орнуудын хилийг дайран өнгөрдөг (Хилько, Курушин, 1982; Strand et al., 2022). Алтай нуруу нь үндсэн чиглэлдээ бараг параллель байдлаар өргөгдсөн нуруудаас тогтдог бөгөөд нуруудын хооронд гүн хөндий, хотгоруудаар зааглагдана (Девяткин, 1981; Сэр-Од, 2019). Ус хагалбарын шугамууд нуруудын хярын дагуу байрладаг нь уг нурууны хоёр дахь морфологид чухал нөлөө үзүүлдэг. Алтайн нурууны баруун хойд хэсгийн нурууд нь хавтгайдуу оройтой, налуу хажуутай, зарим хэсэгт гүн гүнзгий ховил үүссэн байдаг. Харин зүүн урагш чиглэх тусам уулсын морфоструктур шинж нь ян сарьдаг бүхий оройтой, гүн хавцал дагасан сайр, уулсын бэл сайн хөгжсөн рельефтэй байдгаараа хоорондоо ялгардаг (Синицын, 1959; Селиванов, 1972; Хилько, Курушин, 1982). Энэ морфоструктурын ялгаа нь Монгол Алтай, Говь-Алтай нурууг ялгах, зааглах гол шалгуур болсоор иржээ (Зураг 1).



Зураг 1. Судалгааны талбайн газарзүйн байршил (Тасархай хар зураасаар энэ судалгааны талбайг тодруулав)

Алтайн нурууны Монгол дахь хэсэг болох Монгол Алтай нуруу баруун талдаа Таван Богд уулнаас эхлэн зүүн урагшаа үргэлжлэх бөгөөд Монгол орны хамгийн том уулсын систем

юм. Энэ нуруу нь геологийн тогтцын хувьд Алтайн уулт тогтолцоонд хамаарагдах ба ойролцоогоор далайн түвшнээс дээш (д.т.д) 3000-4000 м түүнээс илүү өндөрлөг гадаргатай, хамгийн өндөр нь Хүйтэн оргил (4374 м), Мөнххайрхан (4362 м) бөгөөд мөнх цас мөсөн гол бүхий Монголын хамгийн өндөр хоёр оргил юм (Klinge et al., 2021). Монгол Алтайн нуруу нь 106,000 км² талбайг хамардаг бөгөөд баруун хойноос зүүн урагш чиглэлтэй нийт урт нь 600 км, өргөн нь баруун хойд хэсгээрээ 350 км, зүүн урд хэсэгтээ 150 км хүрдэг (Селиванов, 1972; Khukhuudei et al., 2020; Enkhbold et al., 2024). Монгол Алтайн нуруу нь транспрессийн дагуу байрласан уулсын системээс бүрддэг (Khukhuudei et al., 2024). Үүнд Монгол Алтай, Хунгийн нуруу-Дэлүүн, Баатар Хайрхан-Сутай, Байрам-Хархираагийн нурууд хоорондоо хотгоруудаар зааглагдах бөгөөд эдгээр нь хагарлаар зааглагдсан байдаг (Хилько, Курушин, 1982; Cunningham, 2005). Монголын Алтайн өмнө зүгт Аж Богд (3761 м), Байтаг-Богд (3187 м), Хавтаг (2908 м), Тахийн Шар нуруу (2725 м) зэрэг цөлжсөн, тусгаарлагдмал тогтоц бүхий уулс зэрэгцэн оршдог (Цэгмид, 1969; Сумъяа, 1988).

Говь-Алтайн нуруу нь 1000 орчим км урттай ба өргөргийн дагуу хоёроос гурван эгнээ параллель байрлалтай сунаж тогтсон, олон салангид нуруунаас бүрддэг (Bayasgalan et al., 1999). Эдгээр нь хоорондоо удам хөндийгөөр тусгаарлагдана (Цэгмид, 1969; Селиванов, 1972). Говь-Алтайн нуруу нь Их Богд (4000 м), Бага Богд (3554 м), Арц Богд (2453 м) зэрэг ноён оргилуудтай. Энэ уулсын уулархаг тогтоц нь зүүн өмнө зүг рүү аажмаар намсаж Говь Гурван сайханы нуруу, Хурх уул (1760 м)-аар төгсөнө (Цэгмид, 1969). Уулархаг бүс нь бараг бүхэлдээ хуурай гандуу байдалтай боловч Их Богд орчимд эртний мөстлөгт өртөж байсан нь гадаргын хэлбэрүүд тогтоогддог (Khamdsuren et al., 2023). Уулын хажуу налуу их, гүн ангал бүхий гуу жалгаар хуваагдсан. Налуугийн урт нь дунджаар 15–25 км орчим үргэлжилнэ (Селиванов, 1972; Bayasgalan et al., 1999). Тус нурууны өвөрмөц гадаргын онцлог нь уулсын бэл хэсэгт уужим гүвээт хөндий, өргөн бэл үүссэн байдаг.

Монголын Алтай, Говь-Алтайн нурууны өндөрлөг уулсын орой болон уулсын хөндийгөөр нь эртний ба орчин үеийн мөстлөгт автсан онцлогтой бөгөөд тэдгээр нь Монгол орны баруун болон говийн бүс нутгийн усны гол нөөцийг бүрдүүлдэг. Төв азийн төв хэсэгт орших Монгол Алтайн уулархаг нутагт температурын эрс өөрчлөлттэй бөгөөд өвлийн агаарын температур нь -40°C орчим, зундаа $+30^{\circ}\text{C}$ хүртэл хэлбэлздэг бол Говь-Алтайн уулархаг нутагт өвлийн агаарын температур нь -40°C орчим, зундаа $+40^{\circ}\text{C}$ хүртэл бөгөөд энэ нь улирлын температурын зөрүү $\sim 70\text{--}80^{\circ}\text{C}$ байдаг (Lehmkuhl, 2016; Embuu, 2021). Монгол Алтайд баруун зүгийн салхины нөлөөгөөр орографийн хур тунадас ордог бөгөөд энэ нь хур тунадас нь мөнх цас, мөсөн гол, нуур, гол мөрдийн усны гол тэжээл болдог (Strand et al., 2022; Tsedevdorj et al., 2025). Хур тунадасны нийт хэмжээ Монгол Алтайн уулархаг нутагт 300 мм орчим унадаг бол зүүн урагш Говь-Алтайн нуруу дагаж 100-150 мм хур тунадас унадаг (Embuu, 2021) нь эдгээр уулархаг бүс нутгийн хөрсөн бүрхэвч, ландшафтын хэв шинжид шууд нөлөөлсөн байдаг.

Судалгааны материал, аргазүй

Уул, нуруудын хил заагийг геоморфологи, геологи, тектоник болон ландшафтын үүднээс ангилж, зааглахдаа олон улсын жишигт нийцсэн тодорхой шалгуур үзүүлэлтүүдийг энэ судалгаанд ашигласан (Yamada, 1999; Kapos et al., 2000; Gondol et al., 2008; Wiczorek, Migoń, 2014; Körner et al., 2021).

Уулсын хил заагийг нарийвчлан тодорхойлоход хиймэл дагуулын зургийг Landsat 8 OLI/TIRS хиймэл дагуулын 30 м орон зайн нарийвчлалтай зураг ашиглаж морфометрийн шинжилгээ хийсэн бөгөөд АНУ-ын Үндэсний Геологийн Албаны нээлттэй эх сурвалжаас (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) татан авч боловсруулсан. Судалгаанд ашигласан морфометрийн үзүүлэлтүүдийг ‘Google Earth Pro’ программ хангамжийн ‘Ruler’ цэсийн line, patch командын тохиргоо, хээрийн хэмжилт, байрзүйн зургийн материалаас тооцож баталгаажуулсан.

Харьцуулсан шинжилгээ: Харьцуулсан шинжилгээний аргаар аливаа зүйлсийг хооронд нь харьцуулахад чанарын ба тоон өгөгдөлд тулгуурлана (Ragin, 2014). Энэ шинжилгээ нь хоорондоо уялдаатай хэд хэдэн чухал үүргийг гүйцэтгэж, ялгаатай талуудыг онцолж тодорхойлдог дүн шинжилгээ юм (Rihoux, 2006; Kolb, 2012). Монгол Алтай болон Говь Алтайн хил заагийг гаргахад дараах бүдүүвчийг баримталсан (Зураг 2).



Зураг 2. Харьцуулсан шинжилгээний арга, түүний үндсэн зарчим (Esser, Vliegenthart, 2017)

Газарзүйн судалгаанд орон зай, цаг хугацааны хувьд харьцуулж дүгнэх нь чухал асуудал байдаг ба тухайн өгөгдлүүд нь тоон болон чанарын өгөгдлөөр илэрхийлэгдэх шаардлагатай (Esser, Vliegenthart, 2017). Энэ судалгаанд чанарын өгөгдлүүдийг хооронд нь харьцуулснаар хоёрдогч дүн шинжилгээний үр дүнг гарган авсан.

Уул, нуруудыг дэлхийн хэмжээнд геоморфологи, геологи, тектоник болон уур амьсгал, ландшафтын үүднээс ангилж, зааглахдаа олон улсын жишигт нийцсэн тодорхой шалгуур үзүүлэлтүүдийг ашигладаг (Kapos et al., 2000; Gondol et al., 2008; Körner et al., 2021). Доорх хүснэгтэд уул нуруудыг ялгах, тодорхойлох шалгуур үзүүлэлтүүдийг харьцуулан, системчилж үзүүлэв (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Уул, нуруудыг зааглах ерөнхий шалгуур үзүүлэлт (Yamada, 1999; Kapos et al., 2000; Gondol et al., 2008; Wiczorek, Migoń, 2014; Körner et al., 2021)

Шалгуурын чиглэл	Үзүүлэлт	Тайлбар
Геоморфологи	Харьцангуй ба үнэмлэхүй өндөршил	Гипсометрийн өндрийн зөрүү, түүний ялгаатай байдалд тулгуурлана.
	Хэлбэржилт	Уулын ерөнхий морфологи, тогтоцын чиглэл, уулын оргил, хярын хэлбэрийн ялгаатай байдалд тулгуурлана.
	Налуу	Уулын хажуу, налуугийн өнцгийн хэмжээнд тулгуурлана.
	Өгөршил	Уулын өгөршил, зөөгдөл, хуримтлалын ялгаатай байдалд тулгуурлана.
Геологи	Чулуулгийн найрлага	Уулыг бүрдүүлэгч үндсэн чулуулаг (тунамал, магмын, хувирмал)-ийн ялгаатай байдалд тулгуурлана.
	Насжилт (Эрин, галав)	Уул үүссэн геологийн цаг хугацаанд тулгуурлана.
Тектоник	Хагарал	Тектоникийн ан цав, хагарлын илрэл, идэвхтэй хагарлын шугам, байршлын зүй тогтолд тулгуурлана.
	Уул, нуруудын гарал үүсэл	Хавтангийн мөргөлдөөний чиглэл, Уул үүссэн тектоник үе шат (орогенез – уул үүсэл, эпирогенез – өргөгдөх гэх мэт)-д тулгуурлана.
	Уул үүсэл, хөгжлийн үе шат	Каледоны болон герцингийн орогенез, шинэ тектоник хөдөлгөөнийн үе шатад тулгуурлана.

	Газрын хөдлөлийн идэвх	Идэвхтэй тектоник үйл явц байгааг илтгэх орчин үеийн чичирхийлэлд тулгуурлана.
Газарзүй	Хөрсөн бүрхэвч	Хөрсний хэв шинжийн ялгаатай байдалд тулгуурлана.
	Ургамалжилт	Уулын бүс, бүслүүрийн ургамлын экосистемийн ялгаатай байдалд тулгуурлана.
	Ус зүй	Уулын гол, нуур, мөсөн голын оршин байх нөхцөл, түр зуурын урсгал ус зүйн зүй тогтолд тулгуурлана.
	Уур амьсгал	Хур тунадас, агаарын температур, чийгшил, салхины горим, ууршилтын горимд тулгуурлана.
	Цэвдэг	Цэвдгийн тархалт, ангилалд тулгуурлана.

Газарзүйн үндсэн шалгуурыг нарийвчлан агаарын температур, салхи, хур тунадас, ууршилт, цэвдэг зэрэгт тулгуурлан уур амьсгалын шалгуур үзүүлэлт, гадаргын хэлбэр, хөрс, ургамалжилт, ус зүйн нөхцөл, хүний нөлөө зэрэгт тулгуурлан ландшафтын шалгуур үзүүлэлтийг боловсруулж Монгол Алтай, Говь-Алтайн нуруунд харьцуулсан шинжилгээ хийв (Хүснэгт 2-3).

Хүснэгт 2. Уул, нуруудыг зааглах уур амьсгалын шалгуур үзүүлэлт

№	Шалгуур үзүүлэлт	Тайлбар
1	Жилийн дундаж агаарын температур	Уулсын уур амьсгалын зүй тогтлыг тодорхойлох үндсэн үзүүлэлтээр үнэлнэ. Жилийн 4 улирлын үргэлжлэх хугацаанд тулгуурлана.
2	Жилийн хур тунадасны хэмжээ	Уулсын чийгшлийн зүй тогтол, ялгаанд тулгуурлана.
3	Хур тунадасны улирлын хуваарилалт	Хур тунадасны улирлын ялгаатай байдалд тулгуурлана.
4	Температурын улирлын хэлбэлзэл	Өвөл, зун хоёрын температурын зөрүү нь далайн түвшнээс дээш өндөр болон уур амьсгалын бүсийн онцлогт тулгуурлана.
5	Цасан бүрхүүл ба тогтвортой байдал	Цасны оршин тогтнох хугацаа, зузаан, өндөрийн зүй тогтолд тулгуурлана.
6	Ууршилтын нөхцөл	Чийгийн тэнцвэр, уулын босоо бүслүүрээс хамаарч уурших хэмжээнд тулгуурлана.
7	Салхины чиглэл ба чийгшлийн хэлбэлзэл	Салхины нөлөөгөөр уулсын ар, энгэр, бэлийн чийгшил, чийг хуримтлалын байршлын ялгаатай байдалд тулгуурлана.
8	Уур амьсгалын босоо бүслүүр	Өндрийн өөрчлөлтөд уур амьсгал хэрхэн өөрчлөгдөж байгаа босоо бүслүүрийн хэв шинжид тулгуурлана.
9	Гадаргын нөхцөл	Уур амьсгалд нөлөөлөх цэвдэгтэй эсвэл хуурай нөхцөлтэй хэв шинжид нь тулгуурлана.
10	Уур амьсгалын төрөл (Коппены ангилалаар)	Бүс нутгийн уур амьсгалын ерөнхий хэв шинжид тулгуурлана.

Хүснэгт 3. Ландшафтын нөхцлөөр уулсыг зааглах шалгуур үзүүлэлт

№	Шалгуур үзүүлэлт	Тайлбар
1	Газарзүйн байрлал (өргөрөг ба уртрагын ялгаа)	Уулсын байршил нь ландшафтын нөхцөлд нөлөөлөх зарчимд тулгуурлана.
2	Дундаж өндөр ба ландшафтын босоо бүслэл	Уулсын өндрөөс хамаарсан ландшафтын дотоод босоо бүслэлд тулгуурлана.
3	Ландшафтын төрөлт ба гадаргын морфоструктурын хамаарал	Ландшафтын төрөлд уулын хяр, оргил, гүн хавцал, уулын таг, царам, ам хөндий зэрэг хэлбэрүүд нөлөөлнө. Газрын гадаргын морфоструктурын ялгаа ба ландшафтын харилцан уялдаанд тулгуурлана.
4	Өндрийн бүсийн ургамалжилт	Уулын босоо бүслэлтэй уялдан ургамлын бүсүүдийг ялгаанд тулгуурлана.
5	Байгалийн бүс	Экозоны хэв шинжид тулгуурлана.
6	Хөрсний хэв шинж	Хөрсний хэв шинж, гүн, ялзмагийн агууламж нь ландшафтын хэв шинжтэй уялдаатай тул тэрхүү зарчим дээр тулгуурлана.

7	Усан сүлжээ	Бүс нутгийн усны эх үүсвэр, ус зүйн сүлжээний нягтшил дээр тулгуурлана.
8	Орчин үеийн мөстлөг ба цасан бүрхүүл	Мөстлөг ба цасан бүрхүүлийн хэмжээ, тогтох хугацаа, хувиарлалт зэрэгт тулгуурлана.
9	Хөрсний элэгдэл, хуримтлал	Уулын хөрс бүрэлдэх нөхцөл буюу элэгдэл, зөөгдөл, хуримтлалын ялгаатай байдалд тулгуурлана.
10	Газар ашиглалт ба хүний нөлөө	Мал аж ахуй, тариалан, уул уурхай, суурин, тусгай хамгаалалттай газрын ялгаанд тулгуурлана.

Морфометрийн шинжилгээ: Морфометрийн шинжилгээгээр судалгааны талбайн рельефийн хэлбэрүүдийг хэмжих, математик тооцоолол хийх, харьцуулах, шалгуур үзүүлэлтээр тодорхойлох замаар гадаргын өндөршлийн болон сансрын зурагт тайлал хийж рельефийн гарал үүсэл, динамик хөгжлийн онцлогийг илрүүлдэг (Hassen et al., 2014; Jacques et al., 2014; Enkhbold et al., 2021; Enkhbold et al., 2022ab). Рельефийн хотгор, гүдгэрийн онцлог, орон зайн ялгаатай ба ижил төстэй байдал, гадаргын налуу, хэвтээ ба босоо хэрчигдэл, хэрчигдлийн идэвх зэргийг тоон утгаар хэмжиж илэрхийлэх болон хооронд харьцуулах байдлаар гадаргын хэлбэрүүдийн ижил ба ялгаатай байдлыг тодорхойлно (Hassen et al., 2014; Enkhbold et al., 2022ab; Altanbold et al., 2025).

Морфометрийн шинжилгээ нь хэд хэдэн дэд шинжилгээнээс бүрддэг. Энэ судалгаанд Гипсометрийн Интеграл (HI), Гипсометрийн зүсэлтийн шинжилгээ (НС), Уулын хажуугийн шинжилгээ (MFs), Гадаргын налууугийн шинжилгээ (RSI) зэрэг 4 төрлийн морфометрийн шинжилгээг хийв.

Гипсометрийн Интегралын шинжилгээ (HI) нь гадаргын гарал үүсэлд тектоникийн нөлөөг тодруулж өгдгөөрөө онцлог юм (Pérez-Peña et al., 2009; Ramzan et al., 2022; Altanbold et al., 2025). Гипсометр Интегралыг дараах байдлаар тодорхойлно. Үүнд:

$$HI(\%) = (H_{mean} - H_{min}) / (H_{max} - H_{min}) \quad (1)$$

HI-Гипсометрийн Интеграл (хувиар), H_{mean} - Судалгааны талбайн гипсометрийн зүсэлтийн дундаж өндөр (м), H_{min} - Хамгийн нам өндөр(м), H_{max} - Судалгааны талбайн өндрийн дээд хэмжээ (м) юм. HI утга нэмэгдэх тутам тектоникийн нөлөө ихтэй, утга багасах тутам тектоник нөлөө багатай гадаргыг илэрхийлдэг (Hassen et al., 2014; Ramzan et al., 2022). HI утга нь $HI < 0.35$ -Тектоникийн нөлөө бага, $0.35 < HI < 0.60$ - Тектоникийн нөлөө дундаж, $0.60 < HI$ -Тектоникийн нөлөө их (Pérez-Peña et al., 2009; Hassen et al., 2014; Ramzan et al., 2022) гэж үздэг. Судалгааны талбайд гипсометрийн интегралын шинжилгээ хийж тектоникийн нөлөөг тодруулж зураглав.

Уулын хажуугийн шинжилгээ (MFs) нь тектоник идэвхжил, газрын гадаргын хувьслыг илрүүлэхэд өргөн хэрэглэгддэг морфометрийн арга юм. Энэ аргаар уулын бэлийн шулуун шугамын урт болон уулын бэлийн дагуух бодит уртын харьцаагаар илэрхийлдэг. Үүнд:

$$MFs = \frac{L_{mp}}{L_s} \quad (2)$$

Энд L_{mp} нь уулын бэлийн шугамын бодит урт, L_s нь уулын бэлийн шулуун шугамын урт юм. $MFs \approx 1.0$ байвал уулын бэл шулуун, тектоник идэвх өндөртэйг илтгэнэ. Харин $MFs > 1.5$ бол уулын бэлд элэгдэл давамгайлсан, тектоник идэвх сул болохыг гэрчилнэ (Silva et al., 2003; Różycka et al., 2021). Энэ морфометрийн тооцоогоор Монгол Алтай, Говь-Алтайн заагийг тодорхойлоход Хөвчийн нуруу, Алаг нуурын хотгорын заагийг баталгаажуулах үүднээс энэ шинжилгээг хийсэн.

Гипсометрийн зүсэлтийн шинжилгээ (НС) нь гадаргын гипсометрийн зүсэлтэд тулгуурлан тухайн гадаргын хотгор, гүдгэрийн үндсэн хэв шинжийг тодорхойлоход оршино (Willgoose, Hancock, 1998; Enkhbold et al., 2022ab). Хоёр хэмжээст зүсэлтэд босоо тэнхлэг (y) болон хэвтээ тэнхлэг (x)-ийн дагуу гадаргын морфологийг дүрсэлнэ. Гипсометрийн зүсэлт нь

судалгааны талбайн хэмжээнээс хамаарч янз бүрийн масштабаар тохируулна (Willgoose, Hancock, 1998; Shekar, Mathew, 2022). Гипсометрийн зүсэлтийг дараах томъёогоор илэрхийлэгдэнэ. Үүнд:

$$y = \left[\frac{d-x}{x} * \frac{a}{d-a} \right] z \quad (3)$$

Энд a -талбай d - масштабын хэмжээ z - гипсометрийн хазайлтын утга юм (Willgoose, Hancock, 1998). Энэ судалгаанд ‘Google Earth Pro’ программын ‘Ruler’ цэсний ‘path’ командыг ашиглаж гипсометрийн зүсэлтийг хийж Монгол Алтай, Говь Алтайн нурууны хил заагийн морфометрийн үзүүлэлтийг тооцоолсон.

Гадаргын налууугийн шинжилгээ (RSI)-гээр налууугийн хэмжээ огцом өөрчлөгдөх нь хагарлыг илтгэх шинж тэмдэг юм. Хагарал байх магадлалыг гадаргын налууугийн үзүүлэлтүүд дээр нь тулгуурлан дараах шалгуур үзүүлэлтээр тооцож болно. Үүнд: $Rs < 5^\circ$ - Хагарал байх магадлал бага, $5^\circ < Rs < 10^\circ$ Хагарал байх боломжтой, $10^\circ < Rs$ Хагарал байх магадлал өндөр (Hooper et al., 2003; Ganas et al., 2005; Onorato et al., 2017; Enkhbold et al., 2022a) гэж үздэг. Налуу гадаргын дагуу шулуун структур гадаргад илрэх нь хагаралтай давхцаж буйг илтгэдэг (Enkhbold et al., 2021). Энэ судалгаанд хүрээнд ‘Google Earth Pro’ программын ‘Ruler’ цэсний ‘path’ командыг ашиглаж гипсометрийн зүсэлтийг хийж налууг тооцоолсон.

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Монгол Алтай ба Говь-Алтайн нурууны харьцуулсан шинжилгээ: Монгол орны баруун өмнөд хэсгийн уулсын үүсэл, хөгжлийн ялгаа, газар хөдлөлтийн идэвхжил, газарзүй-ландшафтын нөхцөлтэй уялдааг тайлбарлах боломжтой юм. Монгол Алтай, Говь-Алтайн нурууны геологийн бүтэц, геоморфологийн шинж чанар, тэдгээрийн үүсэл хөгжил, өнөөгийн байдал, Газарзүйн ерөнхий нөхцөлд тулгуурлан харьцуулан шинжлэв (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 4. Монгол Алтай ба Говь-Алтайн нурууны харьцуулсан ерөнхий шинжилгээ

Шалгуурын чиглэл	Үзүүлэлт	Монгол Алтай	Говь-Алтай
Геоморфологи	Харьцангуй ба үнэмлэхүй өндөршил	3000–4374 м (Найрамдал оргил)	2000–3957 м (Их Богд)
	Хэлбэржилт	Ян сарьдаг бүхий хяр, мөстлөгийн гаралтай U хэлбэрийн хөндий	Сэрвэн маягийн хяр, голын гаралтай V хэлбэрийн хөндий
	Налуу	Уулс бүхэлдээ огцом налуу их	Уулсын хяр орчимд налуу их, бэлийн налуу бага
	Өгөршил	Өгөршлийн эрчим харьцангуй бага, зөөгдөл, хуримтлалын явц багатай	Өгөршлийн эрчим харьцангуй их, зөөгдөл, хуримтлалын явц идэвхитэй
Геологи	Чулуулгийн найрлага	Хувирмал чулуулаг зонхилж, зарим хэсгээрээ интрузив түрсэн	Тунамал чулуулаг зонхилж, зарим хэсгээрээ эффузив ба интрузив түрсэн
	Насжилт (Эрин, галав)	Палеозой (голчлон девон, карбон) настай	Палеозой–мезозой (голчлон перм – триас) настай
Тектоник	Хагарал	Идэвхитэй хагарлуудаар уулсын хил зааг тодорхойлогддог	Идэвхитэй хагарлуудаар уулсын хил зааг тодорхойлогддог
	Уул, нуруудын гарал үүсэл	Энэтхэг-Евразийн хавтангийн шахалтын нөлөөгөөр орогенез бүсэд	Энэтхэг-Евразийн хавтангийн шахалтын нөлөөгөөр орогенез

		субмеридиан чигт, гүний хагарлуудаар зааглагдан өндөр уулын бүс үүссэн	бүсэд өргөргийн дагуу, гүний хагарлаар зааглагдан уулс үүссэн
	Уул үүсэл, хөгжлийн үе шат	Хожуу каледоны болон герцинийн орогенез	Герцинийн орогенез, шинэ тектоник хөдөлгөөн
	Газрын хөдлөлийн идэвх	Газар хөдлөлт идэвхитэй	Газар хөдлөлт маш идэвхитэй
Газарзүй	Хөрсөн бүрхэвч	Уулын хар хүрэн, хүрэн, тундрын хөрс зонхилно.	Уулын хүрэн, цөлийн бор, цайвар бор, говийн элсэнцэр, хайргат хөрс зонхилно.
	Ургамалжилт	Ойн тундр, уулын хээрийн ургамлын хэв шинж зонхилно	Уулын хээр, хуурай хээр, цөлийн ургамлын хэв шинж зонхилно
	Ус зүй	Эртний ба орчин үеийн мөстлөгтэй, Түүнээс эхтэй гол горхи, нуурууд зонхилдог.	Хуурай голын хөндий, түр зуурын гол горхи зонхилдог.
	Уур амьсгал	Хүйтэн сэрүүн, чийглэг, эрс тэс амьсгал зонхилно	Хүйтэн сэрүүн, хуурай, эрс тэс уур амьсгал зонхилно
	Цэвдэг	Үргэлжилсэн ба тасалданги цэвдэг зонхилно	Алаг доог ба улирлын цэвдэг зонхилно

Монгол Алтай ба Говь-Алтайн нурууны геологи-газарзүйн ялгааг дараах байдлаар тодорхойлов. Монгол Алтай болон Говь-Алтайн нуруу нь хоёулаа Монголын өндөр уулын системд багтах боловч тэдгээрийн геоморфологи, геологийн бүтцээс эхлээд уур амьсгал, хөрс, ургамалжилтын онцлог хүртэл олон талын ялгаатай, өвөрмөц онцлог уулсын системүүд юм.

Геоморфологийн ялгааг авч үзвэл Монгол Алтай нь дунджаар 3000 м-ээс дээш өндөршилтэй уулс зонхилно. Тухайлбал Хүйтэн (4374 м), Мөнххайрхан (4362 м) Сутай хайрхан (4090 м) зэрэг өндөр оргилуудтай, Оргилуудаас салбарласан мөстлөгийн гаралтай U хэлбэрийн хөндий гадаргын гол хэлбэрийг үүсгэдгээрээ онцлог юм (Klinge et al., 2021; Enkhbold et al., 2024). Уулсын орой нь мөнх цас тогтохоос гадна хадархаг сарьдаг бүхий огцом налуутай гадарга зонхилно. Монгол Алтайн нуруудад өгөршил харьцангуй сул өртсөн байдаг. Үүний эсрэгээр, Говь-Алтайн нуруу харьцангуй нам (2000–3957 м) өндөршилтэй уулс зонхилно. Тодруулбал Их Богд уул (3957 м), Бурхан Буудай (3765 м), Бага Богд уул (3590 м) бусад уулсын оргил түүнээс ч бага өндөртэй. Уулсаас салбарласан байнгын ба түр зуурын урсгал усны гаралтай V хэлбэрийн хөндий гадаргын гол хэлбэрийг үүсгэдэг. Уулсын оройн ихэвчлэн сэрвэн маягийн хяр зонхилж энэ бүсэд өгөршил, элэгдэл, хуримтлалын үйл явц илүү эрчимтэй явагдаж, газрын гадарга илүү идэвхтэй өөрчлөгдөж бэлийн сонгодог хэлбэрүүд үүссэн байдаг. Гипсометрийн хувьд харьцангуй өндрийн зөрүү 1000 м ба түүнээс дээш өндрийн зөрүү үүсгэдэг онцлогтой.

Геологи, тектоникийн онцлогийг харьцуулан үзэхэд Монгол Алтайн нуруунд хувирмал болон интрузив гаралтай чулуулаг давамгайлдаг (Бямба, 2009) бөгөөд Палеозойн эрт үеийн (девон, карбон) чулуулгийн давхарга зонхилдог. Харин Говь-Алтай нь тунамал, интрузив чулуулгийн нийлмэл найрлагатай, харьцангуй залуу (перм–триас) насжилттай (Khukhuudei et al., 2020). Хоёр бүс хоёулаа Энэтхэг-Евразийн хавтангийн шахалтын бүсэд байрлах тул идэвхтэй хагарлуудаар зааглагдан, өндөр уулсын тогтолцоог бүрдүүлдэг боловч Монгол Алтай нь субмеридиан чиглэлтэй, харин Говь-Алтай өргөргийн дагуух бүтэцтэй. Монгол Алтай нь хожуу каледоны ба герцинийн, харин Говь-Алтай нь герцинийн болон шинэ

тектоник хөдөлгөөний нөлөөгөөр өнөөгийн хэв шинжээ олжээ (Бямба, 2009). Газар хөдлөлтийн идэвхи аль алинд нь өндөр боловч Говь-Алтайд илүү мэдрэгддэг онцлогтой (Bayasgalan et al., 1999).

Монгол Алтай болон Говь-Алтайн нурууны уур амьсгалын ялгаа дээр тулгуурласан хил заагийн шалгуур үзүүлэлтүүдийг харьцуулав. Энэ нь эдгээр хоёр нурууны уур амьсгалын онцлогийг шалгуур үзүүлэлтэд тулгуурлаж уур амьсгалын шалгуураар үнэлэв. Шалгуур үзүүлэлтийн өгөгдлийг Монгол Улсын Үндэсний атлас (2022)-ын зураглалд тулгуурлав (Хүснэгт 5).

Хүснэгт 5. Уур амьсгалын шалгуур үзүүлэлтийн шинжилгээ

№	Шалгуур үзүүлэлт	Монгол Алтай	Говь-Алтай	Тайлбар
1	Жилийн дундаж агаарын температур	-6°C – 0°C	-2°C – +4°C	Монгол Алтай илүү сэрүүн, Говь-Алтайн илүү дулаан температурын нөхцөлтэй.
2	Жилийн хур тунадас	200–400 мм	100–250 мм	Монгол Алтай харьцангуй чийглэг, Говь-Алтай илүү хуурай бүс давамгайлах нөхцөлтэй.
3	Хур тунадасны улирлын хуваарилалт	Зуны улиралд давамгайлна	Зуны улиралд давамгайлах боловч нийт хэмжээ харьцангуй бага	Хур тунадасны хэмжээ болон улирлын хуваарилалт харьцангуй ижил боловч хувиарлалт Монгол Алтайд давамгайлна.
4	Температурын улирлын хэлбэлзэл	35–40°C (өвөл -30°C, зун +10°C)	40–45°C (өвөл -35°C, зун +15°C)	Говь-Алтайн нуруу илүү эх газрын хэв шинжтэй дулааны хэлбэлзэл ихтэй бол Монгол Алтайд арктикийн хэв шинж давамгайлна.
5	Цасан бүрхүүл ба тогтвортой байдал	Дунджаар 5–6 сар, зузаан, тогтвортой	Дунджаар 2–3 сар, нимгэн, тогтворгүй	Монгол Алтайд цасан бүрхүүл их, илүү удаан хугацаанд тогтдог, мөсөн гол үүсдэг. Говь-Алтайд цасан бүрхүүл нимгэн, тогтворгүй.
6	Ууршилтын нөхцөл	Ууршилтаас хур тунадас давамгай	Хур тунадаснаас ууршилт хэд дахин илүү	Монгол Алтайд ууршилтаас хур тунадас давамгай бол Говь-Алтайд эрс хуурай, чийгийн тэнцвэргүй байдал давамгайлна.
7	Салхины чиглэл ба чийгшлийн хэлбэлзэл	Баруун, баруун хойд талаас зонхилох салхитай, Баруун зүгийн салхины урсгалын нөлөөгөөр чийгшил харьцангуй их	Баруун, баруун хойд талаас зонхилох салхитай боловч эх газрын нөлөөгөөр чийгшил харьцангуй бага	Монгол Алтайд баруун зүгийн салхины урсгалын нөлөөгөөр чийгшил харьцангуй их, Говь-Алтайд эх газрын нөлөөгөөр чийгшил харьцангуй бага
8	Уур амьсгалын босоо бүслүүр	Тод илэрдэг онцлогтой Хээр, ойт хээр, уулын тундр, таг, мөнх цасны бүслүүртэй	Сул илэрдэг онцлогтой цөл, цөлөрхөг хээр, уулын хээрийн бүслүүртэй	Монгол Алтайд уур амьсгалын босоо бүс тод, Говь-Алтайд сул илэрдэг онцлогтой
9	Гадаргын нөхцөл	Цэвдэг илүү тогтвортой, мөнх цас, мөсөн гол тогтвортой	Цэвдэг хязгаарлагдмал, улирлын чанартай	Монгол Алтайд уур амьсгалд нөлөөлөгч цэвдэгийн тархалт ихтэй, Говь-Алтайд улирлын чанартай, цэвдэг хязгаарлагдмал тархалттай.
10	Уур амьсгалын төрөл (Коппены ангилалаар)	Dfc (хүйтэн, чийглэг), ET (туйлын тундр)	BWk (хуурай, хүйтэн цөлийн), BSk (хуурай хээрийн)	Уур амьсгалын дэд хэв харилцан адилгүй нөхцөлтэй.

Уур амьсгалын хувьд Монгол Алтай болон Говь-Алтайн нуруу нь уур амьсгалын нөхцөлөөрөө илт ялгаатай бөгөөд энэхүү ялгаа нь тэдгээрийн байгалийн бүс, гадаргын морфоструктур, байгаль орчны онцлогийг тодорхойлоход чухал үндэслэл болно. Шалгуур үзүүлэлтүүдийн шинжилгээгээр Монгол Алтай нь илүү сэрүүн, чийглэг, цас, цэвдэг, мөнх цаст уулс зонхилсон, уур амьсгалын босоо бүсжилт илт тод илэрсэн бүс нутаг болох нь тодорхой байна. Үүний зэрэгцээ жилийн агаарын температур бага, цасан бүрхүүл тогтвортой, хүйтэн, чийглэг, туйлын тундрын уур амьсгал зонхилдог. Харин Говь-Алтай нь илүү дулаан, хуурай, цөлжүү, эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай, ууршилтын хэмжээ хур тунадаснаас хэд дахин их, цас багатай, тогтворгүй, мөн уур амьсгалын босоо бүсжилт сул илэрдэг, Коппены ангиллаар хуурай, хүйтэн цөлийн болон хуурай хээрийн уур амьсгалтай гэдгээрээ ялгарч байна. Эдгээр уур амьсгалын хүчин зүйлс нь Монгол Алтайг өндөр уулын тундр, хээрийн бүс давамгайлах, харьцангуй чийглэг бүс болгодог бол Говь-Алтайг цөлөрхөг хээр, хуурай хээр зонхилсон хуурай бүс болгон ялгаж байна. Иймд уур амьсгалын үзүүлэлтүүд нь хоёр нурууны ялгаатай байдлыг тодорхойлох чухал шалгуур үзүүлэлт болохыг энэхүү шинжилгээ нотолж байна.

Түүнчлэн энэ нь зөвхөн температур ба хур тунадас төдийгүй цасан бүрхүүл, ууршилт, салхи, цэвдэгийн тогтвортой байдал зэрэг нь ялгаатай орших гол нөхцлүүд болно. Иймд уур амьсгалын онцлог нь энэхүү хоёр нурууны хил заагийг тогтоох суурь шалгуурын нэгэн чухал бүрэлдэхүүн болох юм. Энэ шалгуур үзүүлэлтэд тулгуурлан Монгол орны томоохон уулсын системүүдийн хил заагийг тодорхойлох боломжтой юм.

Судалгаанд хамрагдаж буй Монгол Алтай, Говь-Алтайн нурууны ландшафтын ялгаатай байдлыг тодруулах үүднээс шалгуур үзүүлэлтээр шинжилгээ хийв (Хүснэгт 6).

Хүснэгт 6. Ландшафтын шалгуур үзүүлэлтийн шинжилгээ

№	Шалгуур үзүүлэлт	Монгол Алтай	Говь-Алтай
1	Газарзүйн байрлал (Өргөргийн хувьд)	ХӨ45-50° хооронд буюу харьцангуй өргөн бүс нутгийг хамардаг	ХӨ43-45° хооронд буюу харьцангуй нарийн бүс нутгийг хамардаг
2	Дундаж өндөр ба ландшафтын босоо бүсчлэл	3000 м ба ландшафтын босоо бүсчлэл тод илэрнэ.	2500 м ба ландшафтын босоо бүсчлэл сул илэрнэ.
3	Ландшафтын төрөлт ба гадаргын морфоструктурын хамаарал	Эгц оргил, гүн хавцал, мөстлөгийн хөндийн нөлөө ландшафтын төрөлд илүү нөлөөлдөг	Тэгш хяр, тал хөндий, гандуу хөндий нөлөө ландшафтын төрөлд илүү нөлөөлдөг
4	Өндрийн бүсийн ургамалжилт	Уулын хээр, ойт хээр, тундрын ургамал зонхилно	Хээр, цөлөрхөг хээр, цөлийн ургамал зонхилно
5	Байгалийн бүс	Хүйтэн, чийглэг бүс (ойт хээр, тундр)	Хуурай, дулаан бүс (хээр, цөлжилттэй)
6	Хөрсний хэв шинж	Ялзмаг ихтэй уулын хээр, ойт хээрийн хар хүрэн, хүрэн, тундрын хөрс зонхилно.	Элсэнцэр, чулуурхаг цөлийн бор, цайвар бор, элсэнцэр, хайргат хөрс зонхилно.
7	Усан сүлжээ	Мөсөн гол, байнгын урсгалтай голуудын сүлжээний нягтшил их	Түр урсгал, гол горхи улирлын чанартай, усан сүлжээний нягтшил бага
8	Орчин үеийн мөстлөг ба цасан бүрхүүл	Орчин үеийн мөсөн гол, мөстлөгийн ул мөр тод, цасан бүрхүүл тогтвортой	Мөстлөгийн нөлөө бага, цасан бүрхүүл тогтворгүй
9	Хөрсний элэгдэл, хуримтлал	Уулын хөрс бүрэлдэх элэгдэл, зөөгдөл, хуримтлалын эрчим багатай	Уулын хөрс бүрэлдэх элэгдэл, зөөгдөл, хуримтлалын эрчим ихтэй
10	Газар ашиглалт ба хүний нөлөө	Мал аж ахуй давамгай, уул уурхайн нөлөө багатай	Мал аж ахуй давамгай, уул уурхайн нөлөө ихтэй

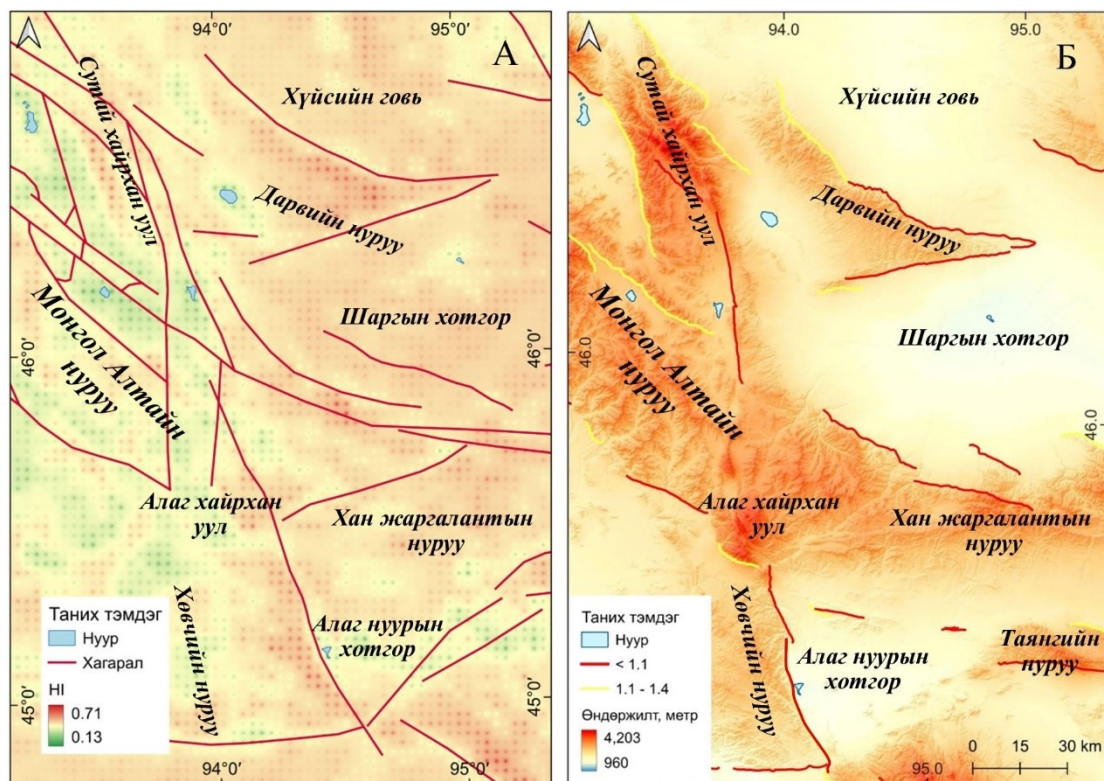
Ландшафтын ялгааг тодруулахад Хөрсний бүрхэвчийн хувьд, Монгол Алтайд уулын хар хүрэн, хүрэн, тундрын хөрс зонхилж, харьцангуй чийглэг, сэрүүн уур амьсгалтай, цэвдэг нь үргэлжилсэн болон тасалданги хэлбэртэй байдаг. Харин Говь-Алтай нь илүү хуурай нөхцөлд оршдог тул цөлийн бор, цайвар бор, элсэнцэр, хайргат хөрс давамгайлдаг бөгөөд алаг цоог, улирлын чанартай цэвдэгтэй. Ургамлын бүрхэвчийн хувьд Монгол Алтайд ойн тундр, уулын хээрийн ургамал зонхилдог бол Говь-Алтайд хуурай хээр, цөлийн ургамлын хэв шинж давамгайлж байна. Ус зүйн хувьд Монгол Алтай нь эртний болон орчин үеийн мөстлөгөөс эхтэй олон тооны гол горхи, нууртай, усны сүлжээ хөгжсөн, харьцангуй чийглэг орчинтой. Харин Говь-Алтайд хуурай голын хөндий, түр зуурын урсгал илүүтэй ажиглагддаг нь усны нөөц хомс, уур амьсгал нь илүү хуурай, эрс тэс болоход нөлөөлжээ.

Монгол Алтай ба Говь-Алтайн нуруу нь Монгол орны өндөр уулын бүсийн төлөөлөл боловч олон шалгуураар харьцуулахад тэдгээр нь гарал үүсэл, геологи, тектоник, уур амьсгал, хөрс, ургамалжилт, ус зүйн хувьд мэдэгдэхүйц ялгаатай байна. Эдгээр ялгаа нь бүс нутгийн ландшафтын төлөв, экосистем, нийгэм-эдийн засгийн ашиглалт, байгаль хамгаалал, байгалий нөхцөл, нөөц, даац зэрэг олон талын судалгаанд чухал суурь өгөгдөл болж буйгаараа онцлог юм. Шалгуур үзүүлэлтүүдийг ашигласнаар уулсыг ландшафтын төлөв байдлаар системтэй ялгах боломжийг бүрдүүлэх ач холбогдолтой ба бүс нутгийн ландшафт, уур амьсгалын нөхцөлтэй нь уялдуулан зааг тогтоох үндэс бүрдэнэ.

Энэ судалгаанд ашигласан 35 шалгуур үзүүлэлт нь хоёр нурууны заагийг тодорхойлж, хоорондын ялгааг тогтвортой өгөгдөлд суурилсан байдлаар гаргах боломжийг баталсан. Ийм аргазүйг бусад уул, нуруудын системүүдэд жишээлбэл Хангай, Ханхөхийн нурууны зааг, Хэнтийн болон Хөвсгөлийн уулс хоорондын заагийг тодорхойлоход хэрэглэж болох бөгөөд бүс нутгийн газарзүйн хилийн нарийвчлал, байгаль орчин, экосистемийн судалгаа, байгалийн бүс, мужлалын шинэчлэл, ландшафтын зураглалд онцгой ач холбогдолтой юм.

Үүнээс гадна, энэхүү аргазүйн хандлага нь зөвхөн морфометрийн хэмжээс төдийгүй чанарын үнэлгээг хослуулсан, олон шалгуурт хандлагыг шаарддаг бөгөөд орчин үеийн газарзүйн мэдээллийн систем (GIS), зайнаас тандан судалгаа, газарзүйн загварчлалын аргазүйтэй уялдуулснаар илүү өндөр нарийвчлалтай, бүс нутгийн хөгжлийн төлөвлөлтөд суурь өгөгдөл болох боломжтой юм. Иймд энэхүү шалгуурт суурилсан аргазүй нь уул нуруудыг тодорхой үндэслэлтэйгээр зааглах, системчлэн ангилах, байгалийн бүсүүдийн хил хязгаарыг шинэчлэх, судалгааны жишиг бий болгох чухал ач холбогдолтой юм.

Хил заагийн морфометрийн шинжилгээ: Монгол Алтай болон Говь-Алтайн нурууд нь геологийн бүтэц, тектоник идэвхжил, уур амьсгалын нөхцөл зэргийн хувьд ялгаатай болохыг тогтоосон бөгөөд тэдгээрийн хил заагийн бүс нь онцгой геоморфологийн шинж чанаруудтай юм. Энэхүү судалгаанд морфометрийн аргуудыг ашиглан нуруудын хил заагийг нарийвчлан орон зайн шинжилгээ хийв (Зураг 3).

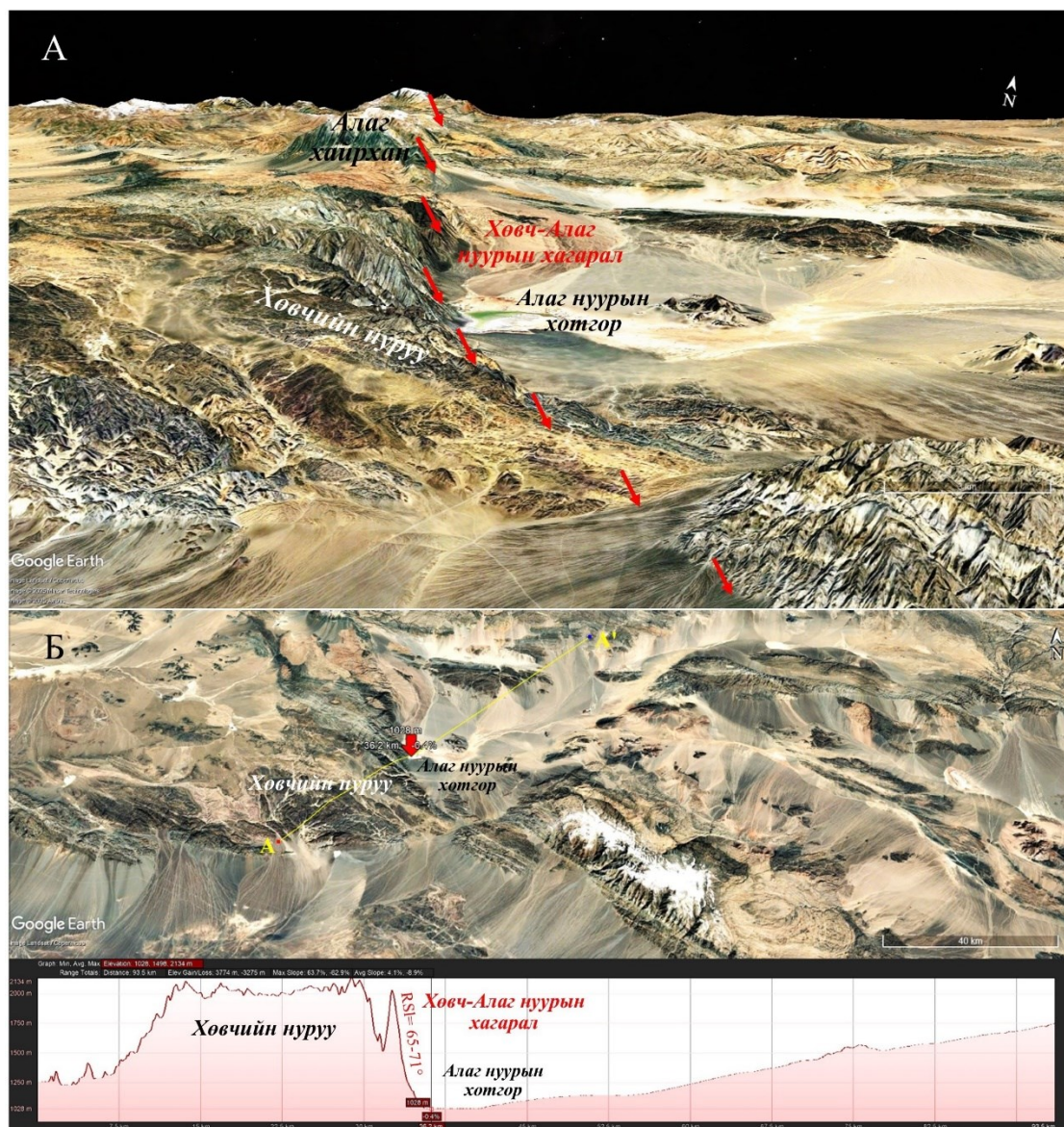


Зураг 3. Морфометрийн шинжилгээний тайлал А. Гипсометр интегралын шинжилгээ (HI)

Б. Уулын хажуугийн шинжилгээ (MFs)

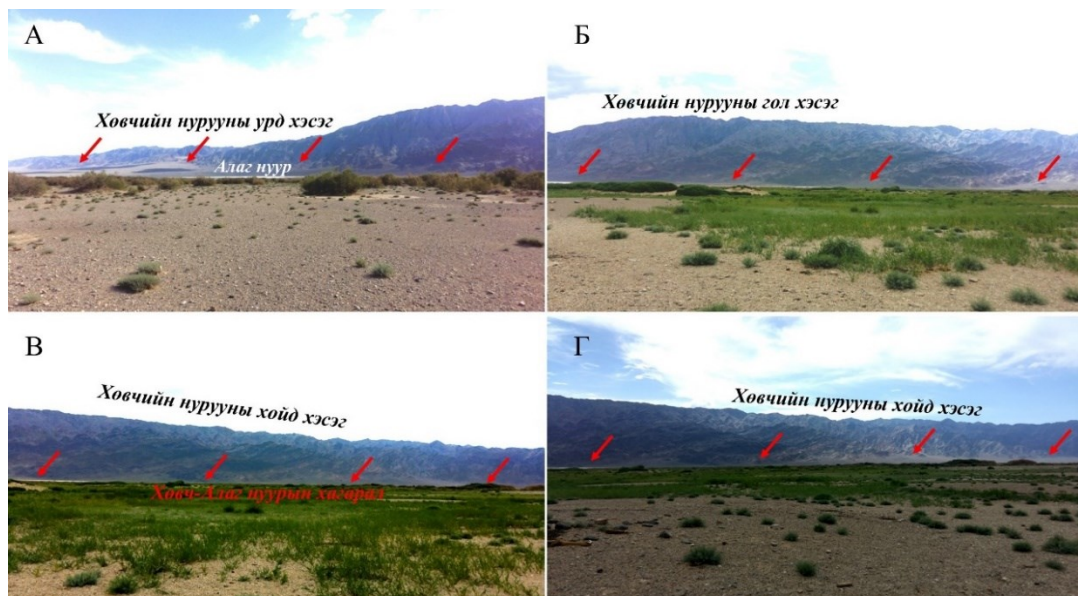
Судалгааны талбайд Монгол Алтай, Говь-Алтай нурууны хил заагийг тодорхойлох гипсометр интегралын шинжилгээ (HI)-ээр тектоникийн идэвхи 0.71 хүртэлх хувийг, Уулын хажуугийн шинжилгээ (MFs)-ний утга Хөвч-Алаг нуурын хагарлын дагуу 1.1 буюу түүнээс бага байв. Ерөнхийдөө HI-ын утга өндөр байх тусам тектоникийн идэвх өндөр болохыг илтгэх ба үүнээс хамаарч томоохон бүс зааглагч хагарлууд үүсдэг онцлогтой. Уулын хажуугийн шинжилгээ (MFs)-гээр Сутай Хайрхан, Алаг Хайрхан уул, Хөвчийн нурууны зүүн талаар баруун хойноос зүүн урагш чигт бараг уртрагийн дагуу үүссэн Хөвч-Алаг нуурын хагарлыг тодруулан өгч байна. Энэхүү хагарал нь Монгол Алтай, Говь-Алтай нурууны хил заагийн дагуу байрлах бөгөөд бүс нутгийн тектоник хөдөлгөөний гол шугам болох нь судалгааны үр дүнгээр тодорхой болж байна.

Хөвч-Алаг нуурын хагарлын дагуу өндөршлийн огцом зөрүү үүсэж гадарга RSl=65-71° налуу үүсэж гипсометрийн хувьд эрс өөрчлөгдөж байна (Зураг 4).



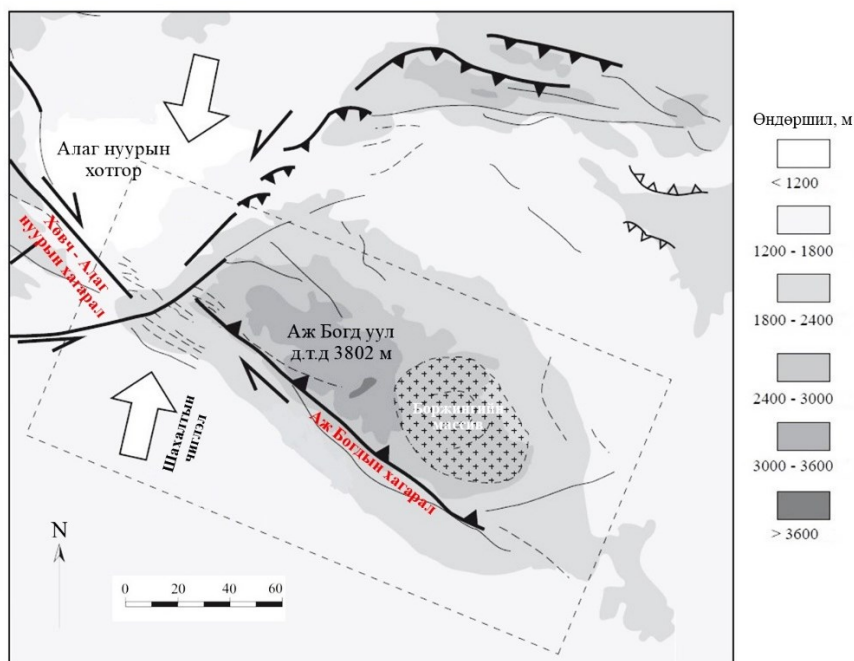
Зураг 4. А. Хөвч-Алаг нуурын хагарлын 3-н хэмжээст зураглал Б. Хөвч-Алаг нуурын хагарлын гипсометрийн зүсэлтэд илрэх гадаргын налуугийн өөрчлөлт

Энэ нь морфометрийн хувьд Хөвч-Алаг нуурын хагарлын нөлөөгөөр Баатар хайрхан, Сутай хайрхан, Алаг хайрхан, Хөвчийн нуруу, түүний салбар уулс баруун гар талд огцом өргөгдөж эсрэг талдаа тектоникийн суулт үүсгэснээр Алаг нуурын хотгор бий болжээ. Хөвчийн нуруу хагарлын нөлөөгөөр д.т.д 2400-2600 м орчим (хамгийн өндөр цэг 2676 м) өргөгдөхөд зүүн талд нь Алаг нуурын хотгорт д.т.д 1028 м хүртэл огцом намссан байв. Эндээс рельефийн энергийн зөрүү 1648 м хүрч байв. Түүнчлэн Сутай д.т.д 4090 м өргөгдсөн бол зүүн талд орших Шаргын хотгор д.т.д 963 м буюу рельефийн энергийн зөрүү 3127 м хүрч байв. Гипсометрийн хувьд Хөвчийн нуруунаас зүүн тийш дундаж өндөр 1000 метрээр огцом буурах хандлагатай байдаг. Ерөнхийд нь авч үзвэл тухайн хил зааг баруун хойноос зүүн урагш чигт Баатар хайрхан, Сутай уул, Алаг Хайрхан уул, Хөвчийн нурууны зүүн талаар гарсан 100 гаруй км урт Хөвч-Алаг нуурын үндсэн хагарлаар Монгол Алтай, Говь-Алтайн заагийг тогтоох гол үндэслэл болж байна. Тухайн хагарлыг хээрийн зураглалаар харуулахад дараах байдалтай байна (Зураг 5).



Зураг 5. Хөвч-Алаг нуурын хагарлын хээрийн зураглал, Гэрэл зургийг Э.Алтанболд, 2019

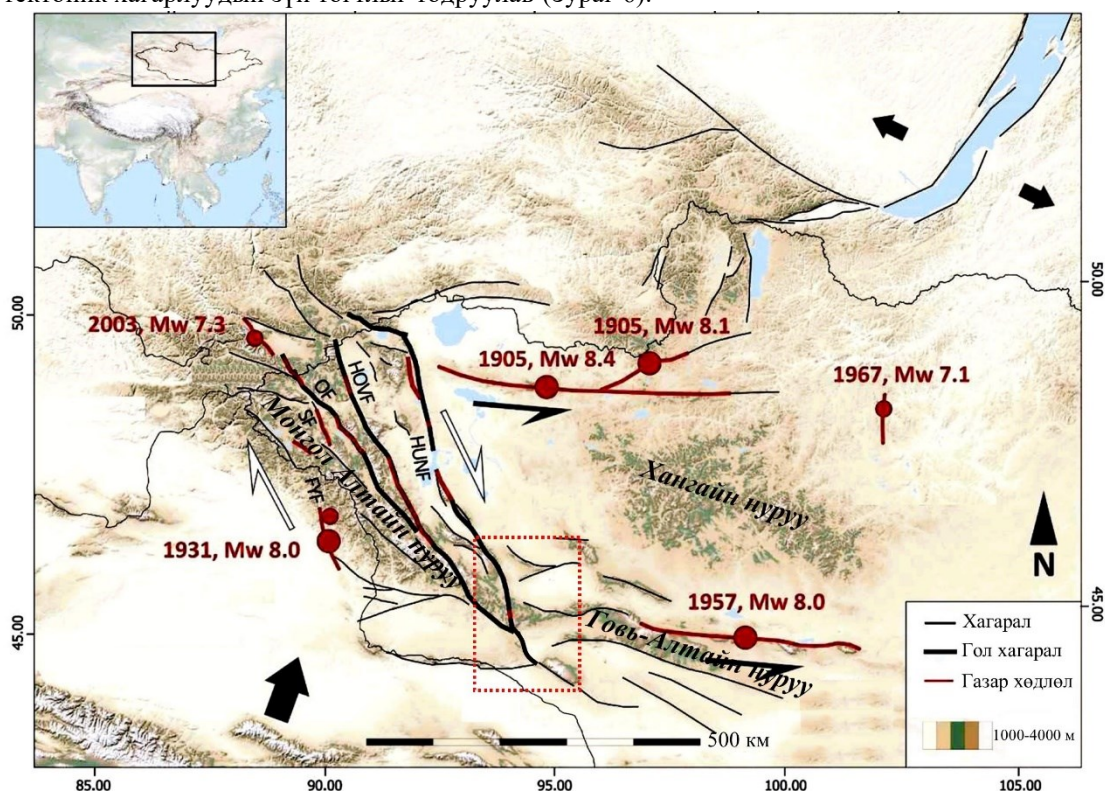
Альпийн уул үүсэх хөдөлгөөн дөрөвдөгч галавын үед идэвхжиж байснаас Алтайн уулсын тогтолцоо хэдэн удаа өргөгдөж (Цэгмид, 1969), Өмнөд Монголын герциний блокод хөндлөн ташуу хагарал үүсгэж түүнийг дагаж уул нурууд үүссэний дээр тэдгээр уул нуруудын хооронд хотгорууд дагалдаж үүссэн нь уулсын хил заагийг тодорхойлох бас нэгэн үндэслэл юм (Сумъяа, 1988). Үүний тод илрэл нь Хөвчийн нуруу ба Алаг нуурын хотгор юм. Хөвчийн нуруунаас зүүн тийш Говь-Алтайн нуруу бараг өргөргийн дагуу хэд хэдэн тусгаар нурууд параллель байдалтай сунаж тогтдог. Харин Хөвчийн нуруунаас баруун хойд чигт Монгол Алтайн нуруу субмеридианы дагуу цулдам хэлбэрээр сунаж тогтсон онцлогтой байна. Энэ зүй тогтол нь Хөвчийн нуруу ба Аж Богд уулын заагт хагарлын чиглэлийн огцом өөрчлөлтөөр тод илэрч Монгол Алтай, Говь-Алтайн нуруудыг зааглахад гол баримт болж байна (Зураг 6).



Зураг 6. Хөвч-Алаг нуурын ба Аж Богдын хагарлын зүй тогтол (Schlupp, 1996)

Монгол Алтай, Говь-Алтайн нуруудын хил заагт Энэтхэг-Евразийн хавтангийн шахалтын нөлөө: Энэтхэг-Евразийн хавтангийн мөргөлдөөн нь тектоникийн хувьд дэлхийн хамгийн идэвхтэй бүсүүдийн нэгийг бүрдүүлдэг бөгөөд энэ нь Ази тивийн өргөн уудам нутаг дэвсгэрт геологи, тектоник, геоморфологи, уур амьсгал, ландшафт, усзүйн эрчимтэй өөрчлөлтийг бий болгосоор иржээ. Тус мөргөлдөөн нь ойролцоогоор 50 сая жилийн өмнө эхэлсэн бөгөөд одоог хүртэл үргэлжилж байгаа энэхүү тектоник хөдөлгөөний үр дүнд Гимилайн уулс болон Төв Азийн өндөрлөг уул нурууд үүссэн (Molnar, Tapponnier, 1975). Энэхүү шахалтын нөлөө нь зөвхөн уулархаг бүсүүдийг улам бүр өндөрсгөхөөс гадна хагарлын бүсүүдийг үүсгэж гадаргад геоморфологийн олон төрлийн хэв шинжийг бүрдүүлжээ (Tapponnier et al., 2001). Тухайлбал, Төв Ази нь энэхүү тектоник шахалтын нөлөөгөөр тодорхойлогддог ба Кунь-Луны уулс, Тянь-Шань, Монгол Алтай, Говь-Алтай, Тагна зэрэг уулсын систем бий болжээ. Энэ бүс нутгийн тектоник өөрчлөлт нь өргөргийн дагуух өргөлт, суулт, шилжилт зонхилдог нарийн уялдаа холбоо геологи, тектоник, геоморфологийн онцлогоор илэрдэг.

Монгол Алтай болон Говь-Алтайн нурууны зааг нь газар хөдлөлтийн идэвх, тектоник хагарал, гадаргын хэлбэршлийн эрс ялгаа бүхий нарийн морфоструктурын шилжилтийн бүс юм (Cunningham, 2005). Энэхүү бүсийн тектоник, геоморфологийн онцлог, өндөршлийн ялгаа, зааглагч хагарлын үндсэн хүчин зүйлийг баталгаажуулах зорилгоор Монгол орны идэвхитэй тектоник хагарлуудын зүй тогтлыг тодруулав (Зураг 6).



Зураг 6. Баруун Монголын томоохон хагарлуудын чиглэл ба томоохон нуруудын байрлалын зүй тогтол (Ramel нар (2025)-ын материалд тулгуурлан боловсруулав. Энд HUNF- Хар-Ус нуур, HOVF- Ховд, OF- Өлгий, SF- Сагсай, FYF- Фү-Юуны идэвхитэй хагарал). Тасархай улаан зураасаар энэ судалгааны талбайг тодруулав.

Монгол Алтай, Говь-Алтай нуруу нь Энэтхэг-Евразийн хавтангийн шахалтын тектоник хөдөлгөөний нөлөөгөөр баруун хойноос зүүн урагш чигт томоохон хагарлуудаар

хязгаарлагдаж блок өргөлт, суулт эрчимтэй явагдаж байгааг илтгэж байна. Монгол Алтай ба Говь-Алтайн нурууг зааглагч Хөвч-Алаг нуурын хагарал нь Өлгий, Ховд, Хар-Ус нуурын баруун Монголын гол хагарлуудыг үндсэнд нь нэгтгэсэн шинжтэй байна.

Алтайн нурууг үүсгэгч, тусгаарлагч үндсэн хүчин зүйл нь тектоникийн хагарлууд бөгөөд энэ нь уулсын хил заагийг ялгах гол үндэслэл болж байна. Эдгээр уулсын систем нь Төв Азийн тектоникийн хувьд хамгийн идэвхтэй бүс нутгийн нэг бөгөөд газарзүйн хувьд өвөрмөц өөр өөр тогтоцтойгоороо онцлог юм. Энэхүү судалгаанд Монгол Алтай, Говь-Алтай нурууны хил заагийг тодорхойлж бүс нутгийн тектоник хувьсалтай хэрхэн уялдаж байгааг илрүүлсэн болно. Монгол Алтай, Говь-Алтайн уулархаг нутагт дөрөвдөгчийн үед болсон шинэтектоник хөдөлгөөний нөлөөгөөр уулсыг зааглагч хагарлууд идэвхитэй хэвээр байна.

Эндээс үзэхэд Монгол орны орчин үеийн уулс нь шинэ тектоник хөдөлгөөний нөлөө, дэлхийн уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөгөөр газарзүй ландшафтын хувьд өөр өөрийн онцлог бүхий хэв шинжийг бүрдүүлжээ.

Төв Ази нь дэлхийн тектоникийн идэвхтэй бүсүүдийн нэг бөгөөд олон төрлийн геоморфологийн хэв шинж бүхий уул, нурууд өргөн тархсан нутаг юм (Khukhuudei et al., 2020; Enkhbold et al., 2020). Уул нуруудыг зааглах, ялган ангилах нь газарзүйн болон геологийн шинжлэх ухаанд онцгой ач холбогдолтой. Энэ нь бүс нутгийн байгаль орчны хөгжлийн зүй тогтлыг ойлгох, уур амьсгалын нөлөөлөл, тектоник хөдөлгөөний чиг хандлагыг судлах, бүс нутгийн байгалийн нөөцийг бодитой үнэлэхэд суурь болох боломжтой юм.

Геологийн үүднээс авч үзвэл Төв Азийн уул, нурууд нь Энэтхэг ба Евразийн хавтангийн мөргөлдөөн, Төв Азийн уул үүсэх үйл явц нь кайнозойн цаг хугацаанд идэвхитэй үргэлжилж буй үйл явц юм (Ha et al., 2023; Uguudei et al., 2023). Иймээс эдгээр уул нуруудын тогтоц, бүтэц, хагарлын зүй тогтолд тулгуурлан ангилах нь геологийн зураглал, тектоник бүсчлэл, сейсмогеологийн үнэлгээнд чухал үндэс болно.

Газарзүйн хувьд уул нуруудыг ялган зааглах нь тухайн бүс нутгийн байгалийн мужлалыг зөв тодорхойлох, байгалийн бүсүүдийг (ургамалжилт, хөрс, ус зүй, уур амьсгалын ялгаа) тусгаарлахад чухал шаардлагатай. Уул нурууд нь ихэвчлэн ус хагалбарын зааг болдог тул томоохон гол мөрөн, нуурын ай сав газрыг ялгах, усны нөөцийн судалгаанд суурь болж өгнө. Түүнчлэн уулсын хэлбэр, өндөршил, налуу зэрэг нь хөрсний эвдрэл, усны урсацын зүй тогтоц, орон нутгийн бичил уур амьсгалын хуваарилалтад шууд нөлөөлдөг онцлогтой.

Уул, нуруудын орон зайн тархалтыг зааглах нь байгалийн гамшгийн эрсдлийн үнэлгээ хийхэд чухал үүрэгтэй. Тухайлбал, газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүс нутгийг илрүүлэх, хөрсний гулсалт, нуралтын аюулын цар хүрээ зэрэг тектоникийн үйл явцыг шинжлэхэд уулсын тогтоцыг тодорхойлох, хоорондын ялгааг гаргах нь чухал шаардлагатай юм. Мөн геоморфологийн судалгаанд уул нуруудын гарал үүсэл, атираашилт, өргөгдөл, элэгдэл, өгөршил, зөөгдлийн хэв шинжийг тусгайлан авч үздэг тул хил заагийг нарийвчлан авч үзэх нь чухал байдаг. Төв Азийн уул, нуруудыг газарзүйн болон геологийн үүднээс зааглан ялгах нь байгалийн шинжлэх ухааны суурь судалгаа төдийгүй бүс нутгийн байгалийн нөөцийн оновчтой ашиглалт, байгаль орчны үнэлгээ зэрэг олон талын ач холбогдолтой юм.

Дүгнэлт

Монгол Алтай болон Говь-Алтайн нурууны хил заагийг зөвхөн өндөршлийн ялгаанд бус, геологийн тогтоц, тектоник хагарлын бүтэц, геоморфологийн хэв шинж, уур амьсгал, цэвдгийн ба хөрсний тархалт, ландшафтын хэв шинжийн ялгаанд тулгуурлан тодорхойлогдох ёстой.

Уур амьсгалын шинжилгээгээр Монгол Алтай нь жилийн туршид илүү сэрүүн (-6°C – 0°C), чийглэг (200–400 мм хур тунадастай), улирлын хэлбэлзэл багатай, мөнх цастай, тогтвортой цасан бүрхүүл бүхий бүс болох нь тодорхой байна. Энэ нь Арктикийн болон уулын

тундрын уур амьсгалын хэв шинж давамгайлж байгаатай холбоотой юм. Үүний эсрэгээр, Говь-Алтайн нуруу нь илүү дулаан (-2°C – $+4^{\circ}\text{C}$), хуурай (100–250 мм хур тунадас), эх газрын эрс тэс температурын хэлбэлзэлтэй, тогтворгүй цасан бүрхүүлтэй, ууршилт давамгайл бүс бөгөөд Коппены ангиллаар хуурай (BWk, BSk) уур амьсгалын нөхцөл зонхилж байгааг тогтоолоо.

Ландшафтын шинжилгээгээр Монгол Алтай нь дунджаар 3000 м, мөстлөгийн гаралтай эгц оргил, мөнх цаст уулс, таг, тундрын бүсийг дамнасан ландшафтын босоо бүсчлэл тод илэрдэг. Харин Говь-Алтай нь дунджаар 2500 м өндөрт байрлах ба босоо бүсжилт сул, тэгш хяр, цөлөрхөг хээр, элсэнцэр хөрс бүхий эх газрын хуурай тод илэрдэг онцлогтой байна.

Хил заагийн морфометрийн шинжилгээний үр дүнд Хөвч-Алаг нуурын хагарал нь эдгээр хоёр уулсын хоорондох шилжилтийн бүс бөгөөд үндсэн тектоник зааг болох нь харьцуулсан болон морфометрийн шинжилгээний аргагүйгээр баталгаажууллаа. Хөвчийн нуруу хагарлын нөлөөгөөр д.т.д 2400-2600 м орчим (хамгийн өндөр цэг 2676 м) өргөгдөхөд зүүн талд нь Алаг нуурын хотгорт д.т.д 1028 м хүртэл огцом намссан байв. Эндээс рельефийн энергийн зөрүү 1648 м хүрч байв. Гипсометрийн хувьд Хөвчийн нуруунаас зүүн тийш дундаж өндөр 1000 метрээр огцом буурах хандлагатай ба Говь-Алтайн нуруу бараг өргөргийн дагуу хэд хэдэн тусгаар нурууд параллель байдалтайгаар сунаж тогтжээ. Харин Хөвчийн нуруунаас баруун хойд чигт Монгол Алтайн нуруу субмеридианы дагуу цулдам хэлбэрээр сунаж тогтсон нь нуруудын морфоструктурын ялгааг тодруулж байна.

Алтайн уулсын тогтолцоо нь Энэтхэг-Евразийн хавтангийн шахалтын тектоник хөдөлгөөний нөлөөгөөр баруун хойноос зүүн урагш чигт томоохон хагарлуудаар хязгаарлагдаж блок өргөлт, суулт эрчимтэй явагдаж байгааг илтгэж байна. Монгол Алтай ба Говь-Алтайн нурууг зааглагч Хөвч-Алаг нуурын хагарал нь Өлгий, Ховд, Хар-Ус нуурын баруун Монголын гол хагарлуудыг үндсэнд нь нэгтгэсэн шинжтэй байна.

Монгол Алтай ба Говь-Алтайн нурууны хил зааг нь Хөвч-Алаг нуурын хагарлын дагуу орших 100 км орчим урт бүхий морфоструктур шилжилтийн бүсээр тодорхойлогдоно гэж үзэж байна. Уг үр дүн нь Монгол орны уулс, нуруудын тектоник хөгжлийг илүү нарийвчлан судлах, бүсчилсэн ангилал хийх, байгалийн нөөцийн үнэлгээг сайжруулахад хувь нэмэр оруулах боломжтой юм. Энэхүү судалгаа нь уул нуруудын хил заагийг илүү нарийвчлан тогтоож, бүс нутгийн геоморфологи, тектоник, ландшафтын ангилалд онолын болон практикийн ач холбогдолтой үр дүн өгч байна.

Талархал

Энэхүү судалгааг ШУТС-ийн 2024-2026 онд хэрэгжүүлэх “Монгол орны нуурын геоморфологийн шинэ мужлал” сэдэвт суурь судалгааны төсөл, БНСУ-ын “Chey Institute for Advanced Studies, International Scholar Exchange Fellowship for the academic year of 2025-2026” хөтөлбөрийн хүрээнд гүйцэтгэв.

Ном зүй

1. Бямба, Ж., 2009. Интрузив чулуулаг, *Монголын геологи ба ашигт малтмал*. III боть, Улаанбаатар хот, Соёмбо принтинг
2. Девяткин, Е. В., 1981. *Кайнозой Внутренней Азии: (стратиграфия, геохронология, корреляция)*. Наука.
3. Доржготов, Д. (ред). (2022). *Монгол Улсын Үндэсний атлас*, ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэн, Улаанбаатар хот. 98-140
4. Жигж, С. (1975). *Монгол орны хотгор гүдгэрийн үндсэн хэв шинж*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэлийн газар, 12-66, 89-105, 108-134
5. Коржув, С. С., Флоренсов, Н. А. (1982). Деструкция и деструктивный рельеф (К итогам геоморфологических исследований в МНР). *Геоморфология*, (3), 22-28.

6. Мурзаев, Э.М., (1952). Монгольская Народная Республика: Физико-географическое описание. *Географиз*, Москва, 412-472
7. Селиванов, Е. И. (1972). Неотектоника и геоморфология Монгольской Народной Республики. *Недра*, Москва, сс. 234-239
8. Синицын, В.М (1959). Центральная Азия. *Географиз журнал*. Москва.
9. Сумъяа, Ж. (1988). Хөвчийн нуруу бол Монгол Алтай, Говь-Алтайн нурууны зааг мөн. *Монгол орны газарзүйн асуудал*, №26, 89-93, Улаанбаатар
10. Сэр-Од, Ц. (2019) Монгол Алтайн уулархаг нутгийн ландшафтын үндсэн шинж, ашиглалт, хамгаалалтын асуудал. *Докторын диссертаци*. Улаанбаатар хот, 21-47
11. Хилько, С. Д., Курушин, Р. А. (1982). Монгольский Алтай, Геоморфология Монгольской Народной Республики. *Наука*, 40-54.
12. Цэгмид, Ш (Ред). (1969). *Монгол орны физик газарзүй*. Улсын Хэвлэлийн газар. Улаанбаатар, х. 23-78, 125-127
13. Altanbold, E., Ulambadrakh, K., Batbold, D., Seong, Y. B., Bayanzul, D., & Batzorig, B. (2025). Tectonic geomorphological analysis of the Khukh Lake Basin, Mongolian Altay Mountains, north-west Mongolia: Монгол Алтайн нурууны Хөх нуурын хотгорын тектоник геоморфологийн шинжилгээ. *Geographical Issues*, 25(01), 84-100.
14. Bayasgalan, A., Jackson, J., Ritz, J. F., & Carretier, S. (1999). Forebergs', flower structures, and the development of large intra-continental strike-slip faults: the Gurvan Bogd fault system in Mongolia. *Journal of Structural Geology*, 21(10), 1285-1302.
15. Cunningham, D. (2005). Active intracontinental transpressional mountain building in the Mongolian Altai: Defining a new class of orogen. *Earth and Planetary Science Letters*, 240(2), 436-444.
16. Doljin, D., & Yembuu, B., 2021. Division of the physiographic and natural regions in Mongolia. In *The Physical Geography of Mongolia* (pp. 177-193). Cham: Springer International Publishing.
17. Enkhbold, A., Dorjsuren, B., Khukhuudei, U., Yadamsuren, G., Bardarch, D., Dorjgochoo, S., ... & Gedefaw, M. (2021). Impact of faults on the origin of lake depressions: a case study of Bayan Nuur depression, North-west Mongolia, Central Asia. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 44(1), 53-66.
18. Enkhbold, A., Khukhuudei, U., Dorjgochoo, S., & Ganbold, B., 2020. Morphology of Khorgo Volcano Crater in the Khangai Mountains in Central Mongolia. *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, 19-35.
19. Enkhbold, A., Khukhuudei, U., Kusky, T., Chun, X., Yadamsuren, G., Ganbold, B., & Gerelmaa, T. (2022b). Morphodynamic development of the Terkhii Tsagaan lake depression, Central Mongolia: implications for the relationships of faulting, volcanic activity, and lake depression formation. *Journal of Mountain Science*, 19(9), 2451-2468.
20. Enkhbold, A., Khukhuudei, U., Kusky, T., Tsermaa, B., & Doljin, D. (2022a). Depression morphology of Bayan Lake, Zavkhan province, Western Mongolia: implications for the origin of lake depression in Mongolia. *Physical Geography*, 43(6), 727-752.
21. Enkhbold, A., Khukhuudei, U., Seong, Y. B., Gonchigjav, Y., Dingjun, L., & Ganbold, B. (2024). Geomorphological study of the origin of Mongolian Altai Mountains Lake depressions: implications for the relationships between tectonic and glacial processes. *Mongolian Geoscientist*, 29(58), 1-18.
22. Esser, F., & Vliegenthart, R. (2017). Comparative research methods. *The international encyclopedia of communication research methods*, 1-22.
23. Ganas, A., Pavlides, S., & Karastathis, V. (2005). DEM-based morphometry of range-front escarpments in Attica, central Greece, and its relation to fault slip rates. *Geomorphology*, 65(3-4), 301-319.

24. Gondol, L., Le Bris, A., & Lecordix, F. (2008). Cartography of high mountain areas. *Mountain mapping and visualisation*, 71.
25. Ha, S., Seong, Y. B., & Son, M. (2023). Tectonic geomorphology and Quaternary fault slip rates in the Tsambagarav Massif, Mongolian Altai. *Earth Surface Processes and Landforms*, 48(7), 1428-1449.
26. Hassen, M. B., Deffontaines, B., & Turki, M. M. (2014). Recent tectonic activity of the Gafsa fault through morphometric analysis: Southern Atlas of Tunisia. *Quaternary International*, 338, 99-112.
27. Hooper, D. M., Bursik, M. I., & Webb, F. H. (2003). Application of high-resolution, interferometric DEMs to geomorphic studies of fault scarps, Fish Lake Valley, Nevada–California, USA. *Remote Sensing of Environment*, 84(2), 255-267.
28. Jacques, P. D., Salvador, E. D., Machado, R., Grohmann, C. H., & Nummer, A. R. (2014). Application of morphometry in neotectonic studies at the eastern edge of the Paraná Basin, Santa Catarina State, Brazil. *Geomorphology*, 213, 13-23.
29. Kapos, V., Rhind, J., Edwards, M., Price, M. F., & Ravilious, C. (2000). Developing a map of the world's mountain forests. In *Forests in sustainable mountain development: a state of knowledge report for 2000. Task Force on Forests in Sustainable Mountain Development*. (pp. 4-19). Wallingford UK: Cabi Publishing.
30. Khandsuren, P., Seong, Y. B., Rhee, H. H., Lee, C. H., Sarikaya, M. A., Oh, J. S., ... & Yu, B. Y. (2023). Asynchronous glacial dynamics of Last Glacial Maximum mountain glaciers in the Ikh Bogd Massif, Gobi Altai mountain range, southwestern Mongolia: aspect control on glacier mass balance. *The Cryosphere*, 17(6), 2409-2435.
31. Khukhuudei, U., Kusky, T., Otgonbayar, O., & Wang, L. (2020). The early palaeozoic mega-thrusting of the gondwana-derived altay–lake zone in Western Mongolia: Implications for the development of the central asian orogenic belt and paleo-asian ocean evolution. *Geological Journal*, 55(3), 2129-2149.
32. Khukhuudei, U., Kusky, T., Windley, B. F., Otgonbayar, O., Wang, L., Nie, J., ... & Song, X., 2024. Cenozoic intracontinental tectonics of Mongolia and its climate effects: A synthesized review. *Earth-Science Reviews*, 104934.
33. Klinge, M., Schluetz, F., Zander, A., Huelle, D., Batkhishig, O., & Lehmkuhl, F. (2021). Late Pleistocene Lake level, glaciation and climate change in the Mongolian Altai deduced from sedimentological and palynological archives. *Quaternary Research*, 99, 168-189.
34. Kolb, S. M., 2012. Grounded theory and the constant comparative method: Valid research strategies for educators. *Journal of emerging trends in educational research and policy studies*, 3(1), 83-86.
35. Körner, C., Urbach, D., & Paulsen, J. (2021). Mountain definitions and their consequences. *Alpine Botany*, 131(2), 213-217.
36. Lehmkuhl, F. (2016). Modern and past periglacial features in Central Asia and their implication for paleoclimate reconstructions. *Progress in Physical Geography*, 40(3), 369-391.
37. Molnar, P., & Tapponnier, P. (1975). Cenozoic Tectonics of Asia: Effects of a Continental Collision: Features of recent continental tectonics in Asia can be interpreted as results of the India-Eurasia collision. *science*, 189(4201), 419-426.
38. Onorato, M. R., Coronato, A., Perucca, L. P., Rabassa, J., & López, R. (2017). Morpho-bathymetry and surficial morphology of Udaeta Lake, along the Magallanes-Fagnano fault system, Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 76, 1-10.
39. Pérez-Peña, J. V., Azañón, J. M., Booth-Rea, G., Azor, A., & Delgado, J. (2009). Differentiating geology and tectonics using a spatial autocorrelation technique for the hypsometric integral. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 114(F2).

40. Ragin, C. C. (2014). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. University of California Press.
41. Ramel, F., Ritz, J. F., Ferry, M., Malcles, O., Davaasambuu, B., Arzhannikova, A. V., ... & Demberel, S. (2025). Inframillimetric slip rate and ~ 8kyr long recurrence intervals for $M_w \geq 7.5$ earthquakes along the southern section of the Har-Us-Nuur fault (Mongolian Altay). *BSGF-Earth Sciences Bulletin*, 196(1), 8.
42. Ramzan, U., Fan, H., Aeman, H., Ali, M., & AA Al-qaness, M. (2022). Combined analysis of PS-InSAR and hypsometry integral (HI) for comparing seismic vulnerability and assessment of various regions of Pakistan. *Scientific Reports*, 12(1), 22423.
43. Rihoux, B. (2006). Qualitative comparative analysis (QCA) and related systematic comparative methods: Recent advances and remaining challenges for social science research. *International sociology*, 21(5), 679-706.
44. Różycka, M., Jancewicz, K., Migoń, P., & Szymanowski, M. (2021). Tectonic versus rock-controlled mountain fronts—Geomorphometric and geostatistical approach (Sowie Mts., Central Europe). *Geomorphology*, 373, 107485.
45. Shekar, P. R., & Mathew, A. (2022). Erosion susceptibility mapping based on hypsometric analysis using remote sensing and geographical information system techniques. In *River Dynamics and flood hazards: Studies on risk and mitigation* (pp. 483-494). Singapore: Springer Nature Singapore.
46. Schlupp, A. (1996). *Neotectonique de la mongolie occidentale analysee a partir de donnees de terrain, sismologiques et satellitaires* (pp. 50-51). UniversitéLouisPasteur-Strasbourg I, Français.
47. Silva, P. G., Goy, J. L., Zazo, C., & Bardaji, T. (2003). Fault-generated mountain fronts in southeast Spain: geomorphologic assessment of tectonic and seismic activity. *Geomorphology*, 50(1-3), 203-225.
48. Strand, P. D., Putnam, A. E., Sambuu, O., Putnam, D. E., Denton, G. H., Schaefer, J. M., ... & Cole, D. G. (2022). A ^{10}Be moraine chronology of the last glaciation and termination at 49° N in the Mongolian Altai of Central Asia. *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 37(5), e2022PA004423.
49. Tapponnier, P., Zhiqin, X., Roger, F., Meyer, B., Arnaud, N., Wittlinger, G., & Jingsui, Y. (2001). Oblique stepwise rise and growth of the Tibet Plateau. *science*, 294(5547), 1671-1677.
50. Tsedevdorj, S. O., Khurelbaatar, T., Ganbold, U., Yadamsuren, G., Avkhinsukh, A., Erkhembayar, B., ... & Enkhbold, A. (2025). Climate change impact of land cover changes in the Kharhiraa-Turgen mountain region. *Mongolian Geoscientist*, 30(61), 1-13.
51. Uguudei, D., Kusky, T., Khukhuudei, U., Baldorj, B., & Lu, W. (2023). Discovery, geological setting and mineralization of the Shuvuutai molybdenum deposit, central-southern Mongolia. *Ore Geology Reviews*, 162, 105710.
52. Wieczorek, M., & Migoń, P. (2014). Automatic relief classification versus expert and field based landform classification for the medium-altitude mountain range, the Sudetes, SW Poland. *Geomorphology*, 206, 133-146.
53. Willgoose, G., & Hancock, G. (1998). Revisiting the hypsometric curve as an indicator of form and process in transport-limited catchment. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Group*, 23(7), 611-623.
54. Yamada, S. (1999). Mountain ordering: A method for classifying mountains based on their morphometry. *Earth Surface Processes and Landforms: The Journal of the British Geomorphological Research Group*, 24(7), 653-660.
55. Yembuu, B. (2021). Climate and climate change of Mongolia. In *The physical geography of Mongolia* (pp. 51-76). Cham: Springer International Publishing.