



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

Geographical Issues

Газарзүйн Асуудлууд

Volume 25 (02)

ISSN: 2312-8534

2025

Ulaanbaatar

Morphometric Analysis of the Numrug River Basin in Eastern Mongolia

Batzorig Batbold^{1*}, Ulambadrakh Khukhuudei², Saruulzaya Adiya³, Altanbold Enkhbold¹

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

³Division of Permafrost Research, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar 15170, Mongolia

*Corresponding author: 22m1num2774@stud.num.edu.mn

Received: 2025.03.09

Revised: 2025.07.09

Accepted: 2025.07.15

Abstract

The Numrug River basin is situated in the eastern part of Khalkhgol soum, Dornod Province, extending across the border into China. Topographically, the basin is relatively elevated compared to its surrounding areas, and Cenozoic-aged basalt formations are distributed throughout the region. This study applies morphometric analysis to characterize the morphological features of the Numrug River basin. Utilizing Geographic Information Systems (GIS) and Digital Elevation Model (DEM) data, geometric, linear, areal, relief, and morphotectonic indices of the basin were identified. The total area of the Numrug River basin is 4,356.68 km², with a basin length of 100.62 km, a width of 43.30 km, and a perimeter measuring 540.51 km. The basin comprises 1,040 first-order, 218 second-order, 52 third-order, 14 fourth-order, 4 fifth-order, and 1 sixth-order stream segments. The cumulative stream length is 3,117.06 km, distributed by order as follows: first-order – 1,594.26 km; second-order – 733.41 km; third-order – 397.90 km; fourth-order – 180.63 km; fifth-order – 108.46 km; and sixth-order – 102.40 km. The basin exhibits relatively low drainage density, pronounced surface dissection, and high infiltration and percolation rates, resulting in limited surface runoff. Regarding slope characteristics, most of the basin features gentle to moderate slopes. Morphotectonic analysis indicates a westward tilting of the basin, while hypsometric analysis suggests that the river is at a mature geomorphic development stage. The basin's shape and associated morphotectonic indices imply a moderate degree of tectonic activity. In the future, this methodology will be used for tectonic geomorphological analyses of major rivers and streams in Mongolia, contributing to a deeper understanding of land surface evolution and development patterns.

Keywords: Morphometric analysis, Hydrology, Digital Elevation Model, Numrug River basin, Tectonic geomorphology, Morphotectonic

Дорнод Монголын Нөмрөг голын сав газрын морфометрийн шинжилгээ

©Батболд Батзориг^{1*}, Хөхөөдэй Уламбадрах², Адъяа Саруулзаяа³, Энхболд Алтанболд¹

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

³Цэвдэг судлалын салбар, Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн, Монгол Улсын шинжлэх ухааны академи, Улаанбаатар 15170, Монгол Улс

*Харилцагч зохиогч: 22m1num2774@stud.num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2025.03.09

Засварласан: 2025.07.09

Зөвшөөрөгдсөн: 2025.07.15

Хураангуй

Нөмрөг голын сав газар нь Дорнод аймгийн Халхгол сумын нутгийн зүүн хэсэг, БНХАУ-ын хилийг дамнан оршдог. Газрын гадаргын хувьд бусад нутаг дэвсгэрээс харьцангуй өндөрлөг бөгөөд энэ хэсэгт Кайнозойн настай базальт нэлээд тархсан байдаг. Энэхүү судалгаагаар ГМС болон Өндрийн Тоон Загвар (DEM) ашиглан Нөмрөг голын сав газрын морфометрийн геометрийн, шугаман, талбайн, рельефийн, морфо-тектоникийн үзүүлэлтүүдийг тус тус тодорхойллоо. Нөмрөг голын сав газрын талбайн хэмжээ 4356.68 км², ус хураах талбайн урт 100.62 км, өргөн 43.30 км, хүрээний урт 540.51 км байна. Нөмрөгийн голын сав газрын хэмжээнд I дүгээр эрэмбийн 1040, II дугаар эрэмбийн 218, III дугаар эрэмбийн 52, IV дүгээр эрэмбийн 14, V дугаар эрэмбийн 4, VI дугаар эрэмбийн цутгал бүхий гол, горхины урсгал I тус тус байна. Мөн ус хураах талбайн нийт урсгалын урт 3117.06 км бөгөөд эрэмбийн дагуух уртууд нь дараах байдалтай байна. Үүнд: I дүгээр эрэмбийн урсгал – 1594.26 км, II дугаар эрэмбийн урсгал – 733.41 км, III дугаар эрэмбийн урсгал – 397.90 км, IV дүгээр эрэмбийн урсгал – 180.63 км, V дугаар эрэмбийн урсгал – 108.46 км, VI дугаар эрэмбийн урсгал – 102.40 км байна. Нөмрөг гол нь сав газрын сүлжээний нягтшил багатай, гадаргын хэрчигдэл ихтэй, усны нэвчилт, шүүрэл их явагддагаас үүдэн ус хураах талбайн хэмжээнд гадаргын урсац сийрэг байна. Үүнээс гадна гадаргын налуужилтын хувьд багаас дунд хэв шинжийн налуужилт ус хураах талбайн дийлэнх хувийг бүрдүүлж байна. Тектоник геоморфологийн шинжилгээнээс үзэхэд голын сав газрын баруун тийш хазайсан бөгөөд гипсометрийн шинжилгээгээр уг гол нь хөгжлийн үе шатны хувьд дундаж хэв шинжийнх, ус хураах талбайн хэлбэрийн шинжилгээгээр тектоникийн идэвх дундаж болох нь тодорхойлов. Цаашид энэ аргазүйгээр Монгол орны томоохон гол, мөрдийн тектоник геоморфологийн шинжилгээг хийж, газрын гадаргын хувьсал, хөгжлийн зүй тогтлыг тодорхойлох боломжтой юм.

Түлхүүр үгс: Морфометрийн шинжилгээ, Ус зүй, Өндрийн тоон загвар, Нөмрөг голын сав газар, Тектоник геоморфологи, Морфотектоник

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: Б.Батзориг, Э.Алтанболд, Х.Уламбадрах: Онолын үндэслэл, үндсэн бичвэр, өгүүллийн эх бэлтгэл, үр дүнгийн хяналт; Б.Батзориг, А.Саруулзаяа: Аргазүй боловсруулалт, зураглал боловсруулалт, үр дүнгийн хяналт.

Оршил

Морфометрийн шинжилгээ нь гадаргын хэлбэр, шинж чанарыг тоон аргаар судалдаг бөгөөд гадаргын хэлбэрийн геометр болон топологийн онцлогийг тодорхойлоход чиглэдэг (Философов, 1967; Evans, 2012). Морфометрийн шинжилгээний тоон утга бүхий хувьсагчуудыг байрзүйн болон газарзүйн мэдээллийн системийн зураглалаас гарган авах боломжтой (Философов, 1967; Enkhbold et al., 2022ab).

Морфометрийн шинжилгээний аргыг флювиаль гадаргын хэлбэрүүдийг судлахад тохиромжтой нэгж болгон ашиглахаас гадна газрын гадаргын бүх төрлийн хэлбэрүүдэд тектоник геоморфологийн тайлал хийхэд ашигладаг нэгдсэн аргагүй юм. Флювиаль гадаргын хэлбэрийн хувьд голын ус хураах талбайн болон сав газрын гадаргын хэлбэрт нөлөөлөгч хүчин зүйлсийг тооцоолон судлахад чиглэдэг (Strahler, 1952). Энэ нь ус хураах талбайн болон сав газрын геологийн болон геоморфологийн хувьсал, хөгжлийн зүй тоглыг ойлгох боломжийг бүрдүүлдэг (Strahler, 1964). Монгол орны хувьд одоогоор энэ чиглэлийн судалгаа нэлээд дутмаг хийгджээ.

Голын морфометрийн судалгаа нь ус хураах талбайн болон сав газрын хэлбэрийг голын сүлжээний онцлог, урсгалын урт, ус зүйн сүлжээний нягтшил, ус хураах талбайн шинж чанартай хэрхэн холбоотой болохыг тодорхойлоход чиглэдэг (Zavoianu, 1985). Энэ нь тухайн голын сав газарт нөлөөлөгч тектоникийн хүчин зүйлийг тодорхойлоход чухал үүрэгтэй юм.

Монгол орны голын хөндийн тектоник геоморфологийн судалгааг Мурзаев (1952), Кожевников нар (1968), Базаров (1968), Мурзаев нар (1971), Жигж (1977), Мөнхөө (1979), Флоренсов, Коржуев нар (1982), Батчулуун (2020), Алтанболд нар (2024)-ын үзсэнээр томоохон голын голдирлын үндсэн чиглэл хагарлын зүй тогтолд захирагддаг талаар дурьдсан байдаг. Харин дээрх судалгаануудад морфометрийн шинжилгээний цогц аргагүй ашиглан тодорхойлоогүй байдаг. Харин Монгол орны нуурын хотгорын гарал үүсэл, морфологийн хэв шинжийн судалгаанд сүүлийн үед морфометрийн шинжилгээний аргагүйг нэлээд сайн ашиглаж хэд хэдэн судалгааны ажлууд хэвлэгджээ (Enkhbold et al., 2021; Алтанболд нар, 2023; Altanbold et al., 2025ab). Голын сав газарт геометрийн, шугаман, талбайн, рельефийн, морфотектоникийн үзүүлэлтэд тулгуурласан цогц шинжилгээ Монголд одоогоор хийгдээгүй байгаа тул энэ судалгаанд Нөмрөг голын сав газрыг сонгож судаллаа.

Голын ус хураах талбайн физик газарзүйн шинж чанар нь олон төрлийн гидрологийн үзэгдлүүдээр тодорхойлогддог. Морфометрийн шинжилгээний хүрээнд шугаман үзүүлэлтүүд болох урсцын эрэмбэ (u), урсцын урт (Lu), урсцын дундаж урт (Lsm), салааллын харьцаа (Rb) зэргийг судалдаг. Рельефийн үзүүлэлтүүд нь ус хураах талбайн гадаргын өндөршил (Bh) болон гадаргын тэгш бус байдлын индекс (Rn)-ийг тодорхойлно.

Голын ус хураах талбайн рельефийн шинж чанарууд нь гадаргын болон газрын доорх усны урсгал, нэвчилт, гадаргын хэлбэрийн хөгжил, ус зүйн сүлжээний нягтшил (Dd), урсцын давтамж (Fs), хэлбэрийн коэффициент (Rf), текстур (T) зэргийг тооцоолоход ашиглагддаг (Horton, 1945). Эдгээр үзүүлэлтүүд нь ус хураах талбайн хөгжлийг тодорхойлох боломжийг олгодог.

Ус зүйн сүлжээний нягтшил (Drainage density) нь гадаргын хэлбэрийн хувьсал, гадаргын усаар хэрчигдсэн байдал, илүүдэл усны урсгалын хэмжээг тодорхойлох чухал үзүүлэлт юм (Soni, 2017). Horton (1932) ус хураах талбайн физик газарзүйн онцлог болон үерийн урсцын хоорондох холбоог анх тодорхойлж, эдгээр үзүүлэлтүүдийг хэмжих аргуудыг санал болгосон. Тэрээр “Тохиромжтой байрзүйн зураг байх үед эдгээр тоон үзүүлэлтүүдийг хялбархан тодорхойлох боломжтой” гэж онцолсон байдаг.

Орчин үед сансрын олон сувгийн хиймэл дагуулын мэдээ, газарзүйн мэдээллийн системийн төрөл бүрийн зураглалыг усзүйн судалгаанд Монголд өргөн ашиглаж байна (Sumiya et al., 2020; Magsar et al., 2021; Dorjsuren et al., 2024; Enkhbold et al., 2025c). Эдгээр нь

морфометрийн судалгаанд чухал үүрэгтэй бөгөөд Өндрийн Тоон Загвар (DEM)-ыг ус хураах талбайн болон сав газрын судалгааны үндсэн хэрэглэгдэхүүн болгон ашиглаж байна (Mangan, 2019; Dimple et al., 2022; Mishra et al., 2023; Chowdhury, 2024; Enkhbold et al., 2024; Roy, Chowdhury, 2024).

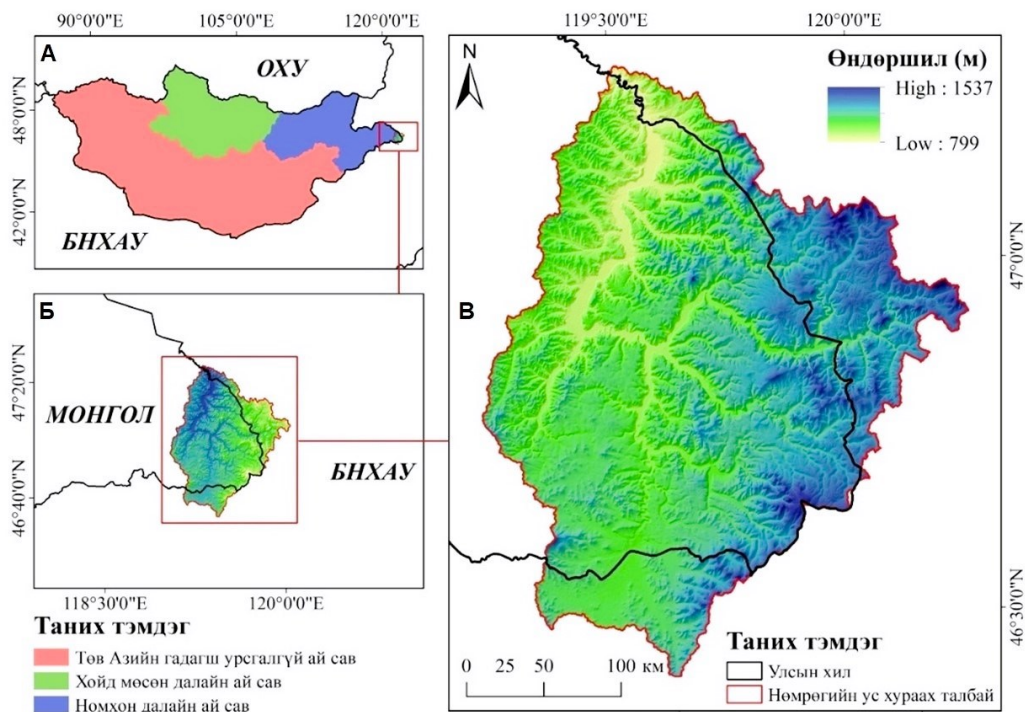
Бид энэхүү судалгаагаар Хянганы нурууны баруун хэсэгт орших Нөмрөг голын сав газрын хэмжээг тогтоох, түүний морфологийн шинж чанаруудыг (геометрийн, шугаман, талбайн, рельефийн, морфотектоникийн) тодорхойллоо.

Судалгааны талбай

Судалгааны талбай нь Дорнод аймгийн Халхгол сумын нутгийн зүүн хэсэг, БНХАУ-ын ӨМӨЗО-ы Хянганы аймгийн баруун, Шилийн гол аймгийн зүүн хэсгийг тус тус дамнан орших бөгөөд ус хураах талбайн хэмжээ 4356.68 км² юм (Зураг 1).

Судалгааны талбай нь эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай бөгөөд өвөл нь хүйтэн, хуурай, хатуу ширүүн, харин зун нь богино хугацаанд халуун байдаг. Жилийн дундаж агаарын температур -1.5 - 0 °C-ийн хооронд хэлбэлздэг бөгөөд нэгдүгээр сарын дундаж температур -25.0 – (-23.5) °C, долдугаар сарын дундаж 15.5 – (18.5) °C байна. Жилийн нийлбэр хур тунадасны хэмжээ 325–400 мм бөгөөд нийт хур тунадасны ойролцоогоор 87 хувь нь дөрөвдүгээр сараас есдүгээр сарын хооронд унана (Монгол Улсын Үндэсний атлас, 2022; Батчулуун, 2020). Нөмрөгийн голд Галдастай, Бүр, Чулуут, Бичигт, Гуут, Баян, Харчин, Нарийн, Тулт, Намагт, Хужирт зэрэг голууд цутгана.

Нөмрөг голын ус хураах талбайн төв хэсгээр кайнозойн настай базальт плиоцен, дөрөвдөгчийн дэнж дээгүүр тархсан (Гэрэл, 2012). Уг чулуулаг Нөмрөгийн голын ус хураах талбайн хэмжээнд плато байдалтайгаар тархах бөгөөд 100 м орчим зузаантай (Гэрэл, 2012). Энэ хэсгийн уулс гадаргын хувьд налуу хажуутай, хавтгай буюу бөмбөгөр оройтой бөгөөд гадаргын өндөршил зүүнээс баруун тийш намсдаг (Жигж, 1975; Цэгмид, 1969).



Зураг 1. Судалгааны талбайн байршил. А. Монгол орны гол мөрний ай савууд ба Нөмрөг голын байршил Б. Дорнод Монгол ба Нөмрөг голын ус хураах талбайн байршил В. Нөмрөг голын ус хураах талбайн өндөршлийн зүй тогтол

Судалгааны арга зүй

Судалгааны үндсэн өгөгдөл болох голын ус хураах талбай, урсгалын эрэмбийг тооцоолоход SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)-ийн 30 м-ийн нарийвчлалтай хиймэл дагуулын мэдээг “QGIS” программыг ашиглан тооцоолсон (Зураг 2).



Зураг 2. Судалгааны аргазүйн бүдүүвч

Ус хураах талбайг тооцоолохын өмнө DEM-ийг зайлшгүй нөхсөн (Fill dem) байх шаардлагатай. Морфометрийн шинжилгээний өгөгдлийг боловсруулсан аргазүйн бүдүүвч (Зураг 2)-д үзүүлэв. Голын ус хураах талбай, урсгалын эрэмбийг ашиглан морфометрийн шинжилгээний геометрийн, шугаман, талбайн, рельефийн, морфотектоникийн үзүүлэлтийг тооцоолон гаргасан (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Судалгаанд ашигласан морфометрийн үзүүлэлтүүд.

№	Морфометрийн үзүүлэлтүүд	Тэгшитгэл	Ашигласан материал
Геометрийн үзүүлэлтүүд			
1	Ус хураах талбай (A) км ²	ГМС	-
2	Ус хураах талбайн хүрээний урт (P) км	ГМС	-
3	Ус хураах талбайн урт (L _b) км	ГМС	Schumm (1956)
4	Дундаж өргөн (W _b) км	$W_b = A/L_b$	Horton (1932)
Шугаман үзүүлэлтүүд			
5	Голын эрэмбэ	ГМС	Strahler (1964)
6	Эрэмбийн урт (L _u)	ГМС	Horton (1945)
7	Эрэмбийн дундаж урт (L _{sm}) км	$L_{sm} = L_u * N_u^{***}$	Horton (1945)
8	Эрэмбийн ургын харьцаа (R _l)	$R_l = L_u/L_u - 1,$	Horton (1945)
9	Салааллын харьцаа (R _b)	$R_b = N_u/N_u + 1,$	Schumm (1956)
Морфотектоникийн үзүүлэлтүүд			
10	Гипсометрийн интеграл (HI)	$HI = (H_{mean} - H_{min}) / (H_{max} - H_{min})$	Keller and Pinter (2002)
11	Асимметр фактор (AF)	$AF = 100 (A_r/A_t)$	Molin et al. (2004)
12	Ус хураах талбайн хэлбэрийн индекс	$B_s = B_l / B_w$	Cannon, (1976)
Талбайн шинж чанарын үзүүлэлтүүд			
13	Урсгалын давтамж (F _s)	$F_s = N^{**}/A$	Horton (1945)
14	Ус зүйн сүлжээний нягтшил (D _d) км/км ²	$D_d = L/A$	Horton (1945)
15	Ус хураах талбайн эрчим (D _i)	$D_i = F_s/D_d$	Faniran (1968)

16	Шүүрлийн индекс (I_f)	$I_f = F_s * D_d$	Faniran (1968)
17	Текстүр (T)	$T = N/P$	Horton (1945)
18	Суналын харьцаа (R_e)	$R_e = 2\sqrt{(A/\pi)/L_b}$	Schumm (1956)
19	Хэлбэрийн индекс (S_i)	$S_i = 1/F_s$	Horton (1945)
20	Гадарга дээрх урсгалын урт (L_{of}) км	$L_{of} = 1/2D_d$	Horton (1945)
Рельефийн үзүүлэлтүүд			
21	Хамгийн өндөр цэг (M_a) м	ГМС	-
22	Хамгийн нам цэг (M_i) м	ГМС	-
23	Унал (B_h)	$M_a - M_i$	Schumm (1956)
24	Хэвгий (R_h)	$R_h = B_h/L_b$	Schumm (1956)
25	Гадаргын тэгш бус байдлын индекс (R_n)	$R_n = B_h * D_d$	Strahler (1958)
26	Мелтоны гадаргын тэгш бус байдлын индекс (MR_n)	$(M_a - M_i)/A^{0.5}$	Melton (1957)
27	Хэвгий (S_b)	$S_b = H/L_b$	Miller (1953)
28	Налуужилт (S)	ГМС	Rai et al. (2017)

Судалгааны үр дүн

Геометрийн болон шугаман үзүүлэлтүүд: Судалгаанд Нөмрөг голын ус хураах талбайн геометрийн үзүүлэлтүүдийг харуулсан байна. Үүнд Нөмрөгийн ус хураах талбайн хэмжээ 4356.68 км², ус хураах талбайн урт 100.62 км, өргөн 43.3, хүрээний урт 540.51 км байна (Хүснэгт 2-3).

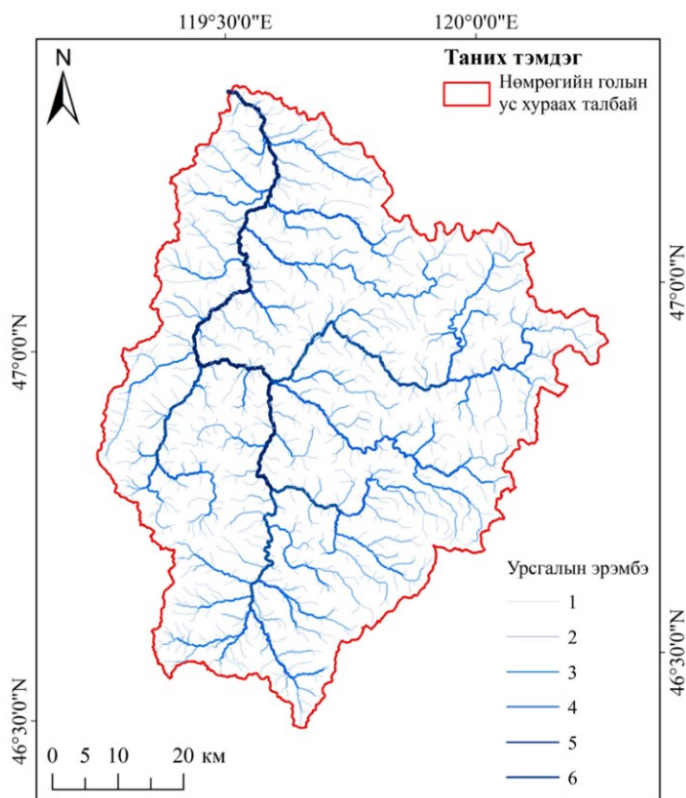
Хүснэгт 2. Геометрийн үзүүлэлтүүд

№	Үзүүлэлтүүд	Үр дүн
1	Ус хураах талбай (A)	4356.68 км ²
2	Ус хураах талбайн урт (Lb)	100.62 км
3	Ус хураах талбайн дундаж өргөн (Wb)	43.30 км
4	Ус хураах талбайн хүрээний урт (P)	540.51 км

Хүснэгт 3. Шугаман үзүүлэлтүүд

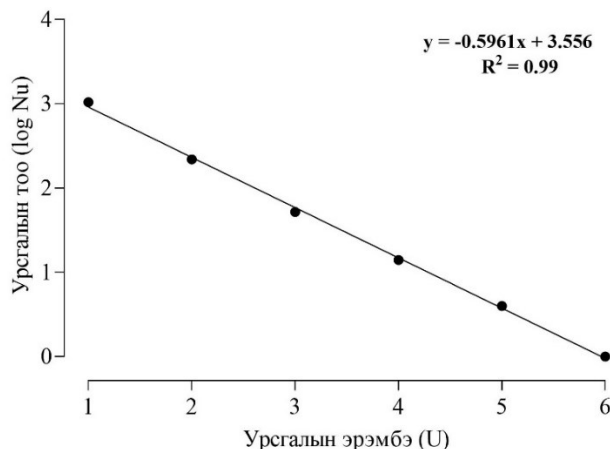
Голын эрэмбэ (U)	Эрэмбийн тоо (Nu)	Эрэмбийн урт (Lu) км	Эрэмбийн дундаж урт (Lsm) км	Салбар голуудын харьцаа (Rb)	Эрэмбийн уртын харьцаа (Rsl)
1	1040	1594.26	1.53	-	-
2	218	733.41	3.36	4.77	0.46
3	52	397.9	7.65	4.19	0.54
4	14	180.63	12.9	3.71	0.45
5	4	108.46	27.12	3.5	0.6
6	1	102.4	102.4	4	0.94
Нийлбэр/дундаж	1329	3117.06	154.97	4.04	0.6

Урсгалын эрэмбэ (U): Ямар ч ус хураах талбайн морфометрийн шинжилгээнд урсгалын эрэмбийг тогтоох нь үндсэн алхам бөгөөд үүнийг урсгалын системчилсэн шаталсан ангиллаар тодорхойлдог. Нөмрөг голын ус хураах талбайн урсгалын эрэмбийг хамгийн өргөн хэрэглэгддэг Стралерийн аргаар тодорхойлсон. Энэ аргаар салаа урсгалгүй урсгалыг эхний эрэмбэд, хоёр эхний эрэмбийн урсгал нийлсэн тохиолдолд хоёрдугаар эрэмбийн урсгал болгон ангилдаг. Хэрэв өөр эрэмбийн хоёр урсгал нийлбэл, шинэ урсгалд хамгийн өндөр эрэмбийг оноодог. Ус хураах талбайн урсгалын эрэмбийг хамгийн өндөр эрэмбийн голоор тодорхойлдог бөгөөд Нөмрөг гол нь 6 дугаар эрэмбийн урсгал юм (Зураг 3). Нөмрөгийн ус хураах талбайн доод эрэмбийн урсгалууд өндөр эрэмбийн урсгалуудаас тоогоороо илүү байна (Хүснэгт 3).



Зураг 3. Нөмрөгийн голын ус хураах талбайн урсгалын эрэмбэ

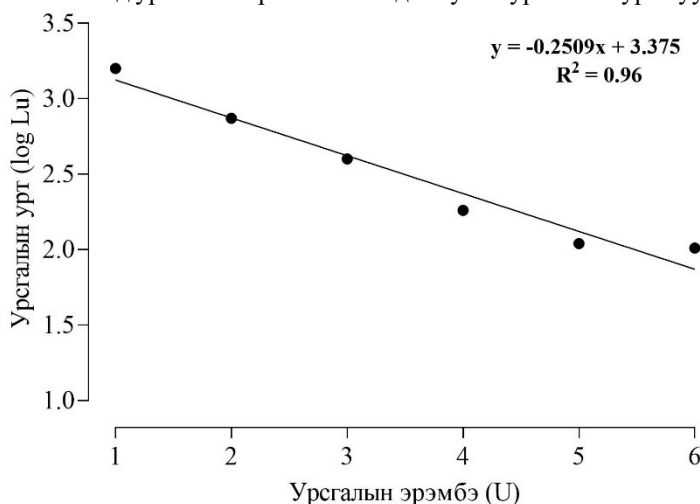
Урсгалын тоо (Nu): нь тухайн эрэмбэд хамаарах урсгалын хэсгүүдийн нийт тоо юм. Нөмрөгийн ус хураах талбайн хэмжээнд нийт 1329 урсгал бий. Үүнд эхний эрэмбийн урсгал 1,040 (78.25%), хоёрдугаар эрэмбийнх 218 (16.40%), гуравдугаар эрэмбийнх 52 (3.91%), дөрөвдүгээр эрэмбийнх 14 (1.05%), тавдугаар эрэмбийнх 4 (0.30%), зургаадугаар эрэмбийнх 1 (0.08%) байна (Хүснэгт 3-т). Эхний болон хоёрдугаар эрэмбийн урсгалууд нийт урсгалын 94.66%-ийг бүрдүүлдэг. Уулархаг тогтоцтой, ус нэвчүүлэх чадвар багатай чулуулгийн орших байдал нь доод эрэмбийн урсгал олонтой байх шалтгаан болдог. Урсгалын тоо ба эрэмбийн хамаарлыг (Зураг 3)-д үзүүлсэн бөгөөд эрэмбэ нэмэгдэхийн хэрээр урсгалын тоо буурдаг ($R^2 = 0.99$). График нь шугаман хамааралтай байж, Хортоны хуультай (Horton, 1945) бүрэн нийцэж байна. Эдгээр үр дүн нь ус хураах талбайн сүлжээний хэв маяг, нэвчилт, шүүрэлтийн хүчин чадлыг судлахад чухал ач холбогдолтой.



Зураг 4. Нөмрөгийн голын урсгалын тоо болон эрэмбийн хоорондын хамаарал

Урсгалын урт (Lu): Тухайн эрэмбийн нийт уртыг урсгалын урт гэж нэрлэдэг. Ус хураах талбайн гадаргын урсцын шинж чанарыг шинжлэхэд урсгалын урт чухал үүрэгтэй. Урт урсгал голын хөндийн налуу бага, харьцангуй тэгш гадаргуутай болохыг илтгэдэг бол богино урсгал нь огцом налуу, нарийн бүтэцтэй байх хандлагатай (Sarkar et al., 2020). Мөн нэвчүүлэх чадавх сайтай хурдас нь цөөн тооны урт гол үүсгэдэг бол нэвчүүлэх чадавх муутай хурдас олон тооны богино гол үүсгэдэг (Magesh, Chandrasekar, 2014).

Урсгалын уртыг тооцоолоход “QGIS” программ ашигласан (Хүснэгт 4)-д эрэмбийн дагуух нийт уртуудыг үзүүлэв. Нөмрөгийн ус хураах талбайн нийт урсгалын урт 3117.06 км бөгөөд эрэмбийн дагуух уртууд нь дараах байдалтай байна. Үүнд: I дүгээр эрэмбийн урсгал – 1594.26 км, II дугаар эрэмбийн урсгал – 733.41 км, III дугаар эрэмбийн урсгал – 397.90 км, IV дүгээр эрэмбийн урсгал – 180.63 км, V дугаар эрэмбийн урсгал – 108.46 км, VI дугаар эрэмбийн урсгал – 102.40 км тус тус байна. (Зураг 5)-д урсгалын урт ба урсгалын эрэмбийн хоорондын хамаарлыг үзүүлсэн бөгөөд урсгалын эрэмбэ нэмэгдэх тусам урсгалын урт буурч байна ($R^2 = 0.96$).



Зураг 5. Нөмрөгийн голын урсгалын эрэмбэ болон уртын хоорондын хамаарал

Урсгалын дундаж урт (Lsm): нь ус хураах талбайн шинж чанарыг тодорхойлох, ус хураах талбайн системийн бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг судлахад ашигладаг чухал хэмжигдэхүүн юм. Үүнийг гадаргын урсац болон хөрсний элэгдлийг шинжлэхэд мөн хэрэглэдэг. Урсгалын дундаж урт нь тухайн эрэмбийн нийт уртыг тухайн эрэмбийн урсгалын тоонд хуваах замаар тооцно. (Хүснэгт 4)-д үзүүлснээр, урсгалын дундаж урт 1.53–102.4 км-ийн хооронд хэлбэлзэж, нийт урт 154.97 км байна. Судалгааны үр дүнгээс харахад бүх эрэмбийн урсгалын дундаж урт нь доод эрэмбийнхээс урт, харин дараагийн дээд эрэмбийнхээс богино байна.

Урсгалын уртын харьцаа (Lur): нь тухайн эрэмбийн урсгалын нийт уртыг өмнөх эрэмбийн урсгалын нийт уртад хуваах замаар тодорхойлогдоно. Судалгааны талбайн урсгалын уртын харьцаа 0.45–0.94 хооронд хэлбэлзэх ба дундаж утга нь 0.6 байна. Хамгийн өндөр урсгалын уртын харьцаа (0.94) VI дугаар эрэмбийн урсгалд илэрсэн нь тухайн бүсийн чулуулгийн ус нэвчүүлэх чадавх өндөр, хэвгий харьцангуй бага болохыг илтгэж байна.

Салааллын харьцаа (Rb): нь тухайн эрэмбийн нийт урсгалын тоог дараагийн дээд эрэмбийн урсгалын нийт тоонд харьцуулсан үзүүлэлт юм. Энэ нь үерийн эрсдэлтэй бүсийг илрүүлэхэд чухал ач холбогдолтой. Нөмрөгийн ус хураах талбайн салааллын харьцааны утга 3.5–4.77 хооронд хэлбэлзэж, дундаж утга нь 4.04 байна. Энэ нь Нөмрөгийн ус зүйн сүлжээ нь тухайн бүсийн геологийн тогтоц болон бүтэцтэй холбоотой болохыг илтгэнэ (Хүснэгт 4). Өөрөөр хэлбэл Нөмрөгийн голын ус зүйн сүлжээ тухайн ус хураах талбайн геологийн тогтцод захирагдаж буйг

илэрхийлнэ. Тухайлбал ус зүйн сүлжээний тэгш өнцөг болон цацарсан хэлбэрүүд нь тектоникийн нөлөөг илтгэнэ.

Ро коэффициент (ρ): нь урсгалын урт болон салааллын харьцааны хоорондын хамаарлыг илэрхийлдэг. Ро коэффициент нь тухайн бүс нутгийн геологийн тогтоц болон байгаль орчны нөхцөлийг тодорхойлох чухал хэмжигдэхүүн юм. Үүнд геоморфологийн процесс, хүний үйл ажиллагаа, цаг уурын нөхцөл зэрэг олон хүчин зүйлс нөлөөлдөг (Tribhuvan & Sonar, 2016). Нөмрөг голын ус хураах талбайн Ро коэффициентын утга 0.1–0.24 хооронд хэлбэлзэж, дундаж утга нь 0.15 байна.

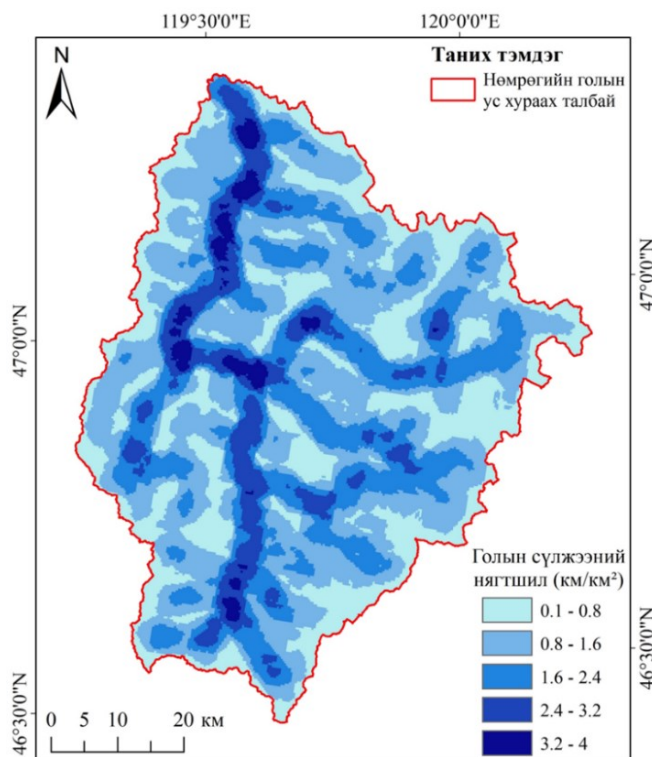
Талбайн үзүүлэлтүүд: Талбайн үзүүлэлтэд дараах 10 төрлийн индексүүд багтана (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 4. Талбайн үзүүлэлтүүд.

№	Талбайн үзүүлэлтүүд	Үр дүн	Тайлбар
1	Сүлжээний нягт (Dd)	0.72	Ус нэвчүүлэх чадвар өндөртэй материалаас бүрдсэн
2	Урсгалын давтамж (Sf)	0.31	Ус зүйн сүлжээ сийрэг, өндрийн хэлбэлзэл бага
3	Текстүрийн харьцаа (Rt)	1.92	Урсгалын тоо харьцангуй цөөн
4	Суналын харьцаа (Re)	0.74	Бага зэрэг сунасан
5	Гадарга дээрх урсгалын урт (Lof)	0.7	Ус зүйн сүлжээ сийрэг, ус нэвчүүлэх чадвар өндөр
6	Урсац бүрэлдэх талбайн хэмжээ (C)	1.4	Усны шингээлт, нэвтрүүлэх чадвар сайтай, элэгдэлд тэсвэртэй чулуулаг
7	Нягтралын тогтмол (Cc)	2.31	Сунгалт багатай, гадаргын урсац бага, шингээлт өндөр
8	Шүүрлийн индекс (If)	0.19	Ус нэвчүүлэх чадвар өндөр, гадаргын урсац харьцангуй бага
9	Ус хураах талбайн эрчим (Di)	0.19	Бага (Голын тоо болон голын сүлжээний нягтшил харьцангуй сул)
10	Хэлбэрийн индекс (Si)	2.32	Үерийн эрсдэл бага

Сүлжээний нягтшил (Dd): нь тухайн ус хураах талбайн нийт урсгалын уртыг нийт талбайн хэмжээнд харьцуулсан харьцаа юм. Strahler (1964)-ийн, ус хураах талбайн хэмжээнд өндрийн ялгаа бага байх үед ус зүйн сүлжээний нягтшил бага, харин өндрийн ялгаа ихтэй газарт ус зүйн сүлжээний нягтшил өндөр байдаг гэж үздэг. Уур амьсгал, рельеф, хөрсний ус нэвчүүлэх чадавх, гадаргын урсцын эрчим, ургамлын бүрхэвч, чулуулгийн төрөл зэрэг нь усны сүлжээний нягтралыг тодорхойлох хүчин зүйлс юм (Joji et al., 2013).

Налуужилт болон харьцангуй өндөршил нь ус зүйн сүлжээний нягтшилыг тодорхойлох гол морфометрийн үзүүлэлтүүд болно. Нөмрөгийн ус хураах талбайн хэмжээнд Dd-ийн утга 0.72 км/км² байсан бөгөөд Dd < 5.0 бага байна. Энэ нь ус зүйн сүлжээ сийрэг, хөрс, хурдас чулуулгийн сүвэрхэг шинж, урсгал тархмал байгааг илтгэнэ (Зураг 6).



Зураг 6. Нөмрөг голын сав газрын сүлжээний нягтшил

Урсгалын давтамж (Sf): нь нэгж талбайд ногдох урсгалын тоог илэрхийлнэ (Horton, 1945). Ус нэвтрүүлэх чадавх, нэвчимтгий байдал болон ус хураах талбайн өндөршил нь урсгалын давтамжид нөлөөлдөг. Энэ үзүүлэлт нь ус хураах талбайн урсцын хариу үйлдлийг илэрхийлдэг. Sf нь хур тунадас, ус хураах талбайн өндөршил, хурдас чулуулгийн байдал болон ус зүйн сүлжээний нягтшилаас хамаарна (Thomas et al., 2010). Нам дор газар дахь ус нэвчүүлэх чадавх өндөртэй материал ихтэй орчинд Sf бага байх хандлагатай бол налуужилт ихтэй, хур тунадас ихтэй уулын бүсэд Sf өндөр байдаг. Sf-ийн өндөр утга нь эгц налуу, гадаргын урсац ихтэй, ус нэвчүүлэх чадавх багатайг илтгэнэ (Horton, 1932, 1945). Нөмрөг голын ус хураах талбайн Sf утга 0.31 км^2 бөгөөд энэ нь нам гадарга, харьцангуй нэвчимтгий хөрсний чулуулгаас тогтсон, мөн багаас дунд зэргийн урсацтай болохыг илтгэнэ.

Текстур (T): нь ус хураах талбайн нийт урсгалын эрэмбийн тоог ус хураах талбайн хүрээний уртад харьцуулсан харьцаа юм. Ус хураах талбайн текстур нь тухайн газрын геологийн тогтоц, ургамалжилт, чулуулгийн бэхжилт зэрэг хүчин зүйлээс хамаарч өөр өөр байдаг. Зөөлөн, сэвсгэр чулуулаг, ургамалжилт муутай бүсэд текстүрийн үзүүлэлт өндөр байдаг бөгөөд энэ нь элэгдэл ихтэй, гүний усны шүүрэлт бага болохыг илтгэнэ (Smith, 1950). Судалгааны талбайн текстүрийн утга 1.92 бөгөөд энэ нь бага урсацтай, өндөр нэвчимтгий шинж чанартайг болохыг илтгэнэ.

Хэлбэрийн коэффициент: Ус хураах талбайн хэлбэрийг тодорхойлоход хэлбэрийн коэффициент (Horton, 1932), тойргийн коэффициент (Miller, 1953; Gardiner & Park, 1978) болон суналын харьцаа (Schumm, 1956) зэрэг үзүүлэлтүүдийг ашигладаг. Нөмрөгийн ус хураах талбайн хэлбэрийн коэффициент 0.43, тойргийн коэффициент 0.19, суналын харьцаа 0.74 байна. Эдгээр нь ус хураах талбай бага зэрэг сунасан бөгөөд урсцын оргил үе нь удаан үргэлжилдэг болохыг илтгэж байна.

Гадарга дээрх урсгалын урт (Lof): Ус гадарга дээр хэр хол урсаж байгааг тодорхойлдог үзүүлэлт бөгөөд Нөмрөгийн ус хураах талбайн Lof утга 0.7 бөгөөд энэ нь урсцын зам урт, налуужилт бага, өндөр ус нэвчүүлэх чадавх болон бага урсацтайг илтгэж байна.

Шүүрлийн индекс (If): Ус нэвчүүлэх болон урсцын боломжийг тодорхойлдог (Schumm, 1956). Нөмрөгийн ус хураах талбайн If утга 0.19 бөгөөд энэ нь өндөр ус нэвчүүлэх чадавхыг илэрхийлж байна.

Ус хураах талбайн эрчим (Di): Ус хураах талбайн сүлжээний нягтшил ба урсгалын давтамжийн харьцаагаар тодорхойлогдоно. Нөмрөгийн ус хураах талбайн хэмжээнд энэ утга 0.19 байгаа нь ус хураах талбайн урсцын давтамж бага болохыг илтгэнэ.

Рельефийн үзүүлэлтүүд: Дараах 7 үзүүлэлтээр тодорхойлно (Хсүнэгт 5).

Хүснэгт 5. Рельефийн үзүүлэлтүүд

№	Рельефийн үзүүлэлтүүд	Үр дүн	Тайлбар
1	Хамгийн нам цэг(z)	799 м	-
2	Хамгийн өндөр цэг(Z)	1537 м	-
3	Унал (H)	738 м	-
4	Өндөржилтийн харьцаа (Rh)	7.94	Тэгш болон дундаж налуужилт давамгайлсан
5	Хэрчигдлийн индекс (Di)	0.48	Гадаргын хэрчигдэл ихтэй
6	Гадаргын тэгш бус байдлын индекс (Rn)	0.53	Хөрсний элэгдэлд бага өртдөг
7	Мелтоны гадаргын тэгш бус байдлын индекс (MRn)	11.18	Гадарга тэгш бус

Унал (H): Нөмрөгийн ус хураах талбайн хамгийн өндөр цэг 1537 м, хамгийн нам цэг 799 м бөгөөд голын унал 738 м байна.

Өндөршлийн харьцаа (Rh): нь ус хураах талбайн ерөнхий налуугийн хэмжүүр юм. Энэ нь элэгдлийн эрчимтэй холбоотой бөгөөд ус хураах талбайн урттай урвуу хамааралтай байдаг (Schumm, 1956). Нөмрөгийн ус хураах талбайн өндөршлийн харьцаа 7.94 м/км бөгөөд энэ нь дундаж гадаргын налуутай болохыг илтгэнэ.

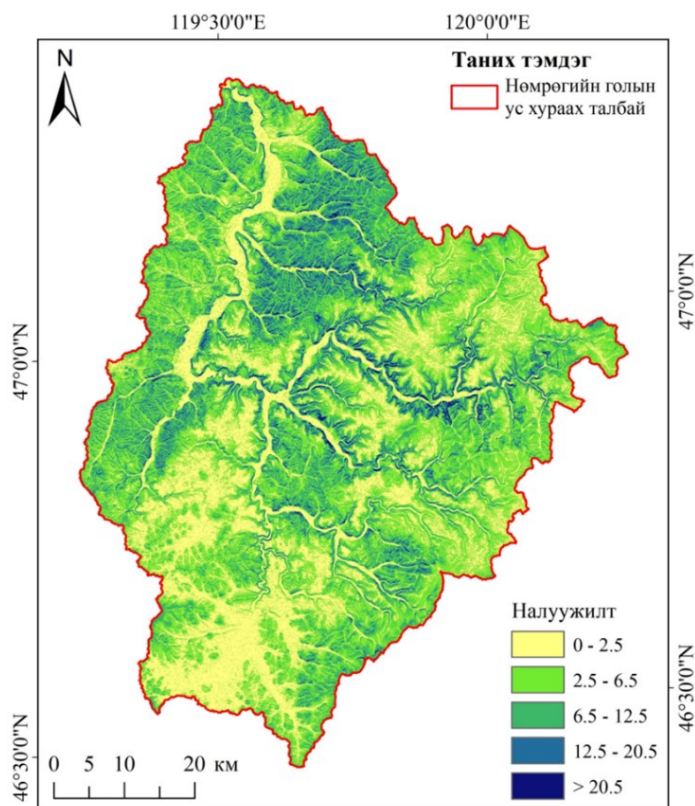
Харьцангуй өндөршил (Rr): нь ус хураах талбайн өндөршлийн хэмжээ ба ус хураах талбайн тойргийн харьцаагаар тодорхойлогдоно. Нөмрөгийн ус хураах талбайн харьцангуй өндөршил 284.36 м/км бөгөөд энэ нь ус хураах талбайн гадаргын өөрчлөлт бага байгааг илэрхийлнэ.

Хэрчигдлийн индекс (Di): Газрын гадаргын хэрчигдлийг тодорхойлохын тулд хэрчигдлийн индексийг ашигладаг (Nir, 1957; Dongare нар, 2022). Нөмрөгийн ус хураах талбайн хэрчигдлийн индексийн утга 0.48 бөгөөд энэ нь рельефийн хэрчигдэл их байгааг илтгэнэ.

Гадаргын тэгш бус байдлын индекс (Rn): нь ус хураах талбайн өндөршил ба ус хураах талбайн сүлжээний нягтшилаас (drainage density) хамаардаг. Гадаргын тэгш бус байдлын индекс нь өндөр байх тусам өндөршил, ус хураах талбайн сүлжээний нягтшил их, ус хураах талбайн гадарга налуу ихтэй байдаг (Strahler, 1958). Нөмрөгийн ус хураах талбайн гадаргын тэгш бус байдлын индекс 0.53 бөгөөд энэ нь судалгааны талбай рельефийн хувьд нийлмэл бүтэцтэй, усны элэгдэлд бага өртөмтгий болохыг илэрхийлнэ.

Мелтоны гадаргын тэгш бус байдлын индекс (MRn): нь гадаргын тэгш бус байдлыг илэрхийлэх индекс юм (Melton, 1965). Нөмрөгийн ус хураах талбайн MRn утга 11.18 бөгөөд энэ нь гол горхиуд элэгдэл султайг илтгэнэ.

Налуужилт (Sa): нь усны урсац, голын урсгалын хурд, элэгдлийн эрч, хурдас зөөвөрлөлт, хуримтлалд шууд нөлөөлдөг чухал топографийн үзүүлэлт юм. Нөмрөгийн ус хураах талбайн налуужилт 0°-55.5° хооронд хэлбэлзэх ба дараах ангилалд хуваагдана (Radwan нар, 2020). Үүнд: маш бага (0° - 2.5°), бага (2.5° - 6.5°), дундаж (6.5° - 12.5°), их (12.5° - 20.5°), маш их (>20.5°).



Зураг 7. Нөмрөгийн голын ус хураах талбайн налуужилт

Налуужилтын хамгийн өндөр утгууд нь ус хураах талбайн хяр болон уулархаг хэсгээр тархсан байна (Зураг 7). Нөмрөгийн ус хураах талбайн ихэнх хэсэг тэгшээс дундаж налуужилттай буюу нийт талбайн 92.2 хувь нь 12.5 – аас доош градусын налуужилттай байна (Хүснэгт 6).

Хүснэгт 6. Нөмрөгийн ус хураах талбайн налуужилтын эзлэх хувь.

№	Налуужилт		Налуужилтын эзлэх хувь
1	Маш бага	0 - 2.5	28.90%
2	Бага	2.5 - 6.5	38.78%
3	Дундаж	6.5 - 12.5	24.52%
4	Эгц	12.5 - 20.5	7.02%
5	Маш эгц	> 20.5	0.77%

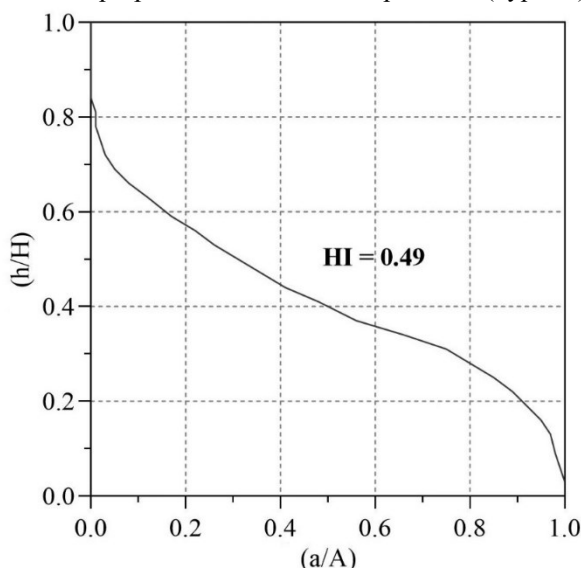
Морфотектоникийн үзүүлэлтүүд:

Гипсометрийн муруй ба гипсометрийн интеграл (HI): Гипсометрийн шинжилгээ нь ус хураах талбайн өндөршил ба талбай хоорондын хамаарлыг хэмжих, судлах арга юм. Энэ нь ус хураах талбайн хөгжлийн үе шатыг тодорхойлоход ашиглагддаг бөгөөд гадаргын хэрчигдлийн түвшин, элэгдлийн үе шатын талаарх ойлголтыг өгдөг (Strahler, 1952; Gardner et al., 1990).

Гипсометрийн муруй нь нийт ус хураах талбайн харьцааг (a/A) босоо тэнхлэгт байрлах нийт өндөршлийн харьцаатай (h/H) харьцуулж гаргасан график юм. Гипсометрийн муруйн хэлбэр нь ус хураах талбайн хөгжлийн үе шатыг илэрхийлнэ. Үүнд:

- Гүдгэр (convex) хэлбэр нь залуу үе шатыг
- S-хэлбэр нь тэнцвэрт (mature) үе шатыг
- Хотгор (concave) хэлбэр нь элэгдлийн эцсийн үе шатыг илтгэнэ.

Нөмрөгийн ус хураах талбайн гипсометрийн муруй нь S-хэлбэртэй бөгөөд энэ нь тэнцвэрт үе шатанд байгааг илтгэж байна. Гипсометрийн интегралын (HI) утга 0.49 бөгөөд энэ нь геоморфологийн хувьд тэнцвэрт үе шатанд байгааг илэрхийлнэ (Зураг 8).



Зураг 8. Нөмрөгийн голын сав газрын гипсометрийн муруй болон гипсометрийн интеграл

Хүснэгт 7. Морфотектоникийн үзүүлэлтүүд

№	Морфотектоникийн үзүүлэлтүүд	Үр дүн	Тайлбар
1	Гипсометрийн интеграл (HI)	0.49	Дундаж
2	Асимметри фактор (AF)	67.05	Баруун тийш хазайсан
3	Ус хураах талбайн хэлбэрийн индекс	1.46	Дундаж

Ассиметр фактор (AF): нь ус хураах талбайн тектоникийн хандлагыг тодорхойлох үзүүлэлт юм (Сох, 1994). Энэхүү индекс нь тектоникийн үйл ажиллагааны чиглэлийг тодорхойлохын зэрэгцээ блокуудын өргөгдөлт, суултын хэмжээг илэрхийлдэг (Keller & Pinter, 1996). AF нь голын урсгалын баруун талд байрлах ус хураах талбайн хэмжээ ба нийт ус хураах талбайн харьцаагаар тодорхойлогдоно. Ус хураах талбайн мэдэгдэхүйц хазайлт нь литологийн болон идэвхтэй тектоникийн үйл явцтай холбоотой байдаг. AF-ийн утга 50-аас их байвал баруун, 50-аас бага байвал зүүн тийш хазайлт үүссэнийг илтгэнэ (Сох, 1994).

Нөмрөгийн ус хураах талбайн AF утга 67.05 бөгөөд энэ нь ус хураах талбай баруун тийш хазайсан болохыг илтгэнэ (Gautam нар, 2020).

Ус хураах талбайн хэлбэрийн индекс (Bs): Bs утга ≥ 2.3 ба түүнээс дээш бол нарийхан, сунасан хэлбэртэй хотгор бөгөөд энэ нь тектоник идэвхжил ихтэй болохыг гэрчилнэ. Bs утга 1.2-2.3 бол харьцангуй зууван хэлбэртэй тектоникийн идэвхжил дунд зэрэг болохыг Bs утга ≤ 1.2 бол тойрог, дугуй, талархаг хэлбэртэй элэгдлийн үйл явц давамгайлсан болохыг илтгэнэ (Hamdouni et al., 2008; Anand, Pradhan, 2019).

Судалгааны хэлэлцүүлэг

Нөмрөг голын сав газрын морфометрийн шинжилгээ нь Дорнод аймгийн Халхгол сумын нутгийн зүүн хэсэгт байрлах, мөн БНХАУ-ын хил дамнан орших энэхүү ус хураах талбайн тектоник геоморфологийн онцлогийг илүү гүнзгий ойлгох боломжийг олгож байгаа нь чухал юм. Судалгааны явцад ГМС болон DEM-ийг ашиглан геометрийн, шугаман, талбайн, рельефийн болон морфотектоникийн үзүүлэлтүүдийг нарийвчлан тодорхойлсноор уг бүс нутгийн

геоморфологийн онцлог, Нөмрөг голын усны урсгалын зүй тогтол, тектоникийн идэвхжил зэрэг чухал хүчин зүйлийг тодорхойлов.

Тухайлбал, Нөмрөг голын сав газрын 4356.68 км^2 талбай, 100.62 км урт, 43.30 км өргөн, 540.51 км хүрээтэй нь голын сав газрын хэмжээ, хэлбэрийг тодорхойлох гол үзүүлэлт болж байна. Сав газрын хэмжээнд нийт 1369 гол, горхи цутгалтай ба эдгээрийн дийлэнх нь I ба II дүгээр эрэмбийн урсгалууд эзэлж байгаа нь голын сүлжээний хөгжил, гадаргын урсацын ялгаатай байдалд нөлөөлөх тектоникийн хүчин зүйлсийг тодрууллаа.

Нөмрөг голын сав газрын усны сүлжээний нягтшил бага, гадаргын хэрчигдэл их байгаа нь талбайн гадаргын урсац сийрэг бөгөөд усны шүүрэл ихтэй болохыг илтгэнэ. Энэ нь усны нөөцийн хадгалалт, хөрсний усны нөхцөлд нөлөөлж, голын урсацын хэлбэлзэл, үерийн эрсдлийг тодорхойлох чухал хүчин зүйл болж буйг харуулж байна. Мөн гадаргын налуужилт багаас дунд зэрэг байдалтай байгаа нь ус хураах талбайн ус зүйн үйл явцад чухал нөлөө үзүүлдэг болохыг тодорхойллоо.

Тектоник геоморфологийн шинжилгээний үр дүнгээс үзэхэд голын сав газрын баруун гар тийш хазайсан, гипсометрийн шинжилгээгээр голын хөгжлийн үе шат дундаж хэв шинжийнх болох нь тодорхой болов. Энэ нь Дорнод Монголын бусад томоохон гол мөрдүүдтэй харьцуулахад Нөмрөг голын сав газар тектоникийн идэвхжил харьцангуй дунд түвшинд, газрын гадаргын хувьсал харьцангуй тогтвортой байгааг илэрхийлнэ. Энэ судалгаа нь тухайн бүс нутгийн газрын гадаргын хувьсал, голын сав газрын тогтолцоо, ус зүйд тектоникийн үүрэг, нөлөөг үнэлэх боломжийг олгож байна.

Энэхүү судалгаа нь цаашид Монгол орны бусад гол мөрдийн сав газрын морфометрийн шинжилгээг хийх, бүс нутгийн усны системийн хувьсал, уур амьсгалын өөрчлөлттэй уялдуулан газрын гадаргын хөгжлийн зүй тогтлыг судлахад чухал суурь болно. Түүнчлэн газрын налуу, усны урсгалын сүлжээний нягтшил, гадаргын хэрчигдэл зэрэг үзүүлэлтүүдийг илүү нарийвчлалтай судалж, ус хураах талбайн болон сав газрын ус зүйн загварчлал хийхэд ач холбогдолтой юм.

Дүгнэлт

Нөмрөг голын ус хураах талбайн морфометрийн шинжилгээгээр геометрийн, шугаман, талбайн, рельефийн, морфотектоникийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойллоо.

Нөмрөгийн голын ус хураах талбайн хэмжээ 4356.68 км^2 , ус хураах талбайн урт 100.62 км , өргөн 43.30 км , хүрээний урт 540.51 км байна. Нөмрөгийн гол нь VI дугаар эрэмбийн урсгал бөгөөд I дүгээр эрэмбийн 1040, II дугаар эрэмбийн 218, III дугаар эрэмбийн 52, IV дүгээр эрэмбийн 14, V дугаар эрэмбийн урсгал 4 тус тус байна. Мөн ус хураах талбайн нийт урсгалын урт 3117.06 км бөгөөд эрэмбийн дагуух уртууд нь дараах байдалтай байна. Үүнд I дүгээр эрэмбийн урсгал – 1594.26 км , II дугаар эрэмбийн урсгал – 733.41 км , III дугаар эрэмбийн урсгал – 397.90 км , IV дүгээр эрэмбийн урсгал – 180.63 км , V дугаар эрэмбийн урсгал – 108.46 км , VI дугаар эрэмбийн урсгал – 102.40 км байна.

Нөмрөг голын ус зүйн сүлжээний хэлбэрийн хувьд мод хэлбэрийн, цацарсан, тэгш өнцөг үүсгэсэн байна. Нөмрөгийн голын ус хураах талбайн голын сүлжээний нягтшил багатай (5 км/км^2 -аас бага), гадаргын хэрчигдэл ихтэй, гадаргын усны нэвчилт, шүүрэл их явагддагаас үүдэн ус хураах талбайн гадаргын урсац сийрэг байна. Мөн ус хураах талбайн хэмжээнд харьцангуй өндрийн зөрүү бага байгаа нь ус зүйн сүлжээ муу хөгжих шалтгаан болдог. Үүнээс гадна гадаргын налуужилтын хувьд багаас дунд хэв шинжийн налуужилт ус хураах талбайн ихэнх хувийг (90 гаруй хувь) бүрдүүлж байна.

Морфотектоникийн шинжилгээнээс үзэхэд Нөмрөг голын ус хураах талбай баруун тийш хазайсан (67.05) бөгөөд гипсометрийн шинжилгээгээр уг голын ус хураах талбай нь хөгжлийн үе шатын хувь дундаж үе шатынх, ус хураах талбайн хэлбэрийн индексээр тектоникийн идэвх дундаж гэж тодорхойлогдсон. Цаашид нарийвчлан судлах үүднээс уг голын

сав газарт хурдсын судалгаа болон тектоникийн судалгааг нарийвчлан хийх шаардлагатай байна.

Ном зүй

1. Алтанболд, Э., Уламбадрах, Х., Даариймаа, Б., & Батзориг, Б. (2023). Тэлмэн нуурын морфометрийн онцлог, хотгорын морфологи, гарал үүсэл. *Geological Issues*, 22(01), 20-35.
2. Базаров, Д.Б. (1968). История развития сети Западного Забайкалья-В кн. Проблемы геоморфологии и неотектоники орогенных областей Сибири и Дальнего Востока, *Наука*, Новосибирск, с. 23-31
3. Батчулуун, Е. (ред) (2020). *Монгол орны физик газарзүй*. Улаанбаатар хот, Мөнхийн үсэг ХХК.
4. Гэрэл, О. (2012). *Интрузив чулуулаг, Монголын Геологи ба Ашигт малтмал*. III боть, Улаанбаатар хот, Соёмбо принтинг.
5. Доржготов, Д. (ред). (2022). *Монгол Улсын Үндэсний атлас*, ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Улаанбаатар хот.
6. Жигж, С. (1975). *Монгол орны хотгор гүдгэрийн үндсэн шиж*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэлийн газар.
7. Жигж, С. (1977). Геоморфологическая характеристика бассейна высокогорной реки Цагаан-Туруут. *Монгол орны газарзүйн асуудал*, 16, 20-27.
8. Кожевников, А.В., Савин, В.Е., Уфлин, А.К. (1970). История Развития Хангайского Нагорья в Мезозое и Кайнозое-В Кн. *Геология Мезозоя и Кайнозоя Западной Монголии*, с.123-136
9. Мөнхөө, З. (1979). *Дорнод Хангайн структур-геоморфологийн онцлогууд*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэлийн Газар. 36-56.
10. Мурзаев, Э. М., Маринов., Н.А., Сырнёв., И.П. (1971). Палеография Четвертичного Периода Территории Монголии-Изв. Всесоюзного, *Географ, Общ.* т. 103, Вып. 5.
11. Мурзаев, Э.М (1952). *Монгольская Народная Республика. Физико-Географическое Описание*, Москва, с.156-171.
12. Философов, В.П., (1967). Значение карты потенциальной энергии рельефа для геоморфологических и неотектонических исследований. *Методы геоморфологич. исслед.* Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, pp.193-198.
13. Флоренсов, Н. А., & Коржув, С. С. (1982). Геоморфология Монгольской Народной республики. *Наука*. 23-67
14. Цэгмид, Ш. (ред) (1969). *Монгол орны физик газарзүй*. Улаанбаатар хот, Улсын хэвлэлийн газар.
15. Altanbold, E., Bat, B., Ulambadrakh, K., Gansukh, Y., Seong, Y. B., Kim, T., & Davaadorj, D. (2024). The impact of faults on forming of the Chuluut Canyon, Central Mongolia: Чулуут голын хавцлын үүсэлд хагарлын нөлөө. *Geographical Issues*, 24(02), 32-48.
16. Altanbold, E., Ulambadrakh, K., Batbold, D., Seong, Y. B., Bayanzul, D., & Batzorig, B. (2025a). 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.
17. Anand, A. K., & Pradhan, S. P. (2019). *Assessment of active tectonics from geomorphic indices and morphometric parameters in part of Ganga basin*. Journal of Mountain Science, 16(8), 1943-1961
18. Chowdhury, M. S. (2024). *Morphometric analysis of Halda River basin, Bangladesh, using GIS and remote sensing techniques*. Heliyon, 10(7).
19. Cox, R. T. (1994). *Analysis of drainage-basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible quaternary tilt-block tectonics: An example from the Mississippi Embayment*. Geological Society of America Bulletin, 106, 571–581.

20. Dimple, D., Rajput, J., Al-Ansari, N., Elbeltagi, A., Zerouali, B., & Santos, C. A. G. (2022). *Determining the hydrological behaviour of catchment based on quantitative morphometric analysis in the hard rock area of Nand Samand Catchment, Rajasthan, India*. *Hydrology*, 9(2), 31.
21. Dorjsuren, B., Zemtsov, V. A., Batsaikhan, N., Demberel, O., Yan, D., Hongfei, Z., ... & Siyu, W. (2024). Trend analysis of hydro-climatic variables in the Great Lakes Depression region of Mongolia. *Journal of Water and Climate Change*, 15(3), 940-957.
22. El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacón, J., & Keller, E. A. (2008). *Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (southern Spain)*. *Geomorphology*, 96(1-2), 150-173.
23. 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. *Geografía Física e Dinámica Cuaternaria*, 44(1), 53-66.
24. Enkhbold, A., Khukhuudei, U., Kusky, T., Chun, X., Yadamsuren, G., Ganbold, B., & Gerelmaa, T. (2022b). Morphodynamic development of the Terkhiin 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.
25. 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.
26. Enkhbold, A., Khukhuudei, U., Seong, Y. B., Badarch, D., Tsedevdorj, S. O., Batbold, B., & Ganbold, B. (2025b). Impact of faulting on the depression morphology of Ulaagchinii Khar Lake in Mongolia. *Mongolian Geoscientist*, 30(61), 14-32.
27. 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.
28. Enkhbold, A., Vandansambuu, B., Yadamsuren, G., Dorjsuren, B., Dorligjav, S., Gonchigjav, Y., ... & Sumiya, E. (2025). Estimation of morphometric parameters of lakes based on satellite imagery data: Implications of relationships between lakes in the arid region of western Mongolia, Central Asia. *Quaestiones Geographicae*, 44(1), 21-38.
29. Evans, I.S. (2012). *Geomorphometry and landform mapping: what is a landform?* *Geomorphology* 137 (1), 94–106. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.09.029>.
30. Faniran, A. (1968). *The index of drainage intensity: a provisional new drainage factor*. *Aust J Sci* 31(9), 326–330.
31. Gardiner, V. & Park, C. C. (1978). *Drainage basin morphometry: review and assessment*. *Progress in Physical Geography* 2(1), 1–35.
32. Gardner, T. W., Sasowsky, K. C. & Day, R. L. (1990). *Automated extraction of geomorphometric properties from digital elevation data*. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband* 80, 57–68.
33. Gautam, P. K., Singh, D. S., Kumar, D. & Singh, A. K. (2020). *A GIS-based approach in drainage morphometric analysis of Sai River Basin, Uttar Pradesh, India*. *Journal of the Geological Society of India* 95(4), 366–376.
34. Horton, R. E. (1932). *Drainage-basin characteristics*. *Eos, Transactions American Geophysical Union* 13(1), 350–361.
35. Horton, R. E. (1945). *Erosion development in stream and their drainage basins*. *Geological Society of America Bulletin* 56 (1), 275–370.
36. Joji, V. S., Nair, A. S. K. & Baiju, K. V., (2013). *Drainage basin delineation and quantitative analysis of Panamaram Watershed of Kabani River Basin, Kerala using remote sensing and GIS*. *Journal of Geological Society of India* 82 (4), 368–378.

37. Keller, E. A. & Pinter, N. (1996) *Active Tectonics*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, p. 338.
38. Magesh, N. S. & Chandrasekar, N. (2014). *GIS model-based morphometric evaluation of Tamiraparani subbasin, Tirunelveli district, Tamil Nadu, India*. *Arabian Journal of Geosciences* 7(1), 131–141.
39. Magsar, A., Matsumoto, T., Enkhbold, A., & Nyam-Osor, N. (2021). Application of remote sensing and GIS techniques for the analysis of lake water fluctuations: a case study of ugii lake, Mongolia. *Nature Environment and Pollution Technology*, 20(5), 2051–2059.
40. Mangan, P., Haq, M. A., & Baral, P. (2019). *Morphometric analysis of watershed using remote sensing and GIS—a case study of Nanganji River Basin in Tamil Nadu, India*. *Arab J Geosci* 12 (6): 202. doi. org/10.1007/s1251, 7-019.
41. Melton, M. A. (1957) *An Analysis of the Relations among Elements of Climate, Surface Properties, and Geomorphology*. Columbia University, New York.
42. Melton, M. A. (1965). *The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in southern Arizona*. *The Journal of Geology* 73(1), 1–38.
43. Miller, V. C. (1953) *A Quantitative Geomorphologic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area, Virginia and Tennessee*. Columbia University, New York.
44. Mishra, A. K., Upadhyay, A., Mishra, P. K., Srivastava, A., & Rai, S. C. (2023). *Evaluating geo-hydrological environs through morphometric aspects using geospatial techniques: a case study of Kashang Khad watershed in the Middle Himalayas, India*. *Quaternary Science Advances*, 11, 100096.
45. Molin, P., Pazzaglia, F. J. & Dramis, F. (2004). *Geomorphic expression of active tectonics in a rapidly-deforming forearc, Sila massif, Calabria, southern Italy*. *American journal of science* 304(7), 559–589.
46. Nir, D. (1957). *The ratio of relative and absolute altitudes of Mt. Carmel: a contribution to the problem of relief analysis and relief classification*. *Geographical Review* 47(4), 564–569.
47. Radwan, F., Alazba, A. A. & Mossad, A. (2020). *Analyzing the geomorphometric characteristics of semiarid urban watersheds based on an integrated GIS-based approach*. *Modeling Earth Systems and Environment* 6(3), 1913–1932.
48. Rai, P. K., Mohan, K., Mishra, S., Ahmad, A., & Mishra, V. N. (2017). *A GIS-based approach in drainage morphometric analysis of Kanhar River Basin, India*. *Applied Water Science*, 7, 217–232.
49. Roy, S. K., & Chowdhury, M. A. (2024). *Morphometric analysis and watershed delineation of the Karnaphuli river basin: A comparative study using different DEMs in Chittagong, Bangladesh*. *River*, 3(4), 426–437.
50. Sarkar, D., Mondal, P., Sutradhar, S., & Sarkar, P. (2020). *Morphometric analysis using SRTM-DEM and GIS of Nagar River Basin, Indo Bangladesh Barind Tract*. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 48, 597–614.
51. Schumm, S.A. (1956). *Geological society of America bulletin evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey*. *Geological Society of America Bulletin* 67(5), 597–646.
52. Smith, K.G. (1950). *Standards for grading texture of erosional topography*. *Am. J. Sci.* 248, 655–668.
53. Soni, S., (2017). *Assessment of morphometric characteristics of Chakkar watershed in Madhya Pradesh India using geospatial technique*. *Appl. Water Sci.* 7 (5), 2089–2102.
54. Strahler, A. N. (1952). *Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography*. *Geological Society of America Bulletin* 63(11), 1117–1142.
55. Strahler, A. N. (1957). *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. *Eos. Transactions American Geophysical Union* 38(6), 913–920.

56. Strahler, A. N. (1958). *Dimensional analysis applied to fluvially eroded landforms*. Geological Society of America Bulletin 69(3), 279–300.
57. Strahler, N. A. (1964). *Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks*. In: Handbook of Applied Hydrology.
58. Sumiya, E., Dorjsuren, B., Yan, D., Dorligjav, S., Wang, H., Enkhbold, A., ... & Girma, A. (2020). Changes in water surface area of the lake in the Steppe Region of Mongolia: A case study of Ugii Nuur Lake, Central Mongolia. *Water*, 12(5), 1470.
59. Thomas, J., Joseph, S. & Thirvikramaji, K. P. (2010). *Morphometric aspects of a small tropical mountain river system, the southern Western Ghats, India*. International Journal of Digital Earth 3(2), 135–156.
60. Tribhuvan, P. R. & Sonar, M. A. (2016). *Morphometric analysis of a Phulambri river drainage basin (Gp8 Watershed), Aurangabad district (Maharashtra) using geographical information system*. International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS 5(6), 1813–1828.
61. Zavoianu, I., (1985). *Morphometry of Drainage Basins (Developments in Water Science)*. Elsevier, Amsterdam.