



МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ
ШИНЖЛЭХ УХААНЫ СУРГУУЛЬ
ГАЗАРЗҮЙН ТЭНХИМ

Газарзүйн асуудлууд сэтгүүл

Journal of Geographical Issues

Volume 22 (1)

ISSN: 2312-8534

2022

Улаанбаатар хот 2022

Редакцын зөвлөл

Ерөнхий редактор:

Доктор, Дэд проф. Гомбодоржийн Гантулга, МУИС, Шинжлэх Ухааны Сургууль (ШУС), Газарзүйн тэнхим, Цахим хаяг: gantulga100@num.edu.mn

Хариуцлагатай редактор:

Доктор Энхболдын Алтанболд, МУИС, Шинжлэх Ухааны Сургууль (ШУС), Газарзүйн тэнхим, Цахим хаяг: altanbold@num.edu.mn

Зөвлөлийн гишүүд:

Проф. Вандансамбуу Батцэнгэл (Нийгэм, эдийн засгийн газарзүй), МУИС, ШУС
Проф. Ембүү Батчулуун (Физик газарзүй, Газарзүйн боловсрол), МУБИС, МБУС
Проф. Сумъяа Эрдэнэсүх (Цаг уур, уур амьсгал), МУИС, ШУС
Проф. Пүрэвцэрэн Мягмарцэрэн (Газрын харилцаа, хотын газарзүй), МУИС, ШУС
Проф. Йорг Янцен (Хөгжлийн газарзүй), ХБНГУ, Берлиний Чөлөөт Их Сургууль
Проф. Жон Л. Ван Жендерен (Зайнаас тандан судлал), Нидерландын Твентийн Их Сургууль
Проф. Нисола Палмер (Аялал жуулчлал), Их Британийн Шеффиелд Халлам Их Сургууль
Проф. Чүн Ши (Палеогазарзүй), БНХАУ, Өвөр Монголын Багшийн Их Сургууль
Доктор Очирбат Батхишиг (Хөрс судлал), ШУА, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн
Дэд проф. Батсайхан Нямдаваа (Физик газарзүй, Хөрс судлал), МУИС, ШУС
Дэд проф. Гончигжав Юмчмаа (Газарзүйн боловсрол), МУИС, ШУС

Дугаарын хянан магадлагч нар:

Доктор А.Мөнх-Эрдэнэ, ШУА
Доктор Б.Батдэлгэр, МУИС
Магистр Д.Оюунчимэг, ЦУОШГ
Доктор Г.Бямбахүү, МУИС
Доктор Г.Гантулга, МУИС
Проф. Д. Даш, МУБИС
Доктор Д.Батсүрэн, МУИС
Доктор Д.Даваадорж, МУИС
Доктор Д.Оюунбаатар, ЦУОШГ
Докторант Д.Сандэлгэр, МУИС
Доктор О.Мэндбаяр, МУИС
Докторант П.Оюунбат, ШУА
Магистр Р.Болдбаяр, ШУА
Доктор Х.Уламбадрах, МУИС
Доктор Ц.Базарханд, МУИС
Проф. Чүн Ши, ӨМБИС

Хаяг: Монгол Улсын Их Сургуулийн хичээлийн II байр, 224, 227 тоот, Бага тойруу, Их сургуулийн гудамж-1, Сүхбаатар дүүрэг, Улаанбаатар хот, Монгол улс.

Цахим шуудан: geographicissues@gmail.com

© Нүүр хавтасны зургийг Р.Эрдэнэмөнх “Хөгнө тарна байгалийн цогцолборт газар”

ГАРЧИГ

Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын морфодинамик хөгжил
 Э.Алтанболд, Х.Уламбадрах, Я.Гансүх, Г.Бямбабаяр, Г.Түвшин, Г. Юмчмаа, Э.Амаасүрэн 4

Шилийн Богд орчмын хээрийн түймрийн шаталтын зэрэглэлийг тооцоолох болон нөхөн сэргэх үйл явцын мониторинг судалгаа
 Г.Бямбахүү, В.Батцэнгэл, Ч.Наранцэцэг, Б.Нямдаваа, О.Мэндбаяр, Б.Сайнбуян, В.Батбаяр, Фолин Вү 20

Таац голын усны горимын судалгаа
 Ш.Отгонсүрэн, З.Мөнхцэцэг, Б.Ганболд, Т.Нарангэрэл 32

Монгол орны нүүрсхүчлийн хийн хэлбэлзлийн судалгаа
 Д.Сайнбаяр, С.Эрдэнэсүх, А.Саруулзаяа 45

Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн хөрсний болон усны хүнд металлын агууламжаас үүсэх эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээний асуудалд
 А.Цэцэгтогтох, Б.Марал, Д.Даваадорж, Б.Базарханд 57

Монгол улс, Солонгосын хойг хооронд авто тээвэр хөгжүүлэх боломж
 Л.Эрдэнэбаяр, С.Давааням 67

Автомашин дугуйн мөрөөр үүсэх хөрсний эвдрэл, доройтлын судалгааны үр дүн (Шороон замын жишээн дээр)
 Г.Бямбабаяр, Д.Даваадорж, Г.Түвшин 76

ANUSPLIN статистик загвар ашиглан Монгол орны агаарын температур, хур тунадасыг (1991-2020) өндөр нарийвчлалтай торын зангилааны цэгээр тооцоолох нь
 Б.Мөнхбат, П.Гомболуудэв, С.Эрдэнэсүх, Д.Сандэлгэр 92

Монгол орны био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нөхцөлийн судалгаа
 У.Пүрэвдорж, Б.Мөнхбат, Д.Сандэлгэр, С.Эрдэнэсүх, Г.Намхайжанцац 103

Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлийн хөгжлийн тойм шинжилгээ (2001-2021)
 Э.Алтанболд, В.Батцэнгэл, Д.Энхжаргал, Г.Юмчмаа, Д.Ганпүрэв, Д.Амартүвшин 118

Ковид-19 цар тахлын үеийн дотоодын аялагчдын зан төлөв – Аялал жуулчлалын бизнес эрхлэгчдэ авсан судалгаа
 Л.Оюунчимэг 127

CONTENT

Morphodynamic development of Terkhii Tsagaan Lake depression, Central Mongolia
 E.Altanbold, Kh.Ulambadrakh, Ya.Gansukh, G.Byambabayar, G.Tuvshin, G.Yumchmaa, E.Amaasuren 4

A wildfire monitoring study for burn severity and recovery process using remote sensing techniques: A case study near Shiliin Bogd mountain, Eastern Mongolia
 G.Byambakhuu, V.Battsengel, Ch.Narantsetseg, B.Nyamdavaa, O.Mendbayar, B.Sainbuyan, V.Batbayar, Falin Wu 20

Detecting changes to flow regime on the Taats river
 Sh.Otgonsuren, Z.Munkhtsetseg, B.Ganbold, T.Narangerel 32

Study of carbon dioxide fluctuations in Mongolia
 D.Sainbayar, S.Erdenesukh, A.Saruulzaya 45

To study health risk assessment from heavy metal contamination in Bayanzurkh district, Ulaanbaatar city
 A.Tsetsegtogtokh, B.Maral, D.Davaadorj, B.Bazarkhand 57

Opportunities to develop road transport between Mongolia and The Korean Peninsula
 L.Erdenebayar, S.Davaanyam 67

Results of soil erosion and degradation caused by automobile tire tracks (Cases of unpaved roads)
 G.Byambabayar, D.Davaadorj, G.Tuvshin 76

To estimate air temperature and precipitation of Mongolia (1991-2020) for the high-resolution grid using ANUSPLIN statistical model
 B.Munkhbat, P.Gomboluudev, S.Erdenesukh, D.Sandelger 92

Study of bioclimatic pathogenicity conditions in Mongolia
 U.Purevdorj, B.Munkhbat, D.Sandelger, S.Erdenesukh, G.Namkhajantsan 103

Development review analysis of Journal of Geographical Issues (2001-2021)
 E.Altanbold, V.Battsengel, D.Enkhjargal, G.Yumchmaa, D.Ganpurev, D.Amartuvshin 118

Understanding domestic tourism – An industry response and perception during COVID-19
 L.Oyunchimeg 127

Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын морфодинамик хөгжил Morphodynamic development of Terkhiiin Tsagaan Lake depression, Central Mongolia

©Э.Алтанболд^{1*}, Х.Уламбадрах², Я.Гансүх³, Г.Бямбабаяр¹, Г.Түвшин¹, Г. Юмчмаа¹,
Э.Амаасүрэн¹
E.Altanbold^{1*}, Kh.Ulambadrakh², Ya.Gansukh³, G.Byambabayar¹, G.Tuvshin¹,
G.Yumchmaa¹, E.Amaasuren¹

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

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

³Хөрс судлалын тэнхим, Агроэкологийн Сургууль, Хөдөө Аж Ахуйн Их Сургууль, Монгол Улс

¹Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

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

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

*Харилцагч зохиогч: altanbold@num.edu.mn

*Corresponding author: altanbold@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2021.10.14

Засварласан: 2021.12.27

Зөвшөөрөгдсөн: 2022.02.07

Хураангуй

Монгол орны нуурын хотгорын гарал үүсэл, морфологийн судалгаа нийт нуурын судалгааны 2% орчмыг эзэлдэг. Галт уулын идэвхжилээс үүдэлтэй нуурын хотгорын морфологийн зүй тогтлыг манай улсад одоогоор судлаагүй. Хорго галт уулын лаавын тавцангийн морфометрийн үзүүлэлтэд тулгуурлан Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын морфологи хөгжилтэй холбож хоорондын хамаарлыг нарийвчлан тодруулаагүй байна. Хорго галт уулын гарал үүсэл, лаавын найрлагад тойм шинжилгээ хийж зэргэлдээ орших Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын морфологи хөгжилтэй харьцуулж үзсэн. Энэхүү өгүүлэлд Хоргын галт уулын лаавын тавцан нь Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын гарал үүсэл, морфологи хөгжилд хэрхэн нөлөөлсөн болохыг тодорхойлсон. Судалгаанд морфометрийн шинжилгээгээр байр зүйн, сансрын, геологийн зураглалд шинжилгээ хийж түүнтэй холбогдох регрессийн тооцоогоор баталгаажуулсан. Түүнчлэн хээрийн хэмжилтээр хагарлын урт, байрилыг нарийвчлан тодорхойлж сансрын зураглалаар баталгаажуулсан. Судалгааны үндсэн үр дүн нь Хорго галт уул идэвхэжсэнээр Тэрх голын хөндийг лаавын урсгал боож Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорыг үүсгэсэн. Энэ нь лаавын тавцангийн хүрмэн чулууны нас болон нуурын хурдасны насны хоорондын хамаарлаар батлагдаж байгааг тодруулсан. Тэрхийн Цагаан нуурын талбай 9000 орчим жилийн өмнө одоогийнхоос 3 дахин том байв. Энэхүү тооцоог нуурын дэнжийн өндөр болон лаавын тавцангийн өндрийн үзүүлэлтэй харьцуулж тогтоосон. Суман голын гол хагарлын дагуу эртний нуурын ус сэтэрч Суман голын хавцлыг үүсгэсэн. Тодруулбал, Тэрхийн цагаан нуурын усны эзлэхүүний өөрчлөлт, Суман голын хавцлын элэгдэл нь урвуу хамааралтай байгааг тогтоосон. Энэхүү судалгаа нь Төв Азийн хамгийн залуу галт уулын нөлөөг нуурын хотгорын хөгжилтэй уялдуулан тодорхойлсноороо чухал ач холбогдолтой юм. Тухайн судалгаа нь морфометрийн шинжилгээнд тулгуурлаж галт уулын лаавын урсгалын нөлөө нь нуурын хотгорын хувьслын үндсэн үе шатуудад хэрхэн нөлөөлсөн болохыг тодорхойлсон. Энэхүү судалгаа нь геологи, геоморфологи, уур амьсгал, хүрээлэн буй орчны өөрчлөлт болон хүний үйл ажиллагааны нөлөөгөөр галт уулын лаавын хаагдлаар үүссэн нууранд чухал нөлөө үзүүлж ирсэн болохыг тодруулсан болно.

Түлхүүр үгс: Нуурын хотгор; лаавын тавцан; хагарал; Хангайн нуруу; Тэрхийн Цагаан нуур; Хорго галт уул

Abstract

Data on the origin and morphology of lake depressions in Mongolia is poor and only 2 percent of total studies. The morphological patterns of the lake depressions caused by volcanic activity have not been well studied in Mongolia. The

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: Э.Алтанболд ба Х.Уламбадрах: Онолын үндэслэл, аргагүй боловсруулалт, үр дүнгийн хяналт, хээрийн судалгаа, үндсэн бичвэр, өгүүллтийн эх бэлтгэл; Я.Гансүх: Мэдээлэл боловсруулалт, зураг засах; Г.Бямбабаяр, Г.Юмчмаа, Э.Амаасүрэн: Өгөгдөл боловсруулалт, бичвэрийн хяналт, засвар, Г.Түвшин: Хээрийн судалгаа, зураглалын материал зассан.

morphometric indicators of Khorgo volcanic lava plateau, its effect on the morphological changes of the lake depression, and the relationship between them are not studied in detail. The Khorgo volcanic lava is analyzed to clarify how it formed and compare it to the origin of the neighbouring Terkhiin Tsagaan Lake depression. This paper is defined the effect of Khorgo volcanic lava plateau on the origin of the Terkhiin Tsagaan Lake depression, based on morphometric analysis, remote sensing and geological mapping. Also study is checked by field measurements as identifying fault lengths, locations and morphology. Upon the Khorgo volcano activation, the valley of the Terkh River was dammed by a lava plateau. Lava damming formed the Terkhiin Tsagaan Lake depression, blocking the Terkh River valley. Another evidence is the age of the lava plateau and lake sediment. Terkhiin Tsagaan Lake area was three times larger than it is now (9000 years ago), comparing the terraces on the shoreline of the lake. The lake water outflows via the Suman River. The Suman River diversion has created a large canyon along fault. Changes in the water volume of Terkhiin Tsagaan Lake and the erosion of the Suman Gol canyon are inversely related. This study is concerned that the effect of the youngest volcano in Central Asia is achieved a role in the development of lake depression, and presents a basis for integrating morphometric analysis to define the main phases of volcanic activity and lake depression evolution. Current lake area and volume is under influences of climate and environmental changes and human activities.

Keywords: Lake depression; lava plateau; fault; Khangay Mountain Range; Terkhiin Tsagaan Lake; Khorgo volcano

Оршил

Галт уулын үйл ажиллагаатай холбоотой кратерын, лаавын хаагдлын, кальдерын зэрэг (Hutchinson, 1957; Cohen, 2003; Christenson et al., 2015) нуурын хотгорын морфологийн хэв шинжүүд үүссэн байдаг. Лаавын хаагдлын гаралтай нууруудын талаар нэлээд олон судалгааны ажил бий (Kaufman et al., 2002; Tucker & Scott, 2009; Christenson et al., 2015; Eichhorn et al., 2017). Монголд галт уулын болон хүрээлэн буй орчны өөрчлөлттэй холбоотойгоор нуурын хотгорын морфологийн хөгжилд хэрхэн тусгалаа олсон болохыг нарийвчлан судлаагүй байна. Гэхдээ Төв Монголын Хангайн нурууны вулканизмын талаар нэлээд судалгааны ажил гарчээ (Kopylova et al., 1995; Chuvashova et al., 2007; Ionov, 2007; Yarmolyuk et al., 2008; Harris et al., 2010; Kudryashova et al., 2010; Savatenkov et al., 2010; Hunt et al., 2012).

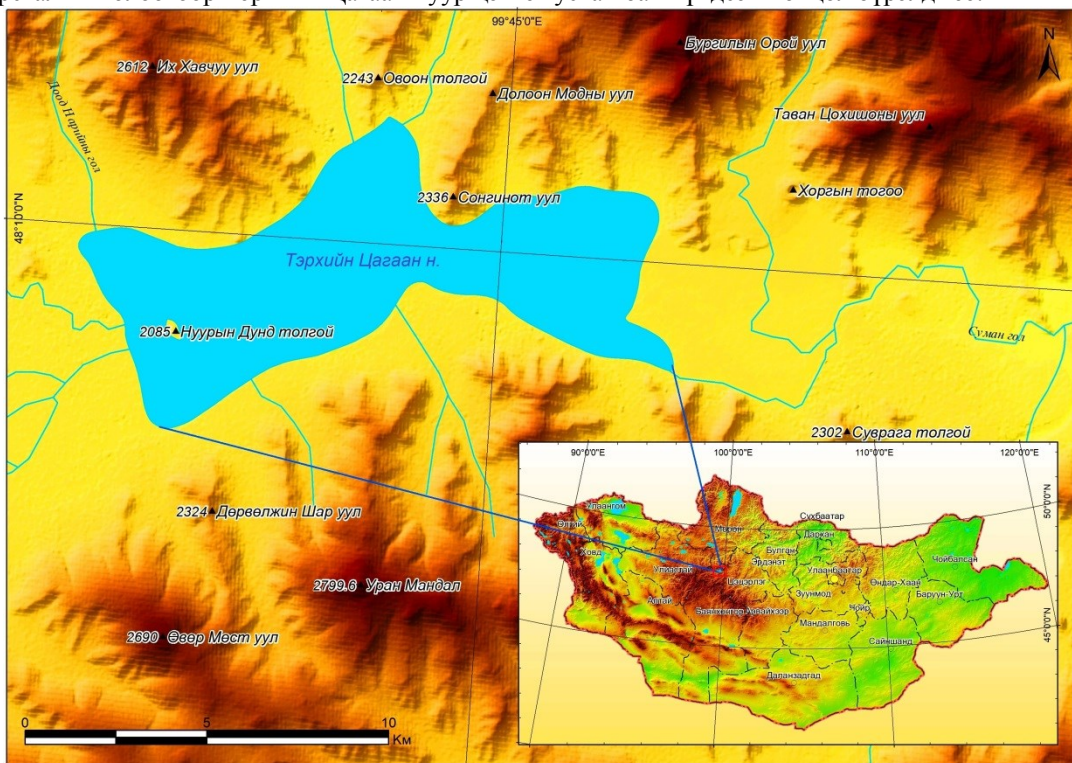
Тэрхийн Цагаан нуурын талаар хийгдсэн судалгааны ажлуудыг багцалж үзвэл, Цэрэнсодном (1964) “Тэрхийн Цагаан нуурыг судалсан ус зүйн шинжилгээний ажлын үр дүн” сэдэвт ажлаар уг нуурын ус зүйн горим, найрлага, хурдасын зүй тогтол зэргийг анхлан тодорхойлсон. Севастьянов нар (1989) “Особенности возникновения и эволюции вулканогенного озера Тэрхийн-Цаган-Нур в Центральном Хангае (МНР)” сэдэвт судалгаагаар Тэрхийн Цагаан нуурын үүсэлд галт уулын нөлөөг тодруулан авч үзжээ. Түүнээс хойш Харрисон, Тарасов (1996) нарын “Late Quaternary Lake-Level Record from Northern Eurasia” сэдэвт тойм судалгааны ажил хэвлэгджээ. Хожуу дөрөвдөгчийн цаг үеэс хойших Евроазийн хойд хэсгийн 100 гаруй нуурын усны түвшний хэлбэлзэл, хурдасын судалгааны үр дүнгүүдийг нэгтгэн үзсэн энэ судалгаанд Монгол орны Ачит, Буйр, Хангайн Даваа нуур, Хогон, Тэрхийн Цагаан нуурт хийгдсэн хурдасын судалгааны үр дүнгүүдийг нэгтгэн авч үзсэн байдаг. Даваагатан, Орхонсэлэнгэ (2014) нарын “Тэрхийн Цагаан нуур болон Өгий нуурын хурдас хуримтлалын онцлог” сэдэвт ажлаар нууруудад хуримтлагдсан хурдасын шилжилт, хуримтлалын зүй тогтлыг онцлон авч үзсэн байна. Голоцены цаг үед одоогийн хээрийн бүсийн болон ойт хээрийн бүсийн уур амьсгалын өөрчлөлтийн зүй тогтлыг дээрх хоёр нуурын хурдаст тулгуурлан судалжээ. Fukushi нар (2015) “Centennial-Scale Environmental Changes in Terhiin Tsagaan Lake, Mongolia Inferred from Lacustrine Sediment: Preliminary Results” судалгаагаар нуурын хурдсанд задлан шинжилгээ хийх замаар хурдас хуримтлалын зүй тогтол, өмнөх судлаачдын нуурын хурдасын нас тогтоосон аргачлалыг сайжруулж Тэрхийн Цагаан нуурын насыг шинэчилж Голоцены цаг үеийн уур амьсгалын өөрчлөлтийг тодруулан судалсан байна. Судалгааны материалуудад уг нуурын хотгорын гарал үүсэл, морфологийн хөгжлийг хавсарга байдлаар тэмдэглэсэн боловч нарийвчлан тодорхойлоогүй байна. Дээрх судалгаануудын үр дүнг нэгтгэн үзэхэд нуурын хурдасын задлан шинжилгээ, ус зүйн горим, тухайн бүс нутгийн уур амьсгалын өөрчлөлтийг тодорхойлох талаас нь судалж ирсэн бол уг нуурын хотгорын морфологийн динамик хөгжлийг судалсан үр дүн гараагүй байгаа тул уг асуудлыг хөндлөө.

Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорыг Хорго галт уулын лаавын урсгал Суман гол руу цүлхийн хааж, улмаар Тэрхийн Цагаан нуурыг үүсгэсэн (Цэгмид, 1969; Цэрэнсодном, 1971; Мөнхөө; 1979; Севастьянов и др, 1989; Fukushi et al., 2015; Altanbold et al., 2020) гэж судлаачид тэмдэглэсэн. Энэ өгүүлэлд бид Хорго галт уулын лаавын урсгалын чиглэл, лаавын тавцангийн морфометрийн үзүүлэлтийг тооцоолж нуурын хотгорын морфологи хөгжилд хэрхэн тусгалаа

олж нуурын талбайн дүрс зүйн өөрчлөлтөд хэрхэн нөлөө үзүүлсэн болохыг нарийвчлан тооцож үзлээ.

Судалгааны талбай

Монгол орны нууруудаас хотгорын гарал үүсэл, морфологийн хэв шинжээрээ онцлог нуурын нэг нь Архангай аймгийн Тариаг сумын нутагт Хорго уулын баруун өмнөд талд (48°09' N, 99°40') д.т.дээш 2054 метрийн өндөрт орших цэнгэг уст Тэрхийн Цагаан нуур юм. Нуурын хамгийн их гүн нь 19.7 метр, дунджаар 6.3 метр гүнтэй бол нуурын талбайн хэмжилтээр 50-62 км²-ын хооронд хэлбэлздэг байна. Тэрхийн Цагаан нуурын хамгийн их урт 16 км, өргөн 6 км хүрэх бол эргийн шугамын урт 66 км, усны эзлэхүүн 0.35 км³ байна (Цэрэнсодном, 2000; Fukushi et al., 2015; Даваа, 2018). Хангайн нуруунаас эх авч урсах Хойд болон Урд Тэрхийн гол тэргүүтэй 10 гаруй цутгалтай. Нуураас эх аван гадагш Суман гол урсана. Уг гол нь цаашлаад 50 орчим километр урсаад Чулуутын голд цутгадаг байна. Энэ нуурын цутгалын болон гадагш урсгалын нөлөөгөөр Тэрхийн Цагаан нуур цэнгэг устай байх үндсэн нөхцөл бүрэлджээ.



Зураг 1. Тэрхийн Цагаан нуурын газарзүйн байршил.

Нуурын хотгорын геоморфологийн хэв шинж нь баруун талаараа нуур-дельтын тал, голын гаралтай аллювын тал, нуурын хойд хэсгээр дундаж өндөр уулс түүний бэлээр пролюв-делювын тал хөгжсөн, Нуурын өмнөд хэсэгт дундаж өндөр уулсаар бүхэлдээ хүрээлэгдэж түүний хормой бэлийн дагуу пролюв-делювын талууд нуур руу түрсэн хэв шинжтэй. Харин нуурын зүүн талд хүрмэн чулуун лаавын тавцан байна.

Судалгааны материал, аргазүй

Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын 1:100,000 масштабын байр зүйн зураглалын материал, нуурын батиметрийн зураг (Цэрэнсодном, 1971 & 2000), сансрын Landsat OLI болон TM (30 м) зургууд, Digital Globe (0.67 м) хиймэл дагуулын зураг ашигласан. Тэрхийн Цагаан нуур орчимд 2021 оны VIII сард геоморфологийн хээрийн хэмжилт, судалгаа хийж судалгааны материалууд бүрдүүлсэн. Судалгаанд ашиглах нуурын хотгорын морфометрийн үзүүлэлтүүдийг сансрын Google Earth Pro болон байр зүйн зураглалын материал ашиглав.

Морфометрийн шинжилгээний арга: Морфометрийн шинжилгээний аргаар тухайн нутаг дэвсгэр дээрх рельефийн янз бүрийн хэлбэрүүдийг хэмжих, харьцуулах замаар топографийн, сансрын зурагт тайлал хийж рельефийн элементийн тоон үзүүлэлтийг тодорхойлж (Философов, 1967; Болд, 1987) рельефийн гарал үүсэл, динамик хөгжлийн онцлогийг илрүүлнэ.

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 хэлбэрүүдийг тодорхойлно. Топографийн зурагт хагарлын зүй тогтлыг илрүүлж шинжилгээ хийнэ. Морфометрийн шинжилгээ нь хээрийн морфометрийн болон зураглалын материалуудад хэмжилтүүдийг гүйцэтгэж тухайн гадаргын тоон үзүүлэлт бүхий өгөгдлийн санг бүрдүүлдгээрээ чухал ач холбогдолтой арга юм. Тоон өгөгдөл бүхий материалыг тодорхой математик тооцоо хийж судалгааны зорилгод нийцэх зураглалыг гүйцэтгэж үр дүн гардаг. Энэ судалгаанд бусад судалгааны материалуудтай жиших, зарим газрын хээрийн хэмжилтийг морфометрийн хэмжилтийн үр дүнтэй харьцуулах замаар зураглалын материалд үр дүн гаргав (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Тэрхийн Цагаан нуур, лаавын тавцан, Суман голын хавцлын морфометрийн үзүүлэлт

№	Морфометрийн үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Хэмжилтийн утга	Тайлбар
Тэрхийн Цагаан нуурын хотгор				Морфометрийн үзүүлэлтүүдийг Google Earth Pro программ хангамжийн ‘Ruler’ цэсийн line, patch болон polygon командын тохиргоо, хээрийн хэмжилт, топографийн зургийн материалаас тооцсон. Эзлэхүүний хэмжээг геометрийн шугаман бус биетийн эзлэхүүн тооцох дараах томъёогоор тооцов. $V = \int_{h_1}^{h_2} Sdh$
1	Урт	км	22.92	
2	Өргөн	км ²	7.39	
3	Талбай	км ²	264.0	
4	Периметр	км ²	68.0	
5	Өндөршил	Д.т.д	2035	
6	Рельефийн энерги	м	553	
Лаавын тавцан				
7	Өндөршил	Д.т.д	2066-2068	
8	Одоогийн талбай	км ²	30.40	
9	Одоогийн эзлэхүүн	км ³	11.13	
10	Өмнөх талбай (Галт уулын идэвхжилийн үеийн)	км ²	32.55	
11	Өмнөх эзлэхүүн (Галт уулын идэвхжилийн үеийн)	км ³	12.04	
Суман голын хавцал				
12	Урт	км	8.22	
13	Өргөн	м	22.1-54.6	
14	Талбай	км ²	2.15	
15	Периметр	км	17.3	
16	Гүн	м	22.1-51.2	
17	Дундаж гүн	м	36.6	
18	Эзлэхүүн	км ³	0.91	

Гипсометрийн зүсэлт гадаргын гарал үүсэл, хэлбэр, хэмжээг илүү тодруулж өгдөг онцлогтой (Strahler, 1952), өөрөөр хэлбэл тухайн гадаргын хотгор, гүдгэрийн үндсэн хэв шинж, гадаргын өндөршлийн зүй тогтол, гадаргын налууг тодорхойлох үндсэн арга юм (Willgoose & Hancock, 1998). Бид энэ судалгааны хүрээнд Google Earth Pro программ хангамжийн ‘Ruler’ цэсийн patch цэсийн тусламжтайгаар Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын зүсэлтийг хийж түүнд тулгуурлан геологийн зүсэлтийг тодруулж гаргасан.

Нуурын талбайн өөрчлөлт болон бусад тооцоог регрессийн тэгшитгэл болон NDWI арга ашиглан тооцоолсон.

Сансрын зургийн орон зайн сайжруулалтын арга: Хиймэл дагуулаас авсан дэлхийн гадаргын тодорхой хэсгийн тоон мэдээлэл, түүний дотор сансрын зургийг ашиглан хийх геоморфологийн тайлал нь түүнд дүрслэгдсэн гадаргын хэлбэрийг тайлагдаж болох бүхий л шалгууруудаар тодруулан үр дүнг нэгтгэн дүгнэх арга дээр тулгуурлана (Nixon & Aguado, 2019). Орон зайн сайжруулалтын аргаар гадаргад илэрч буй тектоникийн хагарлыг илрүүлэхэд төрөл бүрийн

сансрын эх зурагт дараах тэгшитгэлийн дагуу тооцоо хийж үр дүнгээ гарган авна. Орон зайн сайжруулалтын аргын тэгшитгэл нь дараах байдлаар тодорхойлогдоно. Үүнд:

$$G_{jk} = /G_x / + /G_y / \tag{I}$$

$$G_x = F_{j+1, k+1} + 2F_{j+1, k} + F_{j+1, k-1} - (F_{j-1, k+1} + 2F_{j-1, k} + F_{j-1, k-1}) \tag{II}$$

$$G_y = F_{j-1, k-1} + 2F_{j, k-1} + F_{j+1, k-1} - (F_{j-1, k+1} + 2F_{j, k+1} + F_{j+1, k+1}) \tag{III}$$

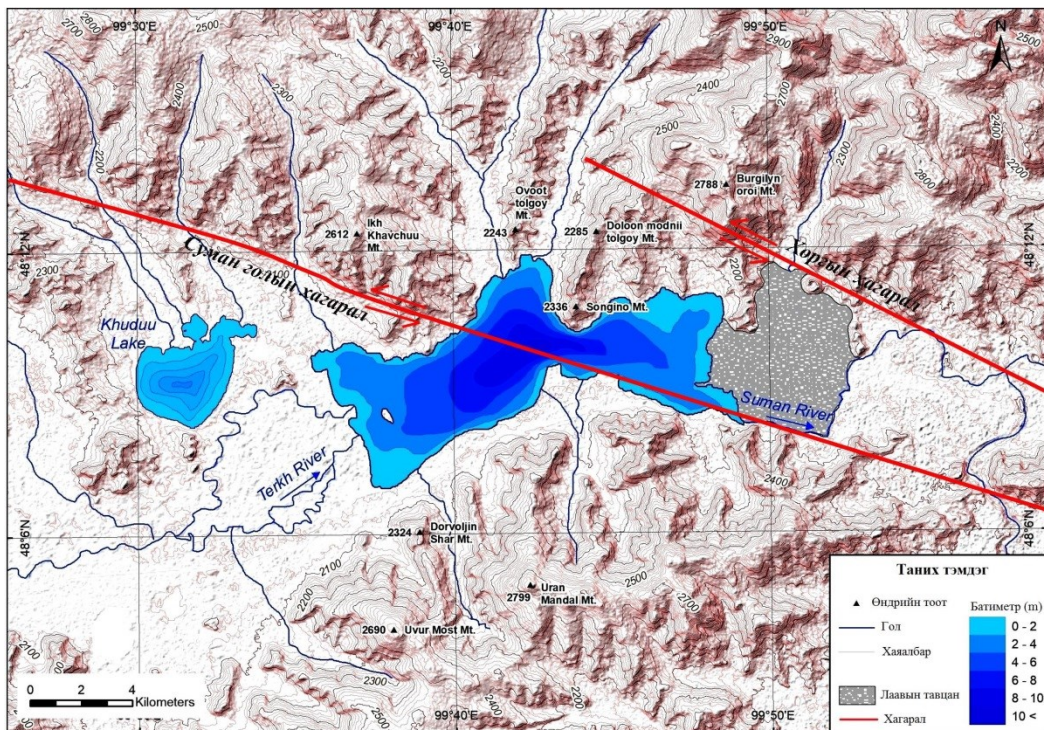
Энд (j, k) нь сансрын зураг дээрх пиксел бүр F_{jk} -ийн нарийвчилсан утгууд болно. G_{xy} нь хэвтээ ба босоо чиглэлийн чиглэлт шүүлтүүрийг илэрхийлнэ. Энэ нь дараах матрицын утгуудыг ашиглан сансрын зурагт хагарал буюу шулуун бүтцийг тодорхойлдог.

$$Y\ mask = \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{matrix} \quad X\ mask = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} \tag{IV}$$

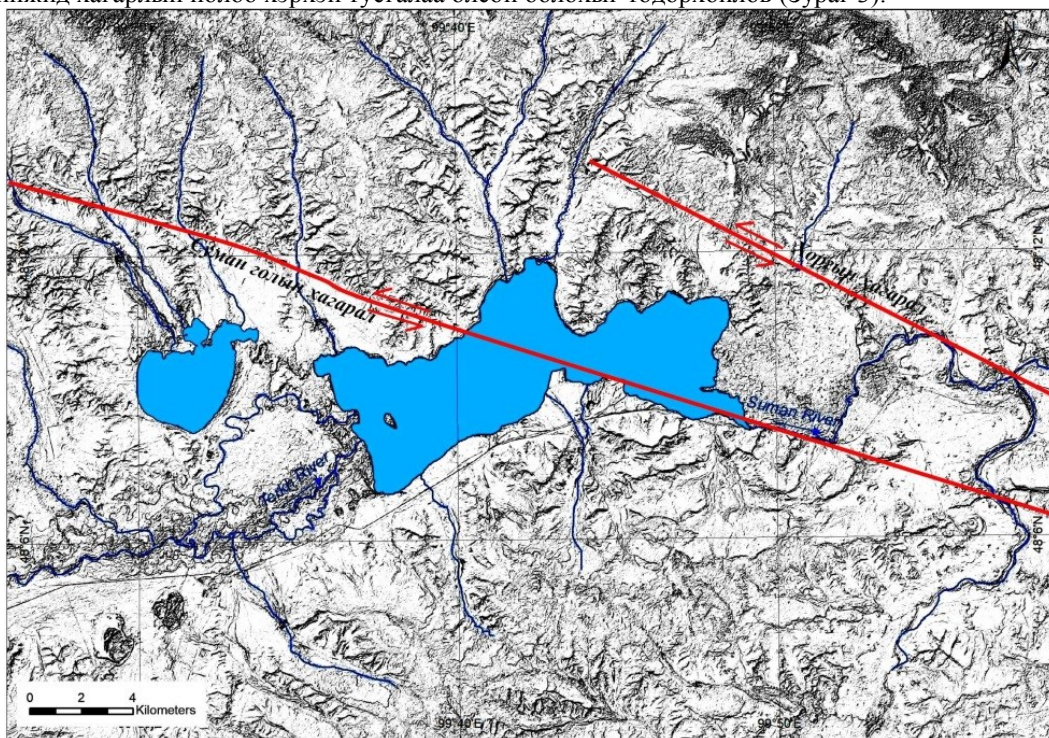
Орон зайн сайжруулалтад пиксел тус бүрийн утгыг эргэн тойрных нь пикселүүдийн тусламжтайгаар өөрчилдөг. Үүний тулд, кернел хэмээн нэрлэгдэх янз бүрийн хэмжээтэй цонхнуудыг сонгоно. Цонх нь зургийн мөр, баганын дагуу явж, тодорхой пиксел дээр ирж зогсох бүрд уг кернелийн төвийн утгыг түүнд багтаж байгаа бусад пикселийн утгыг ашиглан шинээр тодорхойлно. Ийм замаар зургийн пиксел тус бүрийн радиометрийн утгыг өөрчлөн, уг зурган дээр дүрслэгдсэн байгалийн болон хүний гараар бий болсон шугаман биетүүдийг орон зайн хувьд сайжруулдаг (Амарсайхан, Ганзориг, 2010). Энэ судалгаанд сансрын Landsat OLI (30 м) болон Digital Globe (0.67 м) хиймэл дагуулын сансрын зураг ашиглан ENVI 5.3 зайнаас тандан судлалын программ хангамж дээр ‘Convolution & Morphology’ цэсийн ‘Directional filter’ командаар нуурын хотгорын морфологийн хэлбэрүүдийг тодруулан зураглаж рельефийн тайлал хийсэн. Орон зайн сайжруулалтын чиглэлт шүүлтүүр буюу симметрийн байрлалтай матриц болон Собелийн шүүлтүүрийн аргыг ашиглан нууруудын хотгорт илрэх хагарлуудыг тодруулж баталгаажуулсан.

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Тэрхийн Цагаан Нуурын хотгор ба Хорго галт уулын нөлөө: Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын топографийн зургаас үзэхэд нуурын төв хэсэг дэх хамгийн гүн цэгийн хойд талаас Сонгинот уул (2336 м) урагш түрсэн байрлалтай оршиж байгаа нь усны хамгийн гүн цэгийг нуурын төв хэсэгт үүсгэх нөхцлийг бүрдүүлжээ. Нуурын өмнө талд Хангайн гол нурууны салбар Мөстийн нуруу (2600-2800 м) нуурын хотгорын өмнөд эргийг хүрээлж эгц хажуу үүсгэж байна. Топографийн шинжилгээ болон геологийн судалгааны бусад материалтай харьцуулан үзэхэд нуурын өмнө талаар зүүн чигт Суман голын хагарал, лаавын тавцанг үүсгэсэн Хоргын хагарал нуурын дүрс зүйн өөрчлөлт, ус зүйн горимд шууд нөлөөлсөн нь тодорхой байна (Зураг 2).

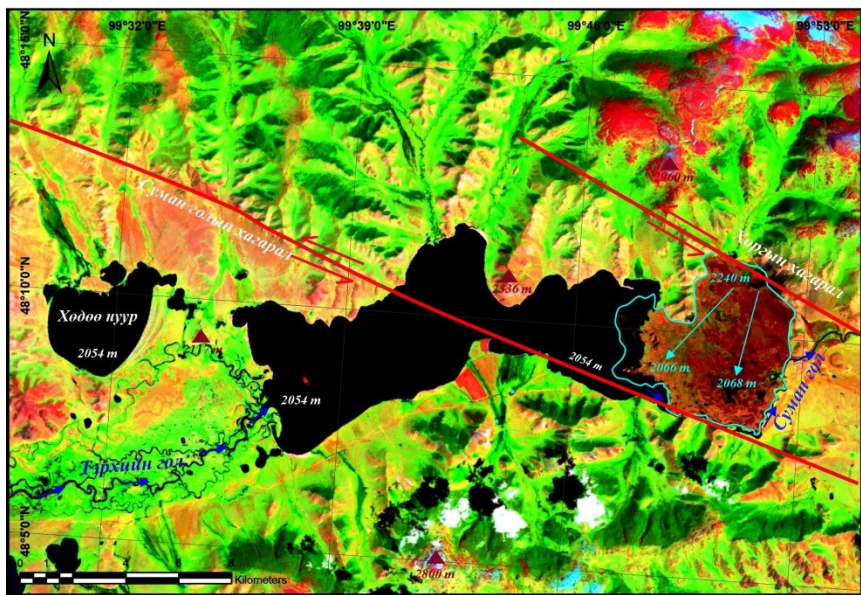


Зураг 2. Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын топографи ба хагарлын холбоо. Судалгааны дараагийн шатанд нуурын хотгорт нөлөөлөгч хагарлын зүй тогтлыг тодруулахын тулд зайнаас тандан судлалын аргаар Тэрхийн Цагаан нуурын орчимд илэрч буй гадаргын хэв шинжид хагарлын нөлөө хэрхэн тусгалаа олсон болохыг тодорхойлов (Зураг 3).



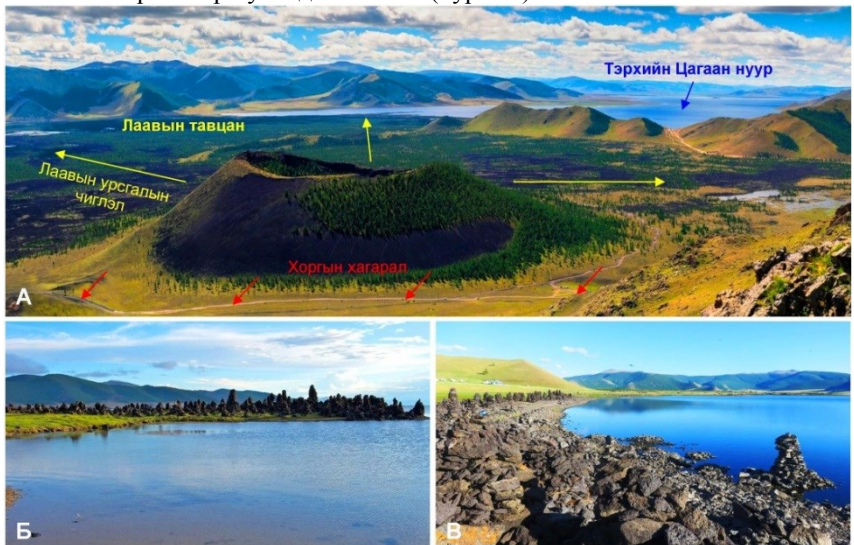
Зураг 3. Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорт орон зайн сайжруулалтын аргаар газрын гадаргад чиглэлт шүүлтүүр хийж хагарлыг зурагласан байдал.

Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорт илрэх гадаргын хэлбэрүүдийг орон зайн сайжруулалтын аргаар тодорхойлж үзэхэд топографийн шинжилгээний үр дүнгийн тайлалтай нийцэж байгаа болно. Сансрын зургийн тайллаар нуурын хотгорт илрэх хагарлууд, лаавын тавцангийн хэмжээг нарийвчлан тодрууллаа. Эндээс уг нуурын хотгорын хэв шинжид нөлөөлөгч үндсэн хүчин зүйл болох лаавын тавцангийн морфометрийн үзүүлэлтийг сансрын зураглалын материалд тулгуурлан тооцов (Зураг 4).



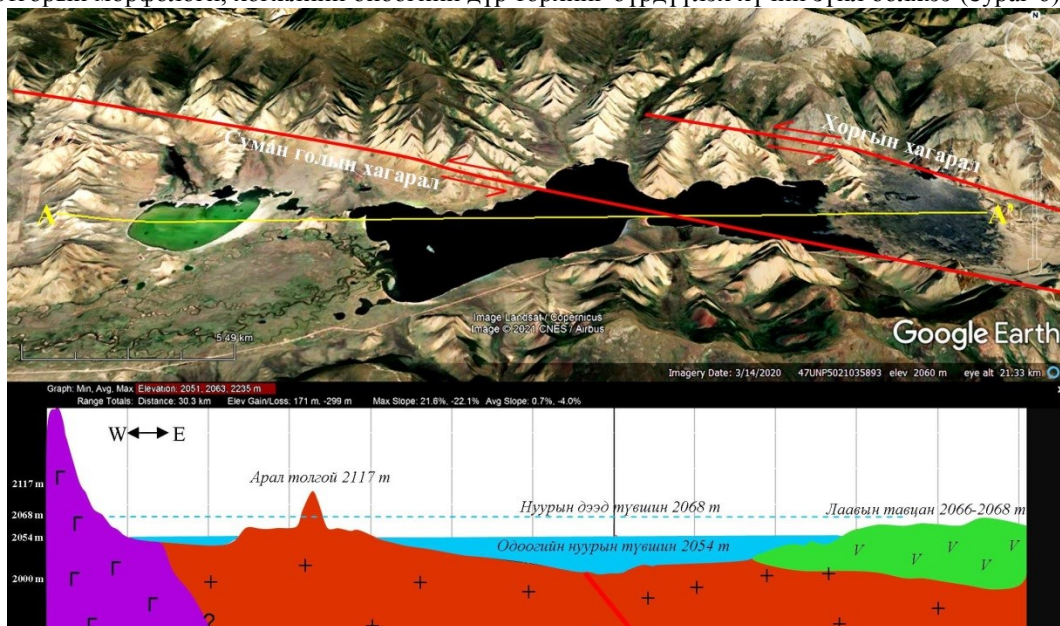
Зураг 4. Тэрхийн Цагаан нуур ба лаавын тавцангийн зүй тогтол.

Лаавын тавцангийн морфометрийн үзүүлэлтийг тооцоход 30.40 км² байв. Морфометрийн тооцоогоор 11,13 км³ эзлэхүүнтэй лаавын урсгалын хаагдлаар Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын өнөөгийн хэв шинж бүрэлдсэн байна. Лаавын хаагдлын нөлөөгөөр үүссэн тавцангийн зузаан Цэрэнсодном (1964)-ын хэмжилтээр 20-50 метр, Мөнхөө (1979)-гийн тооцоогоор 40-50 метрийн зузаантай лаавын тавцан Суман голын хагарлын дагуу гүн хавцал үүссэн байв. Лаавын тавцангийн гадарга нь урсгал хэлбэртэй бөгөөд зүүн хэсгээрээ янз бүрийн хэмжээтэй (1 м хүртэл) пирокласт материалаар хучигдсан байна (Зураг 5).



Зураг 5. Тэрхийн Цагаан нуурын лаавын урсгалаар хаагдсан байдал: А. Зүүн хойноос харагдах бүрэн дүрслэл, Б. Нуурын зүүн өмнөд эрэг, В. Нуурын зүүн хойд эрэг (Гэрэл зургийг Б.Баяр, 2015; Max Cortesi, 2020).

Хорго галт уулаас урссан лаав суурилаг найрлагатай, урсамтгай шинж чанартай учраас хойноос баруун өмнө, өмнө чигт 2240 метрийн өндөрлөгөөс 5-6 км орчим урсаж Мөстийн нурууны ар хэсгийг хааж тогтсон лаавын тавцан үүсгэсэн (Цэгмид, 1969; Мөнхөө, 1979). Хангайн нурууны араас эх авч урсах Тэрхийн голын урсацыг хааж Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын морфологи, хөгжлийн өнөөгийн дүр төрхийг бүрдүүлэх хүчин зүйл болжээ (Зураг 6).

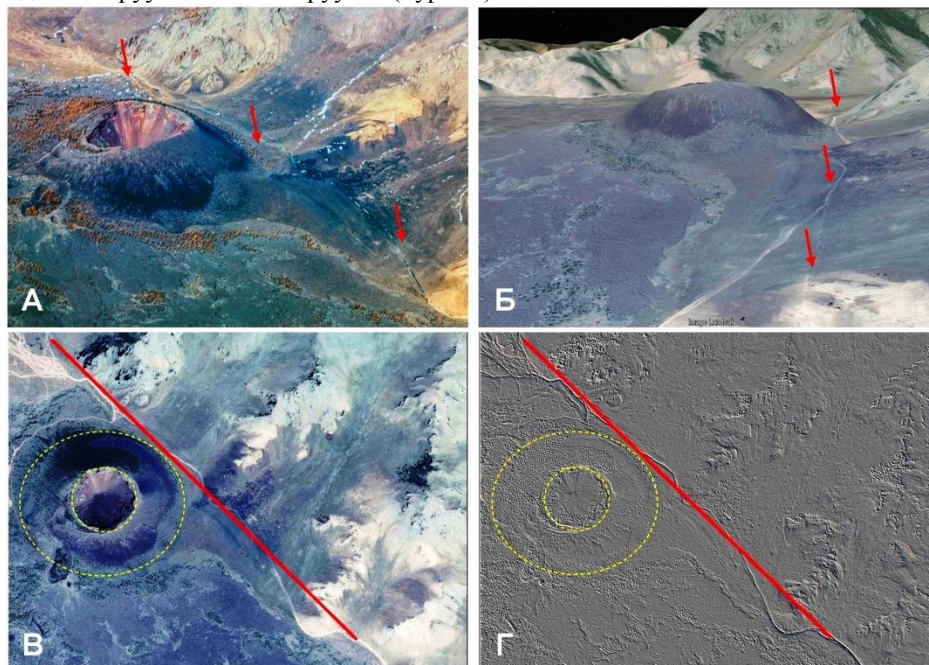


Зураг 6. Хорго-Тэрхийн Цагаан нуур орчмын геологийн зүсэлт (Гансүх нар (1983)-ын материалыг ашиглав).

Тэрхийн цагаан нуурын 6-10 метрийн гүнээс авсан хурдасын дээжинд хийсэн C^{14} изотоп нас 6890 ± 400 жилийг заасан байдаг (Севастьянов и др., 1989; Цэрэнсодном, 2000; Fukushi et al., 2015). Энэ хугацаа бол лаавын бялхалтаас сүүлд нуур үүссэний дараах хуримтлалын нэг хэсэг, тухайн цаг үеийн уур амьсгалын үзүүлэлтийг илэрхийлнэ. Харин Хорго галт уулын хүрмэн чулуулагт C^{14} изотопоор хийсэн насны судалгааны үр дүнгээс үзэхэд 8740 ± 400 жил (Chuvashova et al., 2007) тогтоогджээ. Төв Монголын Тариат-Чулуутын галт уулын бүс бол хамгийн сүүлийн үеийн галт уулын идэвхжилийн бүс (Chuvashova et al., 2007; Ionov, 2007) гэж үзэж болохоор байна. Насны судалгааг харьцуулан дүгнэхэд лаавын бялхалт ба нуурын хотгорын гарал үүсэл хоорондоо цаг хугацааны хувд нягт уялдаатай болох нь илэрхий байв.

Тариат-Чулуутын галт уулын бүсийн хэмжээнд тархсан суурилаг найрлагатай хүрмэн чулуулгийн геохимийн найрлагаар Кепежинскас ба Лучицкий (1979) нарын боловруулан гаргасан тооцооллоос үзэхэд Na_2O+K_2O дунджаар 7.7 буюу шохойлог шүлтлэг найрлагатайг зааж байгаа нь эх газрын царцдаст үүссэн болохыг илтгэж буй юм. Хүрмэн чулуулагт агуулагдах SiO_2 -ын хэмжээ 45-50 хувь тул урсамтгай шинж чанартай суурилаг лаав байна. Хүрмэн чулуулгийн геохимийн найрлагад $(Na_2O+K_2O)-SiO_2$ -ын хамаарал чулуулгийн найрлага, нэр төрлийг заадаг тул суурилаг, суурилаг-дундлаг найрлагатай базальт, трахибазальт, тефрит, фонотефрит, трахиандезиттай таарна. Энэ нь Хангайн нурууны царцдас нимгэн байгааг илтгэх юм. Неотектоник хөдөлгөөний идэвхжилийн нөлөөгөөр Хангайн нурууны дагуух олон хагарлууд идэвхижиж хагарлын дагуу Дөрөвдөгчийн болон Голоцены настай галт уулс бялхах томоохон хөшүүрэг болсон байна. Тариатын галт уулын идэвхжилийн үеийн царцдасын зузаан ойролцоогоор 45 км (Stosch et al., 1995; Korylova et al., 1995; Ionov, 2007) байсан гэж үзсэн. Тариатын гранаттай вебстерит, гранаттай лерцолит 18-20 кбар даралт, $1070-1090^{\circ}C$ температурын нөхцөлд үүссэн болохыг ксенолитын судалгаагаар тогтоож Хангайн өргөгдөл, түүнтэй холбоотой магматизм нь гүний халуун цэгийн нөлөөгөөр эх газрын нимгэрэлт явагдсантай холбоотой (Harris et al., 2010) гэж үзжээ. Магмын голомтыг дагасан хагарлын ан цаваар хүчтэй шахагдан бялхах лаав урсамтгай шинж чанартай бол томоохон талбайг хамардаг зүй тогтолтой (Crisp & Baloga, 1994; Wiechert et al., 1997). Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорт үндсэн нөлөөлөгч хүчин зүйл болох Хорго галт уулын хагарлыг тодруулахдаа Digital Globe

хиймэл дагуулын (0.67 м) сансрын зураг, агаарын фото зураг, сансрын бусад зураглалын материалд боловсруулалт хийж харуулав (Зураг 7).



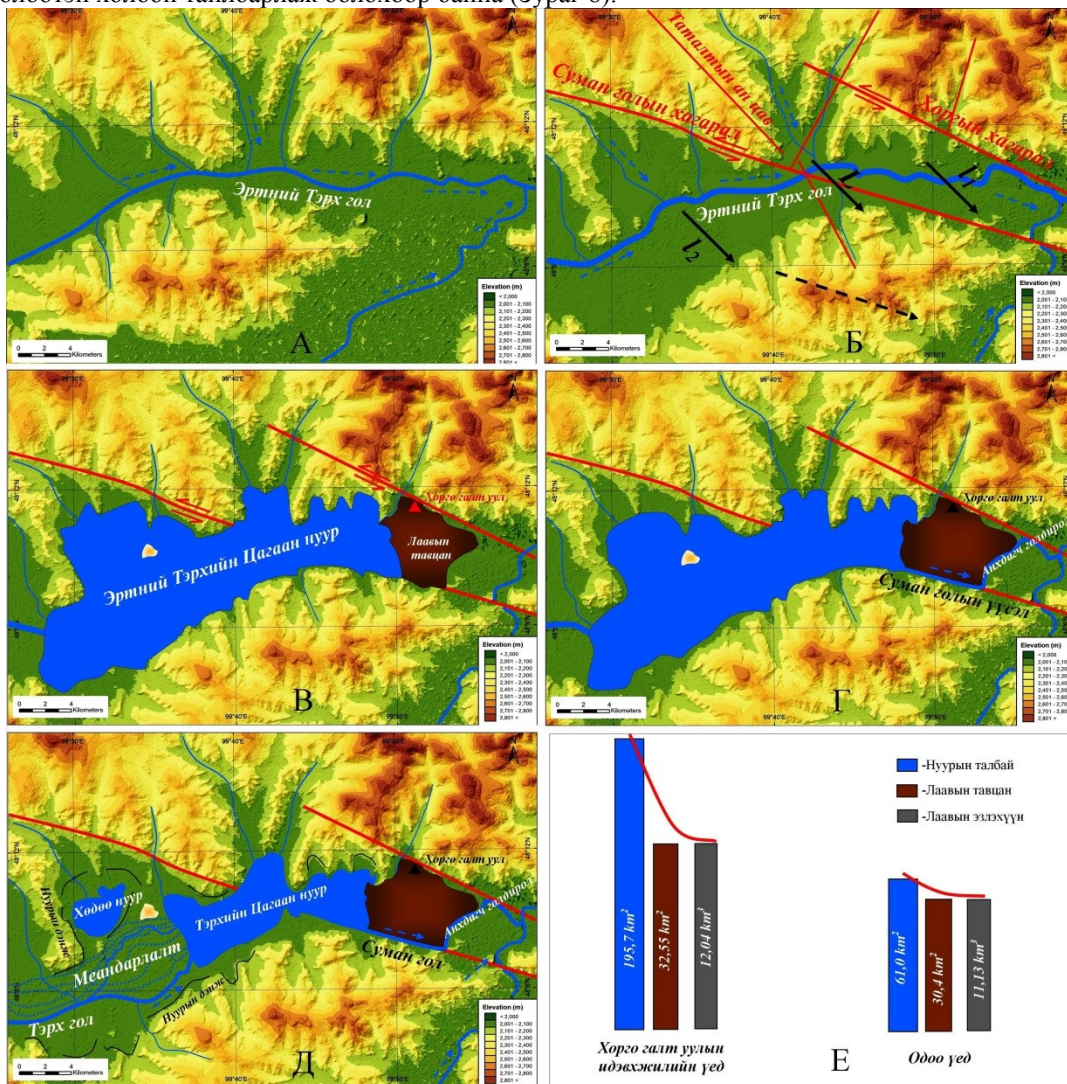
Зураг 7. Хорго галт уулын хагарал: А. Агаарын зурагт харагдах байдал (гэрэл зургийг Ч.Батзаяа, 2016), Б. Хорго уулын 3D хэмжээст сансрын зурагт илрэх байдал, В. Digital Globe хиймэл дагуулын (0.67 м) зурагт боловсруулалт хийсэн байдал, Г. Орон зайн сайжруулалтын аргаар боловсруулалт хийсэн байдал (Altanbold et al., 2020).

Агаарын гэрэл зураг болон сансрын 3D хэмжээст зураглал, зайнаас тандан судлалын ENVI 5.3 программын тусламжтайгаар боловсруулсан зураглалын материалаас үзэхэд, Хорго уулын хойд талаар баруун хойноос зүүн урагш чиглэлтэй хагарал илэрч байна. Хагарал гадаргад мэдэгдэж байгаа урт нь 10 орчим км бол таамаглаж буй урт 20 орчим км байх боломжтой юм (Altanbold et al., 2020).

Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын морфологи хөгжлийн үе шат: Тэрхийн Цагаан нуур нь эхэндээ одоогийнхоос үлэмж их талбайг хамарч байсан тухай (Цэрэнсодном, 1964; Севастьянов и др., 1989) судлаачид тэмдэглэж байжээ. Хорго галт уулын лаавын урсгалаар хаагдаж үүссэн Тэрхийн Цагаан нуур нь одоогийн хэмжээнээсээ хэд дахин том байсан нь гипсометрийн зүсэлтүүдээр нотлогдож байна. Энэ судалгаанд Тэрхийн Цагаан болон Хөдөө нуурын хоорондох гипсометрийн зүсэлтийг хийхэд одоогийн усны түвшин ижил 2054 метрт оршдог онцлогтой байна. Одоогоор хоёр нуурын хооронд 3.5 км зайтай, голын дельтын тал болон толгодоор тусгаарлагджээ. Уг нуурууд нь хоорондоо холбоотой байсан нь нуурын усны түвшний өндөр болон нууруудын эргийн хэв шинжид илрэх дэнжийн геоморфологийн хэлбэрээс тодорхой мэдэгдэнэ. Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын өмнө болон баруун хойд талд нуурын дэнжүүд илүү тод хадгалагдан үлдсэн. Нууруудыг Тэрхийн голын дельтын талаас гадна Арал толгой (2117 м) тусгаарлаж уг толгойн баруун, зүүн бэлийн дагуу усны эрозийн нөлөөгөөр эргийн шулуун хэрчигдэл үүсжээ. Энэхүү хэрчигдлийн өндөр 2068 метрийн өндрийн түвшинд илэрдэг. Энэ толгой нь нуурууд нэгдмэл үед арал байсан нь илэрхий байна. Одоо ч Тэрхийн Цагаан нуурын баруун өмнөд хэсэгт Нуурын дунд толгой (2085 м) нэртэй арал бий.

Хорго галт уулын лаавын тавцангийн өндөр дунджаар 2066 метрийн түвшинд хаалт үүсгэжээ. Судлаачдын материалаас үзэхэд усны эрозийн үйл явцаар Суман голын хавцал идэгдэж үүссэн тухай тэмдэглэсэн (Цэрэнсодном, 2000). Хүрмэн чулуу нь гадарга дээрх хамгийн хатуу магмын гаралтай чулуулгуудын нэг учраас хугацааны хувьд харьцангуй богино буюу сүүлийн 7000 жилд усны эрозийн нөлөөгөөр 22-51 метр гүнтэй, 38 орчим метрийн өргөн хавцал үүсэх боломжгүй юм.

Нуур үүслийн буюу лаавын хаагдлын эхэн үед нуураас хальсан ус Суман голын хагарлыг дагаж урссанаар Суман голын хавцал үүссэн болох нь тодорхойлогдож байна. Суман голын хагарлын дагуу лаавын тавцан хагарч хэмхдэс чулуулаг усаар зөөгдсөн ба хавцлын эхэн хэсэгт 37.8 метр, төгсгөл хэсэгтээ 36.1 метр, хамгийн өргөн хэсгийн өргөн хэсэгтээ 154.2 метр хүртэл хавцал өргөн болсон байна. Хавцлын гүн хамгийн багадаа 22.1 метр, дунджаар 36.6 метр, хамгийн их нь 51.2 метр байв. Ер нь томоохон голуудын голдирол хагарлын дагуу урсгалын чиглэл тодорхойлогддог онцлог бий (Кузнецов, 1955; Селиванов, 1972; Мөнхөө, 1979). Энэ шинж Суман голын хавцалд тусгалаа олсон байх боломжтой. Хагарлын нөлөөнөөс гадна лаавын тавцанд усны нөлөөгөөр физик өгөршлийн үр дүнд ан цав, нүх сүвэрхэг байдал илэрхий үүсдэг онцлог одоогийн нуурын зүүн эргийн дагуу тодорхой ажиглагддаг. Эндээс нэгтгэж үзэхэд Тэрхийн Цагаан, Хөдөө нууруудын хотгорт хуримтлагдсан их хэмжээний ус хагарлын нөлөөгөөр зайлуулагдаж дээрх хоёр нуур болон бусад салангид жижиг нуурууд энэ хотгорт үүсэх нөхцөл бүрдсэн байна. Нууруудын хотгороос хальсан ус хагарлын дагуу зүүн чигт Суман голыг үүсгэсэн. Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын гарал үүслийг зүүн гарын шилжил хагарлын нөлөөтэй холбон тайлбарлаж болохоор байна (Зураг 8).

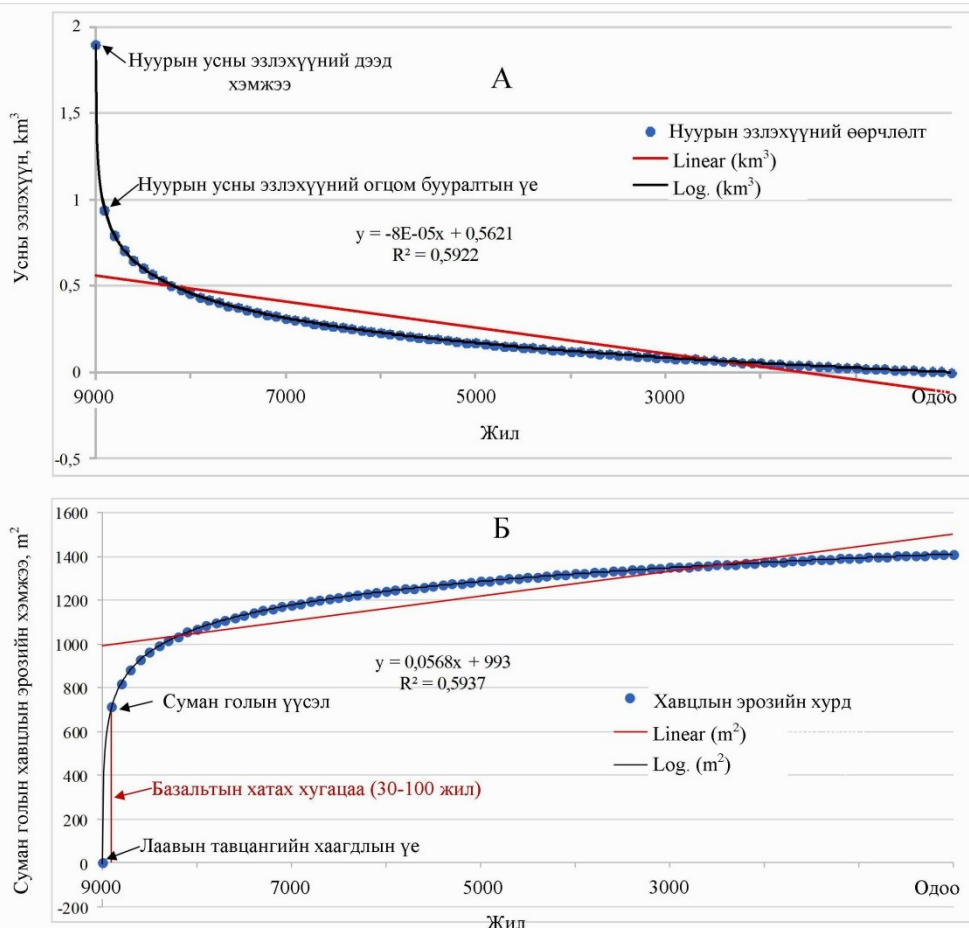


Зураг 8. Тэрхийн цагаан нуурын хотгорын хөгжлийн динамик схем.

Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын морфологи хөгжлийн үе шат (Зураг 8)-аас харвал, Тэрх голын анхдагч голдирол өнөөгийн байрлалаас хойд зүгт Сонгинот уулын өмнөд талаар урсаж байжээ (8А). Энд Суман голын зүүн гарын шилжил бүхий хагарал нь Хорго галт уулын хагаралтай

ойролцоо цаг үед үүссэн байх боломжтой. Түүний дараа одоогийн Суман голын хагарлын дагуу өмнө зүгт орших уулс, түүний салбар толгодууд зүүн гарын шилжил бүхий хагарлын нөлөөгөөр баруун хойноос зүүн урагш чигт шилжиж одоогийн байрлалд орсон байна. Шилжилтийн зай $L_1=L_2$ харьцаан дээр үндэслэн тооцоход Суман голын хагарлын далайц 4.02-5.28 км байв. Хагарлын далайцын нөлөөгөөр Тэрх голын 4-5 км өргөнтэй хөндий үүсжээ (8Б). Энэ шилжилт хөдөлгөөнөөс шалтгаалж таталт үүсэхэд литосферт царцдасны нимгэрэлт явагдаж үүнтэй холбоотой Хорго галт уул идэвхэжсэн гэж үзэж болохоор байна. Хорго галт уулын базальтын химийн найрлага нь дээд мантийн дээд хэсгээс үүссэн болох нь батлагдсан байдаг (8В). Тэрхийн голын өнөөгийн өргөн хөндий үүссэн нөхцөл нь Хорго, Суман голын хагарлын таталтын нөлөө юм. Тэр үед Тэрх голын усны урсац бүхэлдээ хаагдаж маш богино хугацаанд нуурын талбай асар том болж нуурын хотгорыг дүүргэсэн. Хорго галт уул маш богино хугацаанд идэвхжээд лаавын тавцан үүсгэсэн. Суман голын хагарлын дээгүүр 50 орчим метр зузаантай лаавын тавцан бүрхсэн. Лаав анх бялхах үедээ эзлэхүүн их байдаг бол хатах үед дэгдэмхий бодисуудаа алдаж эзлэхүүн нь багасдаг. Лаавын царцалтын үед Суман голын хагарлын дагуу ан цав үүссэн. Энэхүү хагарлын дагуух ан цавыг дагаж Тэрхийн Цагаан нуурын ус сэтэрч Суман гол үүссэн (8Г). Тэрх голын хөндийн дагуу голын тохойрол ихээр хөгжсөн бол нуурын хотгорыг хүрээлсэн үлдэгдэл дэнжүүд хадгалагдан үлджээ (8Д). Харин хотгорын баруун, баруун өмнөд хэсэгт Тэрхийн болон бусад голуудын флювиаль үйл ажиллагааны нөлөөгөөр нуурын дэнжүүд ялгагдахгүй, аллювын хурдсаар хучигдсан байдаг. Эндээс уг нуурын хотгорыг дүүргэсэн их хэмжээний ус баруун, баруун өмнө чигт бүр их талбайг хамарч байсан байх магадлалтай юм. Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорт ялгагдах нуурын дэнжийн насны судалгаа хийгдээгүй боловч нуурын хурдасын нас, Хорго галт уулын хүрмэн чулуулгийн настай харьцуулахад 7000-9000 жилийн хоорондох хугацааны хэлбэлзэлд хамаарах юм. Энэ хугацаа нь сүүлчийн мөстлөгийн дараах үед их хэмжээний усны урсцын нөлөөгөөр уг хотгор усаар бүрэн дүүрч байсны баталгаа юм. Хотгорын хэмжээнд ялгагдах геоморфологийн хэв шинжүүдээс нуурын татралтын нөлөөгөөр үүссэн дэнж онцгой ач холбогдолтой юм. Дэнжүүдийн өндөр д.т.дээш 2068 орчим метрийн өндөрт тогтсон байдаг. Цаашид уг хотгорын дагуу үүссэн дэнжийн насыг нарийвчлан судлах шаардлагатай.

Тэрхийн Цагаан нуурын талбайн өөрчлөлт ба хүрээлэн буй орчны нөлөө: Судалгааны хүрээнд хотгорыг дүүргэж байсан усан гадаргын талбай 195.7 км² орчим буюу өнөөгийн Тэрхийн Цагаан нуур (61 км²)-ын талбайгаас даруй 3 дахин, Хөдөө нуур (11 км²)-аас 20 дахин их хэмжээтэй байжээ. Одоогийн Тэрхийн Цагаан нуурын эзлэхүүн 0.351 км³ бол эртний нуурын эзлэхүүн 2248 км³ байсан. Харин лаавын тавцангийн хэмжээ анхдагч хэмжээнээс усны эрозийн нөлөө, хаталтаас шалтгаалж 32.55 км²-аас 30.40 км² болтлоо буурч, түүнийг дагаад усны эзлэхүүнд хүртэл өөрчлөлт оржээ (8Е). Эндээс нуурын усны эзлэхүүний өөрчлөлт ба Суман голын хавцлын эрозийн эрчмийг тооцож үзэв (Зураг 9).



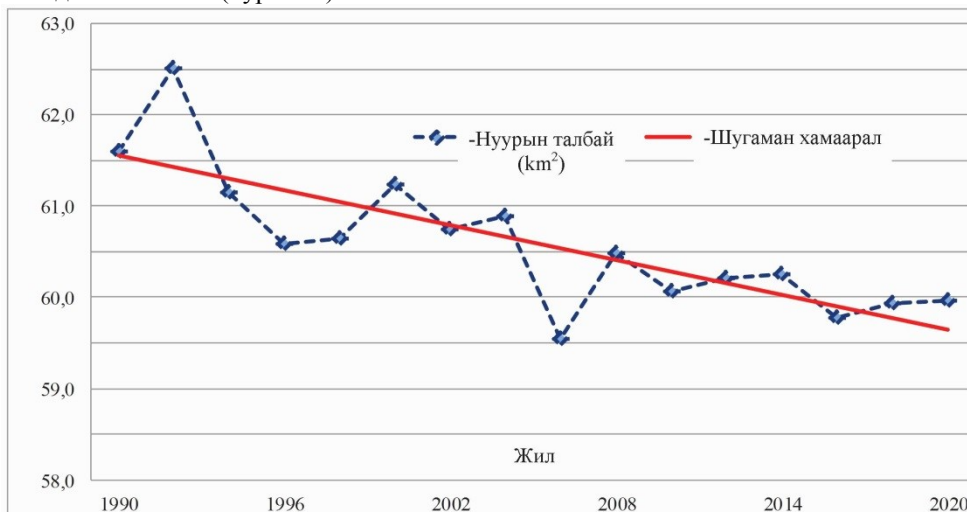
Зураг 9. Тэрхийн цагаан нуурын эзлэхүүний өөрчлөлт ба Суман голын урсцын динамик холбоо:

А. Эртний нуурын усны бууралт, Б. Суман голын хавцлын усны эрозийн эрчим (хугацааны интервал 100 жилээр).

Тэрхийн цагаан нуурын усны эзлэхүүн болон Суман голын хавцлын эрозийн эрчимд хийсэн хугацааны цувааны коэффициент дунджаар $R^2=0.5922$ ба 0.5937 байв. Энэ нь Тэрхийн цагаан нуурын усны эзлэхүүний өөрчлөлт, Суман голын хавцлын эрозийн эрчим нь хоорондоо урвуу хамааралтай байгааг харуулж байна (Зураг 9). Усны эрозийн эрчмийг тооцохын тулд лаавын тавцангийн хөрөлт, агшилт, ан цавын тооцоог хийх нь чухал юм. Гэвч лаавын тавцангийн хөрөлт, агшилтын тооцоог тодорхойлсон зүйлгүй байна. Лаав хэр хурдан хугацаанд хөрөхийг тодорхойлох хамгийн чухал хүчин зүйл бол түүний зузаан юм (Hon et al., 1994; Pinkerton et al., 2002). Лаав 10 м зузаантай байхад хөрөлтийн хурд 5-6 жил шаардах (Zebker et al., 1996) болохыг тодорхойлж байжээ. Галт уулын дэлбэрэлтийн улмаас лаавын температур нь байгалийн янз бүрийн хүчин зүйлээс хамаарч өөр өөр түвшинд хөрж болно (Hon et al., 1994). Тодруулбал, Хавайн Килауза галт уулын дэлбэрэлтийн үеийн лаавын температур хамгийн ихдээ ойролцоогоор 1140°C хүрчээ. Лаавын тавцангийн дээд хэсэг хөрж хатуурсан боловч гүндээ 1000°C орчим хэмийн халуун хэвээр байжээ (Pinkerton et al., 2002). Harris (2010) нарын тооцоогоор Хорго галт уулын лаавын температур $1040-1090^\circ\text{C}$ хэмтэй, 50 орчим метрийн зузаантай болохыг тооцсон. Zebker (1996) нарын тооцооноос үндэслэвэл Хорго орчмын лаавын тавцан 30 орчим жилд хөрсөн байх магадлалтай байна. Харин эртний нуурын усны эзлэхүүний хэмжээ, Суман голын хавцлын эрозийн хэмжээнд үндэслэн лаавын тавцан хөрсөн хугацааг ойролцоогоор 100 орчим жил болох нь судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна (Зураг 9Б).

Одоогоор уг нуурын усны балансын орлогын 97.0 хувийг гадаргын нийт урсац, 3.0 хувийг хур тунадас эзэлж байхад зарлагын 93.5 хувийг Суман голын урсац, 6.5 хувийг усны гадаргын ууршилт эзэлж байна (Даваа, 2018). Энэ үзүүлэлт нь нуурын ус зүйн горимд Суман гол маш

чухал үүрэгтэй байгааг харуулдаг. Харин сүүлийн жилүүдэд нуурын талбайд гарч буй өөрчлөлтийг NDWI аргаар 1990-2010 оны Landsat 4-5 TM, 2014-2020 оны Landsat 8 OLI хиймэл дагуулын сансрын зурагт тооцоо хийв. Үр дүнгээр нуурын талбай сүүлийн жилүүдэд багасаж байгаа хандлагатай байв (Зураг 10).



Зураг 10. Тэрхийн Цагаан нуурын талбайн орчин үеийн өөрчлөлт.

Тэрхийн Цагаан нуурын талбай сүүлийн 30 орчим жилийн хугацаанд багасах хандлагатай байна. Энэ нь Төв Азийн уур амьсгалын дулааралтай холбоотой байж болох юм. Монгол орны хэмжээнд говь, хээрийн бүсэд 1.3-1.9°C-ээр, өндөр уулс болон ойт хээрийн бүсэд 2.0-2.3°C-ээр агаарын жилийн дундаж температур нэмэгджээ (Erdenetuya et al., 2003, Dorjsuren et al., 2018, Bogodavko et al., 2018, Sumiya et al., 2020). Түүнчлэн Тэрхийн Цагаан нуур орчмын бүсэд аялал жуулчлал, хүний нөлөөгөөр хүрээлэн буй орчинд тодорхой сөрөг өөрчлөлтүүд илэрсээр байгаа (Ulaankhuu, 2020) нь нуурын талбайн бууралттай шууд холбоотой байж болно. Төв Монголын ойт хээрийн бүсэд орших нуурын ус зүйн горим, нуурын талбайн өөрчлөлт нь хүрээлэн буй орчны нөлөөлөлд илэрхий өртсөөр байгааг харуулж байна.

Талархал

Энэхүү судалгааг МУИС-ийн Өндөр түвшний судалгааны төсөл (P2021-4178)-ийн үр дүнгээс ашиглан гүйцэтгэв.

Дүгнэлт

Тэрхийн Цагаан нуурын хотгор лаавын хаагдлаар, харин Хорго галт уул идэвхжих болон томоохон нуур тогтох боломжтой хотгор нь хагаралтай холбоотойгоор тус тус үүссэн байна.

Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын өмнө талаар зүүн өмнө чигт Суман голын хагарал, зүүн хойд талд лаавын тавцанг үүсгэсэн Хоргын хагарал нуурын хотгор, нуурын талбайн дүрс зүйн өөрчлөлт, ус зүйн горимд шууд нөлөөлсөн байна.

Суман голын хагарлын дагуу өмнө зүгт орших уулс, түүний салбар толгод зүүн гарын шилжил хагарлын нөлөөгөөр баруун хойноос зүүн урагш чигт шилжиж одоогийн байрлалдаа оржээ. Суман голын хагарлын урт 70 орчим км бол Хоргын хагарал 20 орчим км байв. Энэ шилжилт хөдөлгөөнөөс шалтгаалж таталт үүсэхэд литосферт царцдасын нимгэрэл үүсч үүнтэй холбоотой Хорго галт уул идэвхэжсэн байна. Лаавын бялхалтаар Тэрх голын усны урсац бүхэлдээ хаагдаж маш богино хугацаанд нуурын талбай асар том болж нуурын хотгорыг дүүргэсэн. Лаав царцах үед Суман голын хагарлын дагуу ан цав үүссэн. Энэхүү хагарлын дагуу ан цавыг дагаж эртний Тэрхийн Цагаан нуурын ус сэтгэрч эрозийн нөлөөгөөр Суман гол үүссэн байна. Харин одоогийн Тэрхийн Цагаан нуурын хотгорын баруун хэсэгт таталтын нөлөөгөөр 4-5 орчим км өргөнтэй Тэрх голын өргөн хөндий үүсжээ.

Хорго галт уулын болон Тэрхийн Цагаан нуурын насны судалгааг харьцуулан дүгнэхэд лаавын бялхалт ба нуурын хотгорын гарал үүсэл, морфологи хөгжил хоорондоо цаг хугацааны хувд нягт уялдаатай болох нь батлагдаж байна.

Тэрхийн Цагаан нуур нь өнөөгийн хэмжээнээс 3 дахин том байсан ба Хөдөө нууртай хоорондоо холбоотой байсан нь нууруудын эргийн хэв шинжид илрэх дэнжийн геоморфологийн хэлбэрээс тодорхой ялгагдаж байна. Нуурын дэнжийн өндөр д.т.дээш 2068 метрийн түвшинд, Хорго орчмын лаавын тавцангийн дундаж өндөр д.т.дээш 2068 метрийн өндөрт тогтоогдож байв. Өнөөгийн нуурын мандлын түвшнээс 14 метрээр илүү ус тогтож байсан нь тодорхой байна.

Сүүлийн 9000 жилээс хойших хугацаанд усны эзлэхүүний өөрчлөлтийг регрессийн коэффициент, сүүлийн жилүүдийн талбайн өөрчлөлтийг усны нормчлогдсон индексийн аргаар тооцоолоход Тэрхийн цагаан нуурын усны эзлэхүүний өөрчлөлт, Суман голын хавцлын эрозийн хэмжээ хоорондоо урвуу хамааралтай байв. Сүүлийн 30 орчим жилийн хугацаанд нуурын талбайн өөрчлөлт нь орчин үеийн дэлхийн дулаарал, хүний идэвхтэй үйл ажиллагаатай холбоотойгоор багасах хандлагатай байна.

Ном зүй

- Амарсайхан, Д., Ганзориг, М. (2010). *Зайнаас Тандан Судлал болон дүрс мэдээнд тоон боловсруулалт хийх зарчмууд*, Улаанбаатар хот, 55-61.
- Болд, Я. (1987). *Геоморфологийн Үндэс ба судалгаа*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэлийн газар, 94-97.
- Гансүх, Д., Жамсранжав, Ц., Бөхбат, О., Түндэв, С., (1983). *М-47-XXXIV, Тариат орчмын геологийн 1: 200 000 масштабын зураг*, Мөрөнгийн геологийн экспедиц, Улаанбаатар хот.
- Даваа, Г. (2018). Газар, Сансрын мэдээлэлд тулгуурласан Монгол Орны Нууруудын усны нөөцийн үнэлгээ, Түүнд байнгын хяналт-шинжилгээ хийх боломжийн судалгаа. *Зөвлөх үйлчилгээний ажлын тайлан*. Улаанбаатар хот, 54-58
- Даваагалан, Г., Орхонсэлэнгэ, А. (2014). Тэрхийн Цагаан нуур болон Өгий нуурын хурдас хуримтлалын онцлог, *Монгол Орны Газарзүйн асуудлууд сэтгүүл*, 1(10), Улаанбаатар хот, 35-39
- Кепежинскас, В. В., & Лучицкий, И. В. (1979). *Кайнозойские щелочные базальтоиды Монголии и их глубинные включения*. Москва, сс. 67-88
- Кузнецов, Н. Т. (1955). Некоторые данные о новейшей тектонике в Монголии. Вопросы геоморфологии и палеогеографии Азии. *Изв. АН СССР журнал*, Москва, сс. 188-192.
- Мөнхөө, З. (1979). *Дорнод Хангайн структур-геоморфологийн онцлогууд*. Улаанбаатар хот, Улсын Хэвлэлийн Газар. 45-49
- Севастьянов, Д. В., Дорофеев, Н. И., & Лийва, А. А. (1989). Особенности возникновения и эволюции вулканогенного озера Тэрхийн-Цаган-Нур в Центральном Хангае (МНР). *Изв. ВГО*, 121(3). 223-227
- Селиванов, Е. И. (1972). Неотектоника и геоморфология Монгольской народной республики. *Недра журнал*, Москва, сс. 234-239
- Цэгмид, Ш. (1969). *Монгол орны физик газарзүй*. Улаанбаатар хот, Улсын хэвлэлийн газар, 185-203.
- Цэрэнсодном, Ж. (1964). Тэрхийн Цагаан нуурыг судалсан ус зүйн шинжилгээний ажлын дүнгээс. *Монгол Орны Газарзүйн асуудлууд сэтгүүл*, №2, 3-11.
- Цэрэнсодном, Ж. (1971). Монгол орны нуур, Улаанбаатар хот, Улсын хэвлэлийн газар, 92-113
- Цэрэнсодном, Ж. (2000). Монгол орны нуурын каталог (цэс), Улаанбаатар хот, Шувуун Саарал хэвлэлийн үйлдвэр, 134-156
- ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэн (ер.ред О.Төмөртоогоо), (2014). *Архангай аймгийн атлас*, Архангай аймгийн геологийн 1: 200 000 масштабын зураг, Улаанбаатар хот.
- Altanbold, E., 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.
- Borodavko, P. S., Volkova, E. S., Melnik, M. A., Litvinov, A. S., & Demberel, O. (2018, November). Climate change impact on high-altitude geomorphological systems. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 211, No. 1, p. 012004). IOP Publishing.
- Christenson, B., Németh, K., Rouwet, D., Tassi, F., Vandemeulebrouck, J., & Varekamp, J. C. (2015). Volcanic lakes. In *Volcanic lakes* (pp. 1-20). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Chuvashova, I. S., Rasskazov, S. V., Yasnygina, T. A., Saranina, E. V., & Fefelov, N. N. (2007). Holocene volcanism in central Mongolia and northeast China: asynchronous decompressional and fluid melting of the mantle. *Journal of Volcanology and Seismology*, 1(6), 372-396.
- Cohen, A. S. (2003). *Paleolimnology: the history and evolution of lake systems*. Oxford University Press. 45-67
- Crisp, J., & Baloga, S. (1994). Influence of crystallization and entrainment of cooler material on the emplacement of basaltic aa lava flows. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 99(B6), 11819-11831.
- Dorjsuren, B., Yan, D., Wang, H., Chonokhuu, S., Enkhbold, A., Davaasuren, D., ... & Gedefaw, M. (2018): Observed trends of climate and land cover changes in Lake Baikal basin. *Environmental Earth Sciences*, 77(20), 1-12.
- Eichhorn, L., Pirrung, M., Zolitschka, B., & Büchel, G. (2017). Pleniglacial sedimentation process reconstruction on laminated lacustrine sediments from lava-dammed Paleolake Alf, West Eifel Volcanic Field (Germany). *Quaternary Science Reviews*, 172, 83-95.
- Erdenetuya, M., Khudulmur, S., Bolortsetseg, B., Natsagdorj, L., & Batima, P. (2003): Pasture estimating with climate change over Mongolia using climate and NOAA/NDVI data. In *Proceedings of the KSRS Conference* (pp. 120-122). The Korean Society of Remote Sensing.
- Fukushi, K., Katsuta, N., Jenkins, R. G., Matsubara, K., Takayama, B., Tanaka, Y., ... & Kashiwaya, K. (2015). Centennial-Scale Environmental Changes in Terhiin Tsagaan Lake, Mongolia Inferred from Lacustrine Sediment: Preliminary Results. In *Earth Surface Processes and Environmental Changes in East Asia*. Springer, Tokyo, 25-44.
- Harris, N., Hunt, A., Parkinson, I., Tindle, A., Yondon, M., & Hammond, S. (2010). Tectonic implications of garnet-bearing mantle xenoliths exhumed by Quaternary magmatism in the Hangay dome, central Mongolia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 160(1), 67-81.
- Harrison, S. P., Yu, G., & Tarasov, P. E. (1996). Late Quaternary lake-level record from northern Eurasia. *Quaternary research*, 45(2), 138-159.
- Hon, K. E. N., Kauahikaua, J. I. M., Denlinger, R., & Mackay, K. (1994): Emplacement and inflation of pahoehoe sheet flows: Observations and measurements of active lava flows on Kilauea Volcano, Hawaii. *Geological Society of America Bulletin*, 106(3), 351-370.
- Hunt, A. C., Parkinson, I. J., Harris, N. B. W., Barry, T. L., Rogers, N. W., & Yondon, M. (2012). Cenozoic volcanism on the Hangai Dome, Central Mongolia: geochemical evidence for changing melt sources and implications for mechanisms of melting. *Journal of Petrology*, 53(9), 1913-1942.
- Hutchinson, G. E. (1957). *A Treatise on Limnology. Vol 1: Geography, Physics and Chemistry*. John Wiley & Sons. 67-89
- Ionov, D. A. (2007). Compositional variations and heterogeneity in fertile lithospheric mantle: peridotite xenoliths in basalts from Tariat, Mongolia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 154(4), 455-477.
- Kaufman, D. S., O'Brien, G., Mead, J. I., Bright, J., & Umhoefer, P. (2002). Late Quaternary spring-fed deposits of the Grand Canyon and their implication for deep lava-dammed lakes. *Quaternary Research*, 58(3), 329-340.
- Kopylova, M. G., O'Reilly, S. Y., & Genshaft, Y. S. (1995). Thermal state of the lithosphere beneath Central Mongolia: evidence from deep-seated xenoliths from the Shavaryn-Saram volcanic centre in the Tariat depression, Hangai, Mongolia. *Lithos*, 36(3-4), 243-255.
- Kudryashova, E. A., Yarmolyuk, V. V., Kozlovsky, A. M., & Savatenkov, V. M. (2010). Magmatic zoning of Late Cenozoic volcanism in Central Mongolia: Relation with the mantle plume. In *Doklady Earth Sciences* (Vol. 432, No. 1, pp. 565-569). SP MAIK Nauka/Interperiodica.
- Nixon, M., & Aguado, A. (2019). Feature extraction and image processing for computer vision. *Academic Press*. 344-356.
- Pinkerton, H., James, M., & Jones, A. (2002): Surface temperature measurements of active lava flows on Kilauea volcano, Hawai'i. *Journal of volcanology and geothermal research*, 113(1-2), 159-176.
- Savatenkov, V. M., Yarmolyuk, V. V., Kudryashova, E. A., & Kozlovskii, A. M. (2010). Sources and geodynamics of the Late Cenozoic volcanism of Central Mongolia: evidence from isotope-geochemical studies. *Petrology*, 18(3), 278-307.

- Stosch, H. G., Ionov, D. A., Puchtel, I. S., Galer, S. J. G., & Sharpouri, A. (1995). Lower crustal xenoliths from Mongolia and their bearing on the nature of the deep crust beneath central Asia. *Lithos*, 36(3-4), 227-242.
- Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, 63(11), pp. 1117-1142.
- 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.
- Tucker, D. S., & Scott, K. M. (2009). Structures and facies associated with the flow of subaerial basaltic lava into a deep freshwater lake: the Sulphur Creek lava flow, North Cascades, Washington. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 185(4), 311-322.
- Ulaankhuu, K. (2020): The evaluation of environmental and socio-cultural impacts of tourism on the Khorgo-Terkhyn Tsagaan Nuur National Park. *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, 45-51.
- Wiechert, U., Ionov, D. A., & Wedepohl, K. H. (1997). Spinel peridotite xenoliths from the Atsagin-Dush volcano, Dariganga lava plateau, Mongolia: a record of partial melting and cryptic metasomatism in the upper mantle. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 126(4), 345-364.
- 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.
- Yarmolyuk, V. V., Kudryashova, E. A., Kozlovsky, A. M., & Lebedev, V. A. (2008, October). Late Cenozoic volcanism of Khangai (Central Mongolia): evidence for recent orogeny in Central Asia. In *Doklady Earth Sciences* (Vol. 422, No. 1, p. 1032). Springer Nature BV.
- Zebker, H. A., Rosen, P., Hensley, S., & Mouginis-Mark, P. J. (1996). Analysis of active lava flows on Kilauea volcano, Hawaii, using SIR-C radar correlation measurements. *Geology*, 24(6), 495-498.

Шилийн Богд орчмын хээрийн түймрийн шаталтын зэрэглэлийг тооцоолох болон нөхөн сэргэх үйл явцын мониторинг судалгаа

A wildfire monitoring study for burn severity and recovery process using remote sensing techniques: A case study near Shiliin Bogd mountain, Eastern Mongolia

©Г.Бямбахуу^{1*}, В.Батцэнгэл¹, Ч.Наранцэцэг¹, Б.Нямдаваа², О.Мэндбаяр¹, Б.Сайнбуян¹,
В.Батбаяр¹, Фолин Вү³
G.Byambakhuu^{1*}, V.Battsengel¹, Ch.Narantsetseg¹, B.Nyamdavaa², O.Mendbayar¹,
B.Sainbuyan¹, V.Batbayar¹ and Falin Wu³

¹ Газарзүйн мэдээллийн систем, зайнаас тандан судлалын судалгааны лаборатори, Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Монгол Улс

² Хөрс судлалын сургалт, судалгааны лаборатори, Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Монгол Улс

³ 'SNARS' судалгааны лаборатори, Техник-Оптоэлектроник Инженерийн Сургууль, Бэйханг Их Сургууль, Бээжин хот, БНХАУ

¹ Research Laboratory of Geo-Informatics (GEO-iLAB), Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

² Training and Research Laboratory of Soil, Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

³ 'SNARS' Research Laboratory, School of Instrumentation and Optoelectronics Engineering, Beihang University, Beijing, China

*Харилцагч зохиогч: byambakhuu@num.edu.mn

*Corresponding author: byambakhuu@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2021.11.02

Засварласан: 2021.02.16

Зөвшөөрөгдсөн: 2022.02.18

Хураангуй

Дэлхий уур амьсгалын өөрчлөлтийн шууд болон дам үр дагаврын нөлөөллөөр олон төрлийн байгалийн гамшигт үзэгдлүүд нэмэгдэж, тэдгээрийг судлах зорилгоор орчин үеийн судалгааны арга техникийг өргөн ашиглах боллоо. Үүний нэг тод илрэл нь зайнаас тандан судлалын арга бөгөөд түүний зураглалын технологийн тусламжтайгаар байгаль орчны өөрчлөлтийг хянах, урьдчилан таамаглах, үнэлэх, илрүүлэх боломжууд нэмэгдэж, судалгаа шинжилгээний хувьд ач холбогдол өндөртэй болж байгаа юм. Энэхүү судалгааны үндсэн зорилго нь 'Sentinel-2' хиймэл дагуулын зураглалын технологийн ашиглан түймрийн гамшигт үзэгдлийг хянах, түймэрт өртсөн талбайг тодорхойлох, шатсан талбарын зэрэглэлийг ангилах, байгалийн нөхөн сэргэлтийн үйл явцыг тодорхойлох явдал юм. Судалгааны нутаг дэвсгэрийг Монгол орны зүүн хэсэг, тал хээрийн бүсэд орших Шилийн Богд уул орчим дахь түймэр гарсан газар нутгийг сонгон авсан болно. Судалгааны аргазүйн хувьд нормчилсон шаталтын харьцаа буюу 'NBR' индексийг ашиглан түймэрт өртсөн талбарын талбай, шатсан талбарын зэрэглэлийг шатаагүй, бага, бага-дунд, их-дунд, өндөр гэсэн 5-н зэрэглэлд зураглан, нөхөн сэргэлтийн явцыг ургамлын нормчилсон индекс буюу 'NDVI' үзүүлэлт, хээрийн ажиглалтын үйл явцаар тодорхойлсон болно. Судалгааны үр дүнд сансрын зургаас түймэрт шатсан талбайг ялан зураглаж, нийт шатсан талбайн хэмжээг 1164.27 км² гэж тооцоолсон. Үүний 65 хувь буюу 757.34 км² талбай сул, 34.7 хувь буюу 404.57 км² талбай бага-дунд, үлдсэн 0.3 хувь буюу 2.36 км² талбай өндөр-дунд шаталтын зэрэглэлийн ангилалд багтаж байгааг тодорхойлсон. Энэ судалгааны ажил нь онцгой байдлын газрын албан хаагчид, судлаачид, байгаль орчны мэргэжилтнүүдэд түймэр гарсан газар нутгийн шаталтын зэргийг тодорхойлох, нөхөн сэргэлтийн байдлыг илрүүлэх, гамшигийн зэргийг үнэлэх, дүн шинжилгээ хийх зэрэг ажлуудад аргазүйн хувьд дэмжлэг болохуйц ач холбогдолтой юм.

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: Г.Бямбахуу: Судалгааны ажлын нэгтгэл, бичвэр, боловруулалт; В.Батцэнгэл: Судалгааны ажлын нэгтгэл, бичвэр; Ч.Наранцэцэг: Сансрын зургийн боловруулалт; Б.Нямдаваа: Хээрийн судалгаа; О.Мэндбаяр: Судалгааны судалгасан байдал боловруулалт; Б.Сайнбуян, В.Батбаяр: Сансрын зургийн боловруулалт; Фолин Вү: Англи хувилбарын хянан магадлалга.

Түлхүүр үгс: Түймрийн гамшиг, Түймрийн аюулт үзэгдэл, түймрийн нөхөн сэргээлт, Sentinel-2, Шилийн Богд уул, Зүүн Монгол

Abstract

Due to the increase in global climate change and related natural disasters, satellite observation and mapping technology have made it possible to monitor, predict, evaluate, and detect the environment, which is a clear indication of the importance of remote sensing. The main purpose of this study is to monitor the occurrence of fire disasters as a result of Sentinel-2 satellite imaging technology, to determine the burned area with its classification and the recovery process. The study area was sampled in the southeastern part of Mongolia, near the Shiliin Bogd mountain at the natural steppe zone. In terms of research methodology, the normalized burn ratio (NBR) index was used to map the area of the fire site and the classification of the burned area into 5 categories: unburned, low, low-medium, high-medium, and high, which are process-defined work. As a result of the estimation, the burned area was mapped from the satellite images and the total burned area was 1164.27 km², of which 757.34 km² (65 percent) was weak, 404.57 km² (34.7 percent) was low-medium and the remaining 2.36 km² (0.3 percent) was high-medium. Finally, we believe that this research is important for emergency workers, researchers, and environmental specialists.

Keywords: Wildfire, Burn severity, Wildfire recovery, Sentinel-2, Shiliin Bogd mountain, Eastern Mongolia

Оршил

Ой, хээрийн түймэр нь байгалийг ихээр сүйтгэж, экологийн доройтлыг бий болгох ба үүнээс үүдэлтэй нийгэм, эдийн засагт сөрөг нөлөө үзүүлсээр иржээ. Гарч буй ой, хээрийн түймрийн 90 гаруй хувь нь аж ахуйн болон хувийн хэрэгцээний зориулалтаар ойд мод бэлтгэх, газар тариалан эрхлэх зэрэг газар ашиглалтын үйл ажиллагаатай холбоотой хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй байдаг (Roy, 2003). Сүүлийн жилүүдэд хөдөө аж ахуйн болон үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашиглах газар ашиглалтын хэмжээ нэмэгдэж, газрын элэгдэл, эвдрэл, хөрсөн бүрхэвчийн доройтол, хуурайшил зэрэг үйл явц нь ой, хээрийн түймрийн хэмжээ, давтамжийг ойртуулж, түүнтэй холбоотой байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө нэмэгдсээр байна. Төрийн байгууллагууд түймрийн орон зайн шинжилгээний мэдээлэл дутмагаас шалтгаалж түймрийн хохирлыг ихэвчлэн дутуу мэдээлэх, үнэлэх дутагдалтай талууд бий. Зарим улс орнуудын түймрийн талаар явуулсан судалгааны дүнд шинжилгээ хийж, хээрийн судалгааны бодит зарим үр дүнтэй харьцуулан үзсэнээр үүнийг нотлох боломжтой. Одоогоор ой, хээрийн түймрийн хэмжээ, түймэрт өртсөн нийт талбайн чанарын талаар орон зай, статистик мэдээлэл байхгүйгээс тухайн газарт учирсан сүйрэл, хохирлын хэмжээг нарийн тооцоолох боломжгүй байна. Зайнаас тандан судлалын орчин үеийн дэвшилтэд технологи нь ой, хээрийн экосистемийн хариу урвалын динамикийн талаар нарийн ойлголтыг өгч, зарим хязгаарлах хүчин зүйлсийг зардал багатай, цаг алдалгүй ашиглах боломжийг олгодог. Үүний үр дүнд глобал, бүс нутаг, орон нутгийн хэмжээнд байгалийн гамшигт үзэгдэл болох түймрийг илрүүлэх, хянах, хохирлыг үнэлэх, урьдчилан таамаглах чадамж эрс сайжирсан.

Түймрийн удирдлага-судалгаа нь цогц системийн хүрээнд шийдвэр гаргах, хүний болон байгалийн нөөц, хүрээлэн буй орчны хоорондын хамаарлыг математик загварчлал дээр суурилан дүн шинжилгээ хийх, түймрийн гамшигийн үед авах арга хэмжээг тодорхойлж буй аргачлал юм (Minas et al., 2012). Эдгээр судалгааны боловсруулалтын явцад хамгийн түгээмэл ашигладаг арга зүй бол зайнаас тандан судлалын арга техникүүд байдаг. Зайнаас тандан судлалын технологи нь газрын гадарга дээрх түймрийн цар хүрээ, нөлөөллийг судлах хамгийн тохиромжтой платформ юм (Arnett et al., 2015). Зайнаас тандан судлалын зарим хэрэглээ цаг хугацааны урт интервалын хувьд тодорхой өгөгдөл мэдээллийг харуулахгүй боловч, тодорхой цаг хугацаан дах боловсруулалт (мэдээлэл хүлээн авснаас хойш 30-180 минутын дараа гарах үр дүн) нь судалгааны хамгийн боломжит шийдлийг санал болгодог. Орон зайн хувьд нисэх онгоц ба нисэх төхөөрөмжүүдээр мониторинг хийж байгаагай төстэй байдлаар ой, хээрийн түймрийг илрүүлэх, идэвхлийг хянах, сансрын зургийн тодруулга хийх зэрэгт тухайн цаг хугацааны бодит нөхцөл байдлыг илрүүлэх давуу талтай (Bhme et al., 2015).

Нормчилсон шаталтын харьцаа (Normalized Burn Ratio – NBR)-ны индекс нь түймрийн судалгааны чухал арга техникийн нэг ба нэг талаас нь авч үзвэл түймрийн орон зайн тархалтын хувьд онцгой чухал ач холбогдолтой зураглалын судалгааг хийдэг. Энэ судалгааны явцад ‘NBR’-ийг ашигласан хэд хэдэн судалгааг онцолж үзлээ. Үүнд: San-Miguel (2016) нарын ойн түймрийн дараах өртөлтийг урьдчилан тооцоолсон судалгаа, Cai & Wang (2020) нарын зүүн өмнөд Хятадын нутагт хийгдсэн түймрийн шаталтын зэрэглэлд дельта нормчилсон шаталтын харьцаа (delta Normalized Burn Ratio-dNBR)-ны индексийн тооцоо нь ‘NBR’ индексээс илүү ач холбогдолтой юу? сэдэвт судалгаа, Cardil (2019) нарын ‘RdNBR’-ийн боловсруулалтаар түймэр

болон шаталтын зэрэглэлийг үнэлэх судалгаа, Parks (2014) нарын уялдаат шаталтын харьцаа (Relative Burn Ration- RBR) нь шаталтын зэрэглэл тогтоох чанарын шинэ хэмжигдэхүүн зэрэг судалгаануудыг дурдаж болох юм. Бид энэ судалгаанд эдгээр судалгааны арга зүйн хувьд авч ашиглах, түймрийн зураглалын боловсруулалтад зарим нэг шинэчлэл хийж сайжруулах, бусад арга зүйн нэгдмэл зарчимд тулгуурлан тодорхой тодруулга хийж ажиллахыг зорив.

Монголд хийгдэж байсан түймрийн судалгаануудыг авч үзвэл Munkhjargal (2020) нарын “Хэнтийн нурууны цэвдгийн алдралыг түймэртэй холбон судалсан судалгаа”, Rihan (2021) нарын “Монголын тэгш өндөрлөгийн уур амьсгалын өөрчлөлт, түймэртэй холбон судалсан судалгаа”, Nasanbat (2020) нарын “Монгол орны хойд хэсгийн тусгай хамгаалалттай газруудын түймрийн эрсдлийн судалгаа”, Hessel (2012) нарын “Төв Монгол дах модны цагаригт тулгуурласан түймрийн түүхэн хандлагын судалгаа”, Корр (2017) нарын “Хойд Монголын түймрийн нөлөөллийн судалгаа”-ууд хийгджээ. Түүнчлэн Монголын болон Олон Улсын мэргэжлийн байгууллагуудтай хамтран хийсэн ажлууд энэ чиглэлийн судалгаанд тодорхой хувь нэмэр оруулсныг дурдах нь зүйтэй. Энэ судалгаагаар ‘Sentinel-2’ хиймэл дагуулын зургийн боловсруулалтын үр дүнд тулгуурлан түймрийн үзэгдлийн хянах, шатсан талбайн хэмжээг тодорхойлох, шаталтын зэрэглэлийг ангилах, нөхөн сэргэлтийн үйл явцыг үнэлэхийг зорив.

Судалгааны талбай

Монгол орны зүүн хэсэгт орших Сүхбаатар аймгийн Баруун-Урт хотоос зүүн урагш 200 гаруй км, Дарьганга сумын төвөөс зүүн урагш 60 орчим км, Монгол-Хятадын хилээс 30 орчим км зайтай оршино. Шилийн Богд уул (1778 м) орчимд д.т.д 1300-1500 орчим метрийн өндөрлөг гадарга зонхилдог. Газарзүйн хээрийн бүсэд хамаарна. Гадаргын хувьд талархаг, нам уулс, толгод зонхилох бөгөөд гадаргын налуу харьцангуй багатай 1-25 граудсын хооронд хэлбэлзэнэ. Монгол болон БНХАУ хоёр улсын хил орчмын бүс нутаг учир түймрийн үүсэл, оронзай тархалтыг тооцоолох, урьдчилан сэргийлэх шаардлага тулгардаг гол бүс нутгийн нэг хэсэг юм.

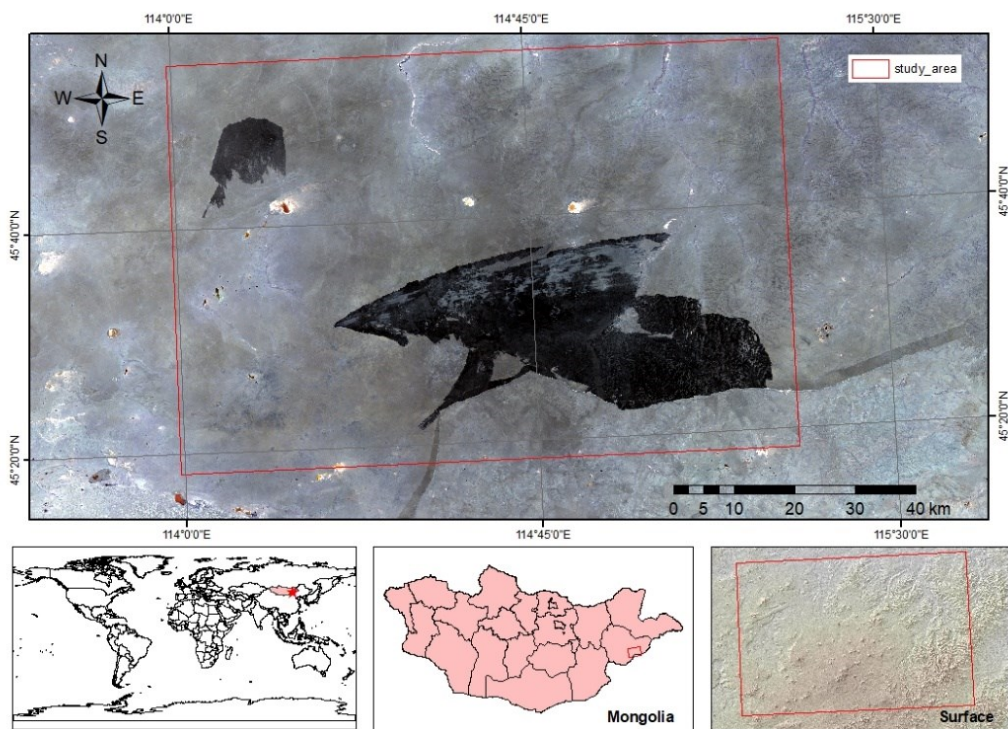
Энэ бүс нутагт 2021 оны IV сарын 19-ны өдөр хээрийн түймэр гарсан учир судалгааны талбай болгон сонгон авсан. Энэхүү түймэрт өртсөн нутгийн сонгон авсан газар нутгийн талбай нь 6879.67 км² бөгөөд ХӨ 48°18′ - 48°54′, ЗУ 113°59′ - 115°17′ хооронд оршино (Зураг 1-2).

Жилийн дундаж температур нь 1.5-1.7°C, хамгийн бага температурын утга I сард -32.5°C хүрч байсан. Зуны улиралд VII сарын дундаж температур 21.8°C, өвлийн улиралд I сарын дундаж температур -21.3°C хүрдэг. Жилийн нийт хур тунадасны хэмжээ дунджаар 200.6 мм, VI-IX сарын хооронд нийт хур тунадасны 70 буюу түүнээс дээш хувь нь ордог.



Зураг 1. Шилийн Богд орчмын ургамалжилтын төлөв байдал, Гэрэл зургийг В.Батцэнгэл, 2022

Байгалийн зүй тогтлын хувьд авч үзвэл Монголын тал хээрийн хэв шинжид голлон тархах крыловын хялгана зонхилно. Ургамал ургах онцлог нь өвс хэт өндөр ургах ба жилийн дөрвөн улирлын туршид хатсан борог өвс 1-5 см зузаан давхаргыг үүсгэж цаг хугацааны явцад түймэр гарах эрсдлийг нэмэгдүүлдэг. Хүний үйл ажиллагаа, хатсан борог өвсний давхаргад аянга буух нь түймэр гарах гол шалтгаанууд болдог. Энэ бүс нутагт түймэр хурдацтай тархах дараагийн шалтгаан нь талархаг гадаргад салхины хурд 3 м/с буюу түүнээс дээш салхитай өдрийн тоо жилийн 160-180 хоног байдагтай холбон тайлбарлах боломжтой юм (Зураг 3).



Зураг 2. Судалгааны талбайн 2021 оны IV сарын 20-ны өдрийн ‘Sentinel-2’ хиймэл дагуулын зураг

Судалгааны материал

Хиймэл дагуулын өгөгдөл: ‘Sentinel-2’ хиймэл дагуул нь 2015 оноос хойш дэлхийг тойрон тасралтгүй ажиглаж, олон тооны хугацааны цуврал зургуудийг цуглуулж өгөгдлийн сан бүрдүүлсэн. Эдгээр цуврал зургуудад сансрын зургийн мэдээнд өндөр нарийвчлалтай, олон спектрийн дүрслэл бүхий 10 м-ийн дөрвөн суваг, 20 м-ийн зургаан суваг, 60 м-ийн орон зайн нарийвчлалтай гурван суваг нийтдээ 13 сувгийн мэдээг ашиглав. Түүнээс гадна оптик төхөөрөмжийг ашигладгаараа давуу талтай юм (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Судалгаанд ашигласан ‘Sentinel-2’ хиймэл дагуулын зургийн үзүүлэлтүүд

Сувгийн дугаар	Сувгийн нэр	Орон зайн нягтрал (м)	Төв долгионы урт (нм)	Дамжуулах зурвасын өргөн (нм)
1	Coastal aerosol	60	443	20
2	Blue	10	494	65
3	Green	10	560	35
4	Red	10	665	30
5	Vegetation red edge	20	704	15
6	Vegetation red edge	20	740	15
7	Vegetation red edge	20	781	20
8	NIR 1	10	834	115
8	Narrow NIR or NIR 2	20	864	20
9	Water vapour	60	944	20
10	SWIR – Cirrus	60	1375	30
11	SWIR 1	20	1612	90
12	SWIR 2	20	2194	180

Эх сурвалж: ESA, 2015

Энэ судалгаанд Европын Сансрын Агентлагийн ‘Copernicus’ нээлттэй мэдээллийн сангаас ‘Sentinel-2’ хиймэл дагуулын 2021 оны IV сараас IX сар хүртэлх нийтдээ 20-оос доош хувийн үүлэн бүрхэцтэй 8 зургийг татан авч ашигласан (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Шинжилгээнд ашигласан ‘Sentinel-2’ хиймэл дагуулын мэдээнүүдийн огноо

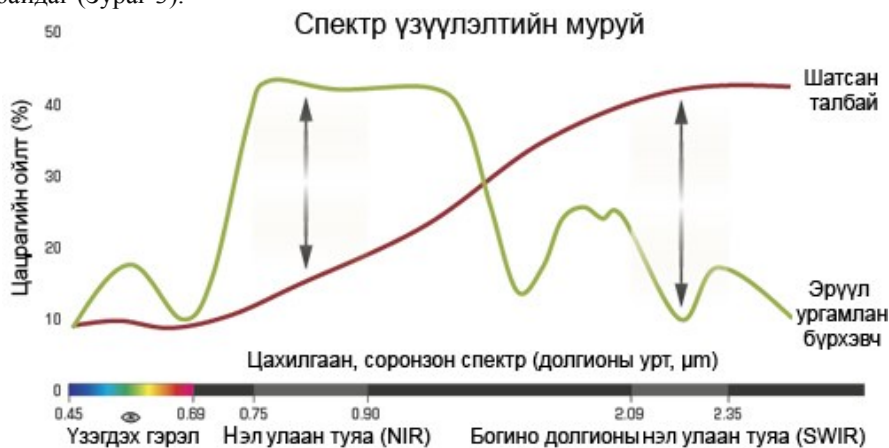
№	Он, сар, өдөр
1	2021 оны IV сарын 5
2	2021 оны IV сарын 20
3	2021 оны V сарын 5
4	2021 оны V сарын 15
5	2021 оны VII сарын 19
6	2021 оны VIII сарын 18
7	2021 оны IX сарын 17
8	2021 оны IX сарын 27

‘Landsat’ хиймэл дагуулын цаг хугацааны цуврал зургууд нь үүлэн бүрхцийн нөхцлөөс шалтгаалан сонгосон судалгааны талбайд тодорхой бэрхшээлүүдийг үүсгэж байдаг. Харин ‘Sentinel-2’ хиймэл дагуулын хувьд хугацааны өгөгдлийн тоо ‘Landsat’ хиймэл дагуулын зургийн тооноос илүү боломжит өгөгдөлтэй байсан тул сонгосон.

Хээрийн түймрийн мониторинг, хяналтын динамик шинжилгээний арга зүй

Газрын гадаргын ерөнхий шинж байдлаас хамаарч дэлхийгээс агаар мандалд цацруулах долгионууд ялгаатай шинж чанартай байдаг. Эдгээр спектрийн ялгаатай илэрхийлэл газрын бүрхэцийн олон янз төрлийг илрүүлэх, түүн дээр явагдаж буй үйл явцыг судлах боломжийг бидэнд олгодог. Оптикийн тандан судлалаар ой, хээрийн түймрийг судлахдаа хиймэл дагуул дээр байрлах өндөр нарийвчлал бүхий үзэгдэх, нэл улаан туяаны мэдрэгчүүдийг ашигладаг.

Ойрын нэл улаан, дундын нэл улаан туяаны болон дулааны спектрийн үзүүлэлтүүдийг ашиглан ургамлын төлөв байдлын өөрчлөлтийг ялган харах боломжтой байдаг. Эдгээрийг ихэвчлэн байгаль хамгааллын удирдлага, гамшигт үзэгдлийн үйл ажиллагааг хянах, дэмжих зорилгоор түймэрт өртсөн газар нутаг, шаталтын зэрэглэлийг үнэн зөв үнэлэхэд ашигладаг. Ногоон, гамшигт өртөөгүй ургамал нь ойрын нэл улаан туяаны (Near Infrared - NIR) мужид илүү харагдах бөгөөд энэ нь цахилгаан-соронзон спектрийн үзэгдэх гэрлийн хэсэгт улаан гэрлийг шингээдэг. Үүний зэрэгцээ галд өртсөн газрууд нь үзэгдэх, богино долгионы нэл улаан туяаны (Shortwave Infrared – SWIR) мужид илүү их энерги зарцуулдаг бол ‘NIR’ бүсэд эрчим хүчийг шингээж байдаг (Зураг 3).



Зураг 3. Спектр үзүүлэлтийн муруй (Carpenter, 2018)

Байгалийн ургамлын төрөл зүйлүүд нэл улаан туяанд илүү их энерги ойлгодог боловч богино долгионы нэл улаан туяанд сул байдаг тул спектрийн шинж чанар нь шатсан талбайг илрүүлэхэд тустай. Шаталтын нормчилсон харьцаа ‘NBR’ нь түймрийн дараа спектрийн шинж чанар мэдэгдэхүйц өөрчлөгдсөн хэсгүүдийг ялгах замаар шаталтын зэргийг хэмжихэд ашигладаг индекс юм. Үүнийг зайнаас тандах хиймэл дагуулаас авсан ‘NIR’, ‘SWIR’ долгионуудын уртын сувагт энергийн эрчмийг ашиглан тооцдог. ‘NBR’-ийн тооцоолол нь ‘NIR’ буюу улаан долгионы сувгаас ирж буй гэрлийн эрчмийг үндэслэдэг ургамлын нормчилсон ялгаат индекс (Normalized Difference Vegetation index – NDVI)-тэй төстэй юм. ‘NBR’ нь ‘NIR’, ‘SWIR’ сувгуудын хоорондын харьцааг ашигладаг. ‘NBR’-ийн өндөр утга нь эрүүл ургамлан бүрхэцтэй талбайг илэрхийлдэг бол бага утга нь нүцгэн газар болон саяхан шатсан газрыг илтгэнэ. Ойролцоогоор

тэг утгууд нь гал түймрийн үйл явдалд өртөөгүй хэсгийг илэрхийлнэ. ‘NBR’ нь дараах томьёо (1)-ээр тооцоолно.

$$NBR = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)} \quad (I)$$

Шаталтын зэрэг нь түймрийн үйл явцын байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийн түвшнийг илэрхийлэх нэр томьёо юм. Энэ нь сансрын зургаас авсан түймрийн өмнөх, дараах ‘NBR’-ийн ялгаагаар тодорхойлогдоно (Boucher et al., 2017). Саяхан шатсан газрын талбайг тодорхойлох, тэдгээрийг шатсан хөрс, бусад ургамалгүй газраас ялгахын тулд түймрийн өмнөх ба дараах ‘NBR’ хоорондын ялгааг ‘dNBR’ индексээр тодорхойлж гаргадаг. Өндөр ‘dNBR’-ийн утга бүхий хэсгүүд илүү их гэмтэлтэй юм уу эсвэл шаталтын зэрэгтэй тохирч байдаг. Үүнийг эсрэгээр авч үзвэл бага ‘dNBR’ утгууд нь түймрийн үзэгдэлд өртөөгүй газар, эсвэл ой хээрийн түймрийн ослын дараа ургамлын төрөл зүйл дахин сэргэсэн бүс нутгийг илэрхийлдэг.

$$dNBR = NBR_{pre-fire} - NBR_{post-fire} \quad (II)$$

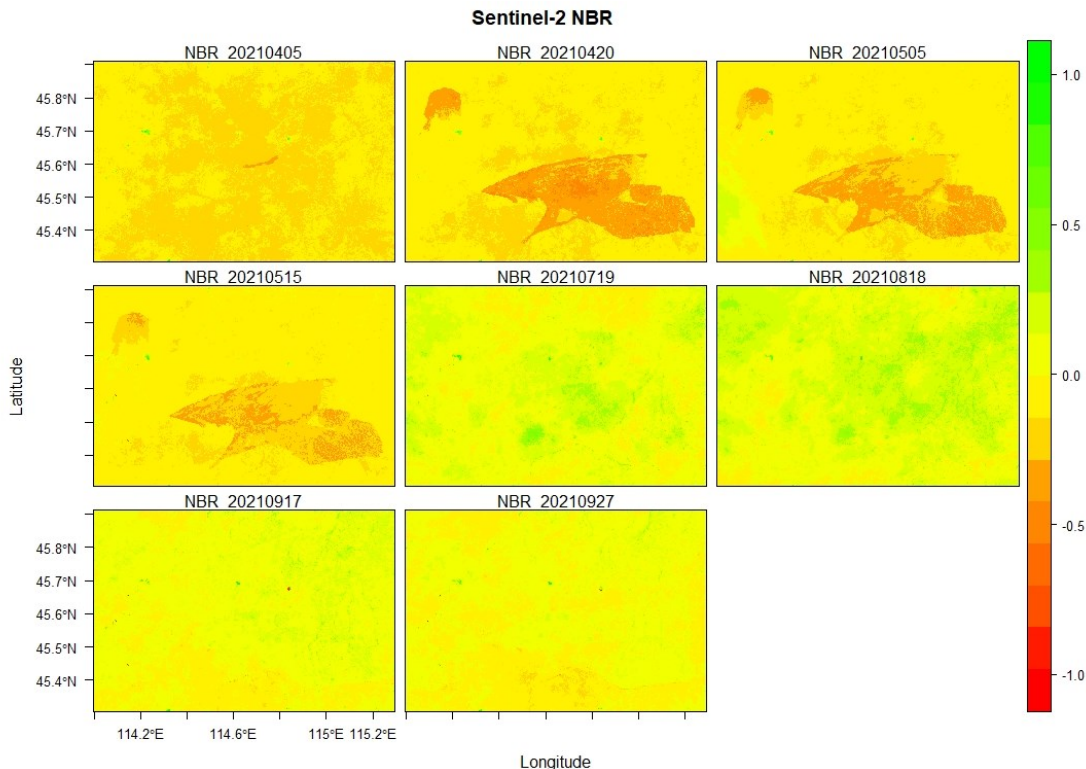
Түймрийг хянахын тулд нэг газарт, өөрөөр хэлбэл тухайн газрын хиймэл дагуулын 2 зургийг авч ашиглах шаардлагатай. Түймрийн хугацааны хувьд хамгийн ойрхон авсан зургийг гол зураг, сүүлд авсан зургийг дагалдах зураг гэж нэрлэдэг. Гол зураг болон дараагийн дагалдах зургийн ‘NBR’-ийг тооцоолох замаар галын нөлөөллийг шинжлэх боломжтой. Гол ‘NBR’ зураг, дагалдах ‘NBR’ зураг хоорондын зөрүү ‘dNBR’-н дээр үндэслэн гал түймрийн нийт шатсан талбайг тодорхойлж, түймэрт хүчтэй өртсөн газруудыг тодорхойлж болно.

Судалгааны үр дүн

Энэхүү судалгаагаар дэвшүүлсэн зорилгодоо хүрэхийн тулд дараах зорилтот үр дүнгүүдээр шинжилгээ хийн тооцоолсон. Үүнд: Нэгдүгээрт – нормчилсон шаталтын харьцааны индексийг, Хоёрдугаарт – шатсан талбайг тооцоолж, Гуравдугаарт – шаталтын зэрэглэлийн ангиллыг хийж нөхөн сэргэлтийн үйл явцад шинжилгээ хийв. Эдгээр үр дүнгүүдээ хэсэгчилсэн байдлаар доорх үр дүнгийн хэсэгт танилцуулав.

Нормчилсон шаталтын харьцаа ‘NBR’-ны тооцоо:

Судалгаанд сонгон авсан талбайд нийтдээ гурван хэсэг газар тухайн жилд түймрийн тохиолдол бүртгэгдсэн байв. Тэдгээр түймрийн зураглалыг хавраас намар хүртэлх хугацаанд ‘NBR’ индексийн үзүүлэлтийг ‘Sentinel-2’ хиймэл дагуулын зургийн сувгуудыг ашиглан томьёо (1)-ээр тооцоолж үр дүнг (Зураг 1) харуулав.



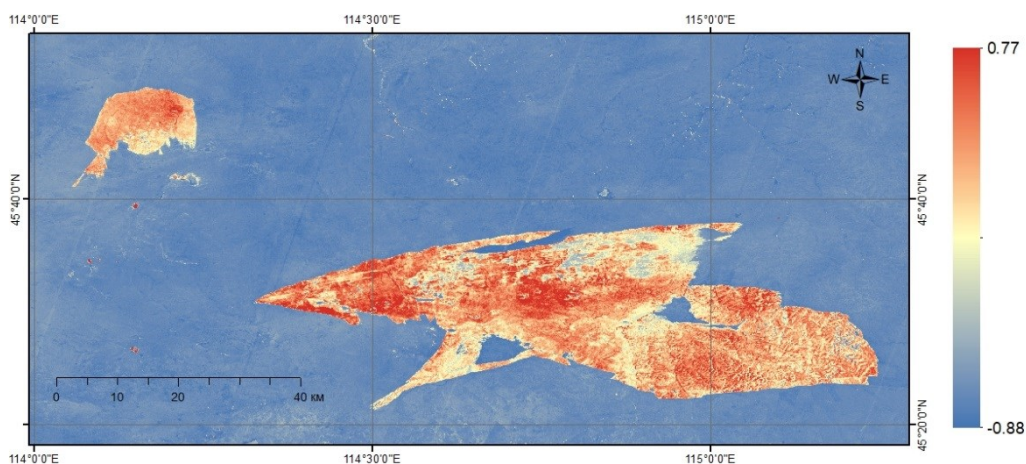
Зураг 1. Нормчилсон шаталтын индексийн орон зай, цаг хугацааны өөрчлөлт Боловсруулсан растер зурагт пикселийн утга улаан өнгөний ялгарал илүү тод байдлаар илэрхийлэгдэж байгаа нь түймрийн шаталтын түвшин өндөр байгааг харуулдаг. Харин ногоон өнгөний утга нэмэгдэх тусам ургамал хэвийн ургах нөхцөл рүү шилжиж байгааг харуулж байна.

Шатсан талбайг тодорхойлох тооцоо:

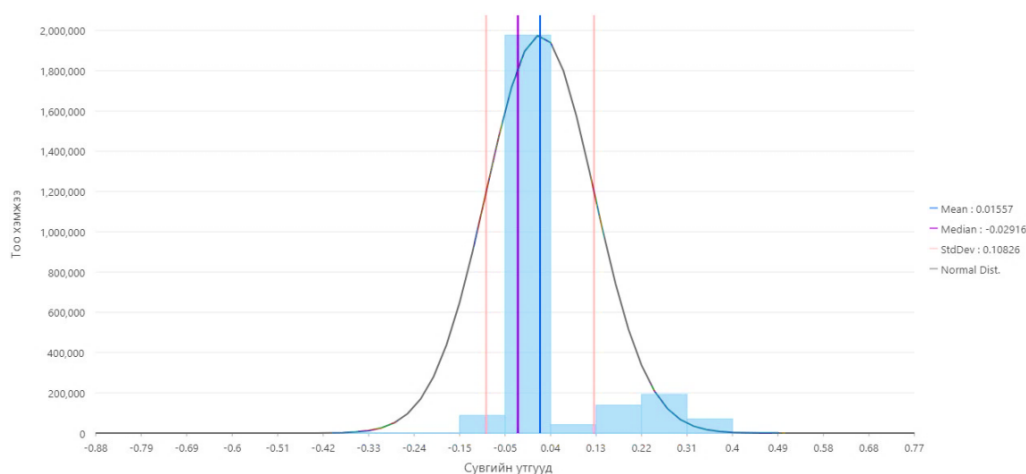
Шатсан талбайг тодорхойлохын тулд түймрийн өмнөх (IV-V сарын) болон дараах үеийн хугацааны хоёр ‘NBR’ сувагтай байх ёстой байдаг. Хамгийн сүүлд шатсан талбайг тодорхойлохын тулд түймрийн дараах ‘NBR’-ийг түймрийн өмнөх ‘NBR’-аас харьцааны тооцоогоор ‘dNBR’-ийг тооцоолж болно. Гэсэн хэдий ч ‘dNBR’ нь өөрчлөлтийн үнэмлэхүй хэмжүүр тул энэ нь түймрийн өмнөх ургамлын бүрхэвч багатай газруудад бэрхшээлтэй асуудал үүсгэж болзошгүй. Иймэрхүү бэрхшээлээс зайлсхийхийн тулд харьцангуй шаталтын харьцааг ‘RBR’ ашигладаг. Үүнийг дараах томъёо (3)-оор тооцно.

$$RBR = \frac{(dNBR)}{(NBR_{pre-fire} + 1.001)} \tag{III}$$

Тэгшитгэлийн алдаатай тооцооллоос сэргийлэхийн тулд түймэр гарахаас өмнөх ‘NBR’-д тохируулга хийх замаар ‘RBR’-ийг тооцно (Parks *et al.*, 2014). ‘RBR’-ийг тооцоолсны дараа ‘BandMaths’ хэрэглүүрийг ашиглан зөвхөн тогтоосон босго хэмжээнээс дээш ‘RBR’ утгыг агуулсан пикселүүдийн утгаар шинэ өнгөний шатлал үүсгэн саяхан шатсан талбайг тодорхойлох боломжтой. Газарзүйн мэдээллийн систем (ГМС)-ийн программ хангамжийг ашиглан ‘RBR’ сувгийн графикийг байгуулж, шаталтын талбайн үнэлгээнд ашигладаг хэмжүүр болох ‘RBR’ утгын өөрчлөлтөөр шатсан талбайг тооцоолж болно. Энд ‘Python’ программыг ашиглан ‘RBR’ утгуудын зураглалыг (Зураг 2) тохирох өнгөт шатлалт зураг болгон ‘RBR’ утгуудын хязгаарт суурилсан хэмжээсээр харуулах боломжтой юм. Гистограмм (Зураг 3) нь ‘RBR’ утгуудын дийлэнх байгаа мужийг үнэлэх хурдан арга юм. Манай өгөгдлийн багцын хувьд ‘RBR’ утгууд нь ихэвчлэн сөрөг утгын мужид хэлбэлзэж байгаа тул өөрчлөлтийг илрүүлэх зураглалыг үүсгэхийн тулд -0.88-аас 0.77 хүртэлх мужид илэрхийлэгдсэн.



Зураг 2. Судалгааны талбайд түймэрт өртсөн талбайн өөрчлөлт



Зураг 3. ‘RBR’ сувгийн утгын гистограм тархалт

Зураг 2-д үзүүлснээр эерэг утгын шаталсан мужийн илэрхийлэмж нь шатсан талбайг дүрслэн харуулсан. Тухайлбал шар өнгөнөөс улаан өнгө хүртэлх шатлал шаталтын зэрэглэлийн түвшнийг харуулж байна.

Шатсан талбайн зэрэглэлийн ангилалын тооцоо:

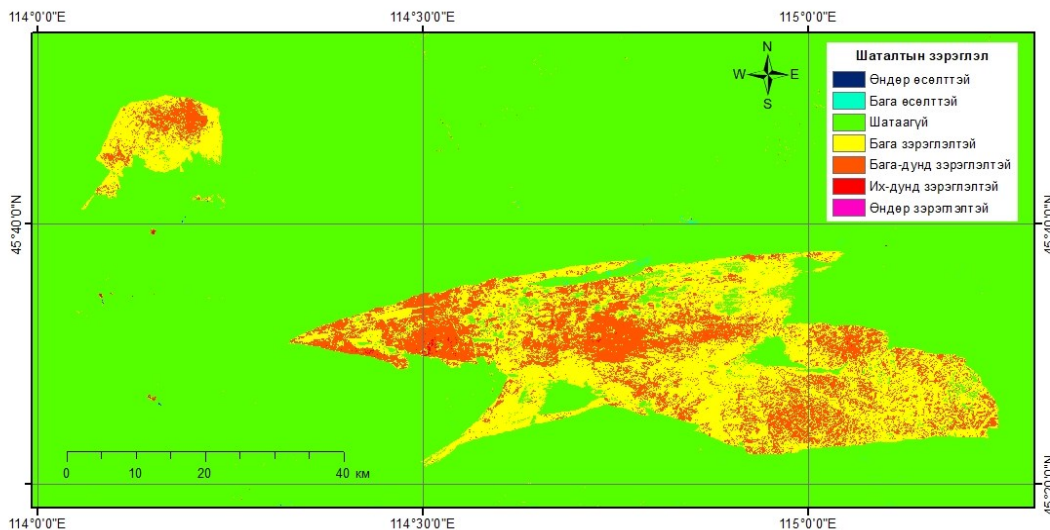
Түймрийн өмнөх, дараах үеийн ‘RBR’ утгын өөрчлөлтийн хэмжээгээр шатсан талбайг ангилах явдал юм. Шаталтын зэрэглэлийг ангилах нь яаралтай тусламжийн арга хэмжээнд нэн хэрэгцээтэй, түймрийн дараах нөхөн сэргэлтийн хөгжлийг үнэлэх чухал үнэлэмж болж чадна. АНУ-ын Геологийн алба (United States Geological Survey-USGS)-аас шаталтын зэрэглэлийг тайлбарлах дараах ангиллыг санал болгосон (Хүснэгт 3) байдаг.

Хүснэгт 3. Шаталтын зэрэглэлийн ангиллын шалгуур

Зэрэглэлийн түвшин	‘dNBR’ хэмжээст зай	‘dNBR’ хэмжээст бүс зай
Сайжирсан дахин өндөр өсөлт (Түймрийн дараа)	-500-аас -251 хүртэл	-0.500-аас -0.251 хүртэл
Сайжирсан дахин бага өсөлт (Түймрийн дараа)	-250-аас -101 хүртэл	-0.250-аас -0.101 хүртэл
Шатаагүй	-100-аас +99 хүртэл	-0.100-аас +0.99 хүртэл
Бага зэрэглэлтэй	+100-аас +269 хүртэл	+0.100-аас +0.269 хүртэл
Бага-дунд зэрэглэлтэй	+270-аас +439 хүртэл	+0.270-аас -0.439 хүртэл
Их-дунд зэрэглэлтэй	+440-аас +659 хүртэл	+0.440-аас +0.659 хүртэл
Өндөр зэрэглэлтэй	+660-аас +1300 хүртэл	+0.660-аас +1.300 хүртэл

Эх сурвалж: Athanasakis et al., 2017

Судалгааны өгөгдөлд хамгийн бага утга нь -1.5 бөгөөд энэ нь ой, хээрийн талбай биш харин суурин газар, тариалангийн талбай гэх мэт газар ашиглалтын бусад төрлүүдийн пикселийг илэрхийлдэг. Өгөгдлийн багц дахь ихэнх пикселүүд нь 0-тэй ойролцоо утгатай (дундаж утга нь -0.05) бөгөөд энэ нь шатаагүй хэсгүүдтэй тохирч байна. Түймэрт өртсөн хэсгүүдийг харуулсан шаталтын ул мөр тодорхой харагдаж байгаа (Зураг 4) тул ‘RBR’-ийн 0.1-ээс дээш утгатай пикселээр харуулав. Түймэрт өртсөн бүс нутагт нэлээд олон тооны пикселийг бага зэргийн шаталтын бүсэд ангилсан. Энэ нь хоёр зургийн хоорондох хугацааны зөрүү байж болох юм. Жилийн энэ хугацаанд харьцангуй хуурай, ургамлууд хатаж доройтсон байдаг тул ‘RBR’-ийн ач холбогдол бага зэргийн шаталттай хэмжээгээр өөрчлөгдөх боломжтой.



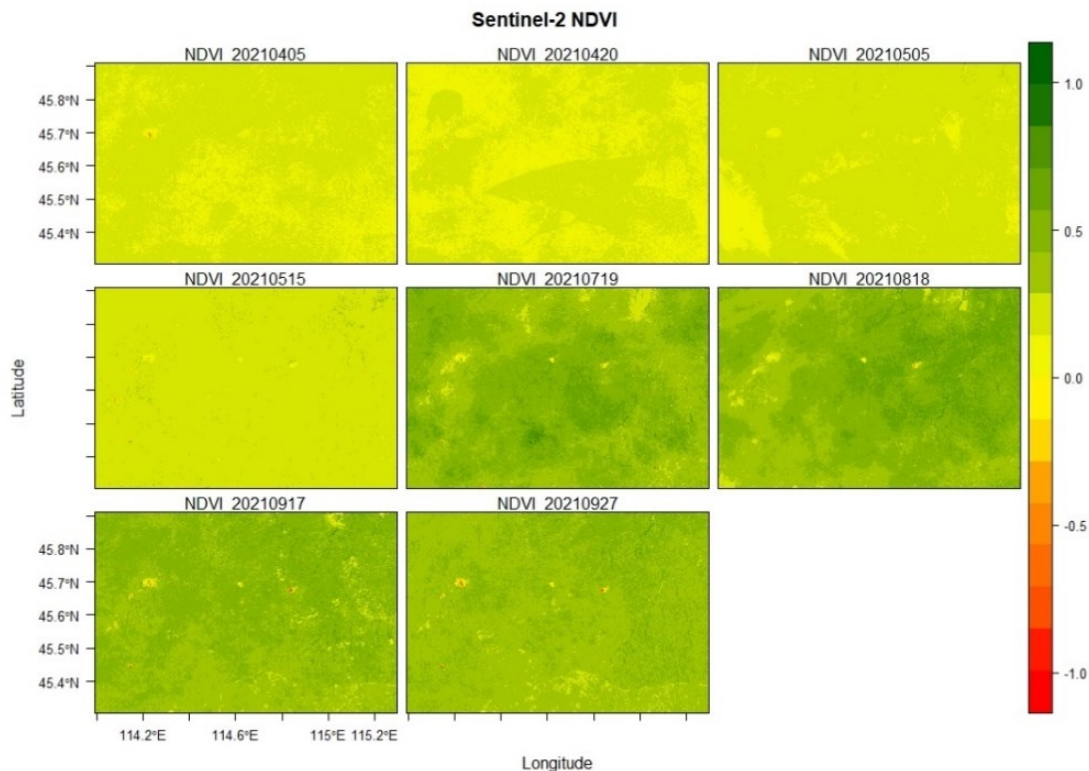
Зураг 4. Шаталтын зэрэглэлийн ангилал

2021 оны IV сарын 5-наас IV сарын 20-ны хоорондох ‘Sentinel-2’ хиймэл дагуулын зурагт суурилсан ‘RBR’-ийн тооцооллоор нийт шатсан талбай 1164.27 км² байгаагаас 65 хувь буюу 757.34 км² талбай сул шаталтын зэрэглэлтэй, 34.7 хувь буюу 404.57 км² талбай бага-дунд шаталтын зэрэглэлтэй байв. Харин үлдсэн 0.3 хувь буюу 2.36 км² талбай өндөр-дунд шаталтын зэрэглэлд хамаарагдаж байв.

Түймэрт өртсөн талбай нөхөн сэргэлтийн явц:

Түймэрт өртсөн газрын ургамлын тархцын төлөв байдлыг ‘NDVI’ коэффициент ашиглан утгыг (томъёо-4) тооцоолж (Зураг 8) харуулав.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \tag{IV}$$



Зураг 5. Ургамлын индексийн өөрчлөлтийн тооцоолол

Хэлэлцүүлэг

Ургамлын индексийн өөрчлөлтөөс шатсан талбайн нөхөн сэргээгдэж буй үйл явц хурдацтай явагдаж байгааг (Зураг 5) харж болно. Эндээс байгаль өөрөө өөрийгөө буцаан сэргээх чадвартай болохыг харуулж байна. Энэ зүй тогтол нь олон жилийн хугацаанд хуримтлагдсан борог өвсний давхарга нь түймрээр цэвэрлэгдэж дараагийн шинэ ургамал ургах орчинг бий болгох эргэлтийг үүсгэдэг байна.



Зураг 6. Нөхөн сэргэж буй ургамлын ургацын ерөнхий төлвийн зураг
Гэрэл зургийг В.Батцэнгэл, 2022

Судалгааны талбайн түймэрт өртөхөөс өмнөх жилийн болон түймэрт шатсаны дараах жилийн ургамал бүрхчийн тархалтыг (Зураг 6) харьцуулан ялгаж харуулав. Эндээс хэд хэдэн жилийн хугацаанд хуримтлагдаж байсан өнжмөл борог өвс түймрийн дараах жил нь хэрхэн цэвэрлэгдэж байгааг харах боломжтой. Цаг хугацааны явцад түймэрт өртөөгүй талбайд борог өвс буцаад хуримтлагдах зүй тогтолтой бөгөөд дараагийн түймэр дахин гарахад түймрийн хамрах талбай, цар хүрээг нэмэгдүүлэх боломжтой. Эндээс түймрийн байгалийн гамшигт үзэгдэл нь хугацааны

давтамжтай явагддаг болохыг харуулж буй нэгэн зүй тогтол юм. Түймэр жилд эсвэл хэд хэдэн жилийн зайтай тухайн бүс нутагт болох нь байгалийн тодорхой эргэлтийн схемийг үүсгэдэг байж болох юм.

Дүгнэлт

Судалгааны талбайд болсон хээрийн түймрүүд нь байгалийн экосистемийг сүйрэлд хүргэж болзошгүй юм. Гэхдээ энэ нь зарим талаараа байгаль өөрөө өөрийгөө цэвэрлэж буй хэлбэр гэж дүгнэн харж болох юм. Зайнаас тандан судлалын аргазүйг ой, хээрийн түймрийн орон зайн шинжилгээнд түлхүү ашиглах хандлагатай байгаа ба сүүлийн жилүүдэд зайнаас тандан судлалын орон зайн дунд, өндөр нарийвчлалтай оптик хиймэл дагуулын мэдээллийн хүртээмж нэмэгдэж байна. Зайнаас тандан судлалын аргыг ашиглан түймрийн дараагийн нарийвчилсан үнэлгээг зардал багатайгаар хийх боломжийг судлаачид, мөн түймрийн эрсдлийг тооцоолох, үнэлэх, урьдчилан сэргийлэх чиглэлтэй ажилладаг байгууллагуудын ажилтнуудад олгож байгаа юм. Энэхүү судалгаагаар ‘NBR’ индекс нь түймэрт өртсөн газар нутгийг тодорхойлоход ‘Sentinel-2’ хиймэл дагуулын өгөгдлүүдийг ашиглан шаталтын талбайн үнэлгээ хийхэд хамгийн чухал индексийн нэг болохыг харуулсан болно. Үүнээс үндэслэн зайнаас тандан судлал, ГМС-ийн технологи нь байгалийн ой, хээрийн түймрийн нөлөөллийг тодорхойлоход өндөр ач холбогдолтой болох нь харагдаж байна. Цаашлаад зөвхөн Монгол улсын хэмжээнд төдийгүй дэлхий даяар гарч буй тодорхой газар нутгийг хамарсан их, бага хэмжээний ой, хээрийн түймрүүдийг үр дүнтэй илрүүлэх, хянах, түүнээс урьдчилан сэргийлэх менежментийн арга хэмжээг хэрэгжүүлэх, боловсруулахад уг судалгааны аргазүй чухал ач холбогдолтой гэж дүгнэж байна.

Талархал ба санхүүжилт

Уг судалгааны ажлыг БНХАУ-ын Өвөр Монголын Багшийн Их Сургуулийн Газарзүйн дээд сургууль, Зүүн Хойдын Багшийн Их Сургууль болон Монгол Улсын Их Сургуулийн Газарзүйн тэнхимийн профессорын багууд хоёр орны Засгийн газрын хамтын ажиллагааны хүрээнд хэрэгжүүлсэн судалгааны төсөл бөгөөд БНХАУ-ын Үндэсний Байгалийн Шинжлэх Ухааны Сан, Монгол улсын Шинжлэх Ухааны Технологийн сангийн санхүүжилтээр хэрэгжүүлж дэмжсэн явдалд туйлын баяртай байна. Мөн түүнчлэн 2020-2022 онд Профессор В.Батцэнгэл нарт МУИС-д гадаадтай хамтарсан P2020-3797 тоот “Уур амьсгалын өөрчлөлтийн чиг хандлагад чиг хандлагад уялдсан Монгол тэгш өндөрлөгийн ой хээрийн түймрийн гамшгийн эрсдэлийг урьдчилан сэрэмжлүүлэх платформ байгуулах” төсөл болгон төслийн зардал болон Зайнаас тандан судлал, Газарзүйн мэдээллийн системийн судалгааны лаборатори (GEO-iLAB)-ийн төсвөөс санхүүгийн туслалцаа үзүүлсэн.

Энэхүү судалгаа нь 2022 оноос хэрэгжүүлэх олон улсын нэр хүндтэй байгууллага болох Ази-Номхон Далайн Сансрын Хамтын Ажиллагааны Байгууллагаас санхүүжүүлэн хэрэгжүүлэх “Wildfire monitoring of natural disaster and Its risk assessment using remote sensing methods in Mongolia” судалгааны төслийн суурь судалгаа болж байгаагаараа давуу ажил юм.

Түүнчлэн эдгээр хамтран ажилладаг байгууллагууд болон бусад мэргэжлийн байгууллага, хамт олондоо талархал илэрхийлье.

Номзүй

- Arnett, J. T. T. R., Coops, N. C., Daniels, L. D., & Falls, R. W. (2015). Detecting forest damage after a low-severity fire using remote sensing at multiple scales. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 35, 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.09.013>
- Athanasakis, G., Psomiadis, E., & Chatziantoniou, A. (2017). *High-resolution Earth observation data and spatial analysis for burn severity evaluation and post-fire effects assessment in the Island of Chios, Greece*. <https://doi.org/10.1117/12.2278271>
- Bhme, C., Bouwer, P., & Prinsloo, M. J. (2015). Real-Time Stream Processing for Active Fire Monitoring on Landsat 8 Direct Reception Data. In G. Schreier, P. E. Skrovseth, & H. Staudenrausch (Eds.), *36th International Symposium on Remote Sensing of Environment* (Vol. 47, pp. 765-770). <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-7-W3-765-2015>
- Boucher, J., Beaudoin, A., Hebert, C., Guindon, L., & Bauce, E. (2017). Assessing the potential of the differenced Normalized Burn Ratio (dNBR) for estimating burn severity in eastern Canadian

- boreal forests [Article]. *International Journal of Wildland Fire*, 26(1), 32-45. <https://doi.org/10.1071/wf15122>
- Cai, L. Y., & Wang, M. (2020). Is the RdNBR a better estimator of wildfire burn severity than the dNBR? A discussion and case study in southeast China [Article; Early Access]. *Geocarto International*, 15. <https://doi.org/10.1080/10106049.2020.1737973>
- Cardil, A., Mola-Yudego, B., Blazquez-Casado, A., & Gonzalez-Olabarria, J. R. (2019). Fire and burn severity assessment: Calibration of Relative Differenced Normalized Burn Ratio (RdNBR) with field data [Article]. *Journal of Environmental Management*, 235, 342-349. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.01.077>
- Carpenter, A. (2018). *The initial and extended study of wildfire burn severity using Landsat 5 TM data and the delta normalised burn ratio (dNBR) for the 2009 Station Fire, California*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33776.10243>
- European Space Agency (ESA). (2015). *Sentinel-2 User Handbook*.
- Hessl, A. E., Ariya, U., Brown, P., Byambasuren, O., Green, T., Jacoby, G., Sutherland, E. K., Nachin, B., Maxwell, R. S., Pederson, N., De Grandpré, L., Saladyga, T., & Tardif, J. C. (2012). Reconstructing fire history in central Mongolia from tree-rings. *International Journal of Wildland Fire*, 21(1), 86-92. <https://doi.org/https://doi.org/10.1071/WF10108>
- Kopp, B. J., Lange, J., & Menzel, L. (2017). Effects of wildfire on runoff generating processes in northern Mongolia. *Regional Environmental Change*, 17(7), 1951-1963. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0962-y>
- Minas, J. P., Hearne, J. W., & Handmer, J. W. (2012). A review of operations research methods applicable to wildfire management. *International Journal of Wildland Fire*, 21(3), 189-196. <https://doi.org/10.1071/wf10129>
- Munkhjargal, M., Yadamsuren, G., Yamkhin, J., & Menzel, L. (2020). The Combination of Wildfire and Changing Climate Triggers Permafrost Degradation in the Khentii Mountains, Northern Mongolia. *Atmosphere*, 11(2), 155. <https://www.mdpi.com/2073-4433/11/2/155>
- Nasanbat, E., Lkhamjav, O., Bulkhbai, A., Tsevee-Oirov, C., & Mishigdorj, O. (2020, 9-11 November 2020). A Fire Risk Map for Protected Areas of Mongolia: Dornod Mongol SPA, Numrug SPA, Zed-Khantai-Buteeliin Nuruu SPA and Onon-Balj NP. ACRS-2020, Deqing, China.
- Parks, S. A., Dillon, G. K., & Miller, C. (2014). A New Metric for Quantifying Burn Severity: The Relativized Burn Ratio. *Remote Sensing*, 6(3), 1827-1844. <https://www.mdpi.com/2072-4292/6/3/1827>
- Rihan, W., Zhang, H., Zhao, J., Shan, Y., Guo, X., Ying, H., Deng, G., & Li, H. (2021). Promote the advance of the start of the growing season from combined effects of climate change and wildfire. *Ecological Indicators*, 125, 107483. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107483>
- Roy, P. S. (2003). Forest Fire and Degradation Assessment Using Satellite Remote Sensing and Geographic Information System. In M. V. K. Sivakumar, P. S. Roy, K. Harmsen, & S. K. Saha (Eds.), *Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology* (pp. 361-400).
- San-Miguel, I., Andison, D. W., Coops, N. C., & Rickbeil, G. J. M. (2016). Predicting post-fire canopy mortality in the boreal forest from dNBR derived from time series of Landsat data. *International Journal of Wildland Fire*, 25(7), 762-774. <https://doi.org/10.1071/wf15226>
- Батцэнгэл, В. (2022). Уур амьсгалын өөрчлөлтийн чиг хандлагад чиг хандлагад уялдсан Монгол тэгш өндөрлөгийн ой хээрийн түймрийн гамигийн эрсдэлийг урьдчилан сэрэмжлүүлэх платформ байгуулах төсөл.

Таац голын усны горимын судалгаа Detecting changes to flow regime on the Taats river

©Ш.Отгонсүрэн^{1*}, З.Мөнхцэцэг¹, Б.Ганболд¹, Т.Нарангэрэл²
Sh.Otgonsuren^{1*}, Z.Munkhtsetseg¹, B.Ganbold¹, T.Narangerel²

¹Хэрэглээний математикийн тэнхим, Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан, Инженерчлэлийн Сургууль,
Монгол Улсын Их Сургууль, Монгол Улс

²Өвөрхангай аймгийн Ус цаг уур, Орчны шинжилгээний төв, Монгол Улс

¹Department of Applied mathematics, School of Engineering and Applied Sciences, Mongolia

²Center of Hydrology, Meteorology and Environment monitoring of Uvurkhangai province, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: otgonsuren@seas.num.edu.mn

*Corresponding author: otgonsuren@seas.num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2021.11.11

Засварласан: 2021.02.17

Зөвшөөрөгдсөн: 2022.02.22

Хураангуй

Гадаргын усны нөөц, горим нь сав газрын уур амьсгал, физик газарзүй, хөрсний механик бүтэц, чийгийн горим, геологи, гидрогеологи зэрэг олон хүчин зүйлээс хамаарч байдаг. Эдгээр хүчин зүйлс нь цаг хугацаа, орон зайн хувьд өөрчлөгдөх хирээр урсцад нөлөөлдөг. Гадаргын усны горимын онцлог үе болох зуны хур борооны ба хаврын шар усны үерийн судалгаа нь гамигаас урьдчилан сэргийлэх, хамгаалах, усны нөөцийг хуримтлуулан төрөл бүрийн зориулалтаар ашиглах, усны барилга байгууламжийн төлөвлөлт ялангуяа авто болон төмөр замын ус гаргах байгууламжийн тооцоо, усны эрчим хүчийг ашиглах байгууламжийн загвар зохиох, урсгалын динамик хүчийг үнэлэх, сав газрын шинж чанарын өөрчлөлтийг илрүүлэх зэрэгт чухал мэдээлэл болдог. Тиймээс энэхүү судалгаанд Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд хамаарагддаг Таац голын урсцын горим, түүний өөрчлөлтийг 1975-2019 оны урсац, температур, хур тунадасны мэдээ өгөгдлийг ашиглан гаргахыг зорилго. Ингэхдээ тренд анализыг Манн-Кендаллын тестээр шалгаж, хаврын шар усны болон зуны хур борооны үерийн хамгийн их хэмжээг Грингортены аргыг ашиглан тооцоолов. Судалгааны дүнгээс харахад Таац голын хаврын шар усны хэмжээ буурах, зуны хур борооны үерийн хэмжээ өсөх хандлагатай байна. Хаврын шар усны урсац эхлэх хугацаа олон жилийн дунджаас 1975-1990 (15 жилийн хугацаанд) хожуу ажиглагдсан, 1991-2003 (12 жилийн хугацаанд) эрт, 2004-2019 (15 жилийн хугацаанд) дунджийн орчим тус тус байна. Хаврын шар усны болон зуны хур борооны урсцын 100 жилд тохиох хамгийн их хэмжээ 13.2 м³/с, хур борооны үерийн хэмжээ 275 м³/с байна.

Түлхүүр үгс: урсцын горим; хаврын шар усны үер; зуны хур борооны үер; гачиг үе; тренд анализ

Abstract

Surface water resources and flow regime of the river are dependent on climate, physical geography, soil condition, geology and hydrogeological conditions of the basin. These factors vary spatially and temporally and affect the runoff. To study the flow regime of the river including snowmelt and rainfall flow is crucial information for flood mitigation, control, water harvesting, hydro construction planning, dam and other hydrologic systems, etc. Therefore, we attempted to investigate the flow regime and its changes of the Taats river which is located in the Asian internal drainage basin in this study. The study was conducted using the daily runoff, precipitation and air temperature data for the period of 1975-2019. In addition, the Mann-Kendall test was applied to detect trend analysis for the annual runoff and maximum flow of the snowmelt and rainfall events. The probability of the maximum runoff of the snowmelt was estimated through the Gringorten method. The results show that the mean annual runoff and snowmelt flow decreased and rainfall flow has increased insignificantly in the study period. However, it was observed the changes in the timing of the snowmelt runoff shifted toward later in the year 1975-1990, earlier in the year 1991-2003 and on average in the period of 2004-2019. The maximum runoff of the snowmelt and rainfall is estimated at 13.2 m³/s and 275 m³/s, respectively in the 100 years.

Keywords: River regime; snowmelt runoff; rainfall flow; low flow; trend analysis

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: **Ш.Отгонсүрэн:** Голын сав газрын зураглал, эх мэдээ боловсруулах, усны горимын судалгаа, үерийн дахин давтагдах магадлалыг Грингортены аргаар үнэлсэн; **З.Мөнхцэцэг:** Сэдвийн судлагдсан байдал, сав газрын дүрс зүйн үзүүлэлтүүд, Манн-Кенделийн аргаар тренд анализ хийсэн; **Б.Ганболд:** Судалгааны мужийн уур амьсгалын судалгаа, тунадас урсцын хамаарал, үерийн ажиглагдах хугацааны өөрчлөлтийг судалсан; **Т.Нарангэрэл:** Уур амьсгалын эх мэдээ боловсруулах, ус зүйн буюу гадаргын болон газрын доорх усны судалгаа, өгүүллэлийн бичиглэлийн найруулга зүй, техник редактор.

Оршил

Голын усны горим гэдэгт жилийн доторх урсцын хуваарилалт, онцлог үеүдийн (үер ба гачиг) эхлэх, үргэлжлэх хугацааг авч үзэх ба олон жилийн турш урсцын хэмжээ хэрхэн хувьсаж өөрчлөгдөж буйг хамтатган ойлгоно. Гадаргын усны нөөц бүрдэх хийгээд горимын онцлог нь сав газрын уур амьсгалын нөхцөл, нөөц, гидрогеоморфологи тэдгээрийн дүрс зүйн үзүүлэлт, геологи, хөрс ургамлан нөмрөг, газар ашиглалтын байдал зэрэг маш олон хүчин зүйлсээс хамаарсан нарийн нийлмэл процесс юм. Монгол орны гадаргын урсац хур бороо, хайлсан цас, мөстөл, мөсөн голын уснаас бүрдэх боловч физик газарзүйн онцлог, уулын ам хөндийн салхи тоссон чиглэл, өндөржилт зэргээс хамааран тэдгээрийн хувийн жин газар бүрд харилцан адилгүй байна (Мягмаржав, Б., Даваа, Г., 1999). Уур амьсгалын өөрчлөлт, дулааралт болон хүний үйл ажиллагааны сөрөг хам нөлөөллөөс болж гол мөрний усны горим, нөөц өөрчлөгдөж байна. Ялангуяа хаврын шар усны үер эрт эхлэх, хур борооны үерийн хэмжээ нэмэгдэх зэрэг өөрчлөлтүүд ажиглагдсаар байна (Arnell, 1999; Fisher et al., 2013; Leta et al., 2018). Монгол орны ихэнх голуудын хувьд урсац хур тунадаснаас голчлон тэжээлээ авдаг бөгөөд түүний 80-90 орчим хувийг ууршилтаар алддаг (Hülsmann et al., 2015). Агаарын температурын өөрчлөлтөөс ууршилтын хэмжээ нэмэгдэж, хур тунадасны хэв шинжүүд өөрчлөгдөж байгаа (Endo et al., 2006; Kim et al., 2011) нь голын урсацад харилцан адилгүй нөлөөлж байна (Berezhnykh et al., 2012). Усны урсгалын хөдөлгөөн нь агаарын урсгалын хөдөлгөөнийг бодвол харьцангуй удаан бөгөөд энэ чанар нь усны нөөц, горимын өөрчлөлтийг урьдчилан харахад ихээхэн дөхөм болдог. Сав газрын дэвсгэр гадаргын шинж чанарын онцлог болон түүнд орох хур тунадасны хэмжээ, эрчимшил орон зай, цаг хугацааны хувьд харилцан адилгүй байдагтай холбоотой гол, нуурын усны горимд илрэх үзэгдэл, үйл явц тодорхой хугацааны хоцрогдолтой байдаг. Тодруулбал аадар бороо орсны дараа нь усны түвшин төдийлөн өөрчлөгдөхгүй, мөн цас хайлалтын дараа тэр дороо усны түвшнийг нэмэгдүүлэхгүй зэрэг юм.

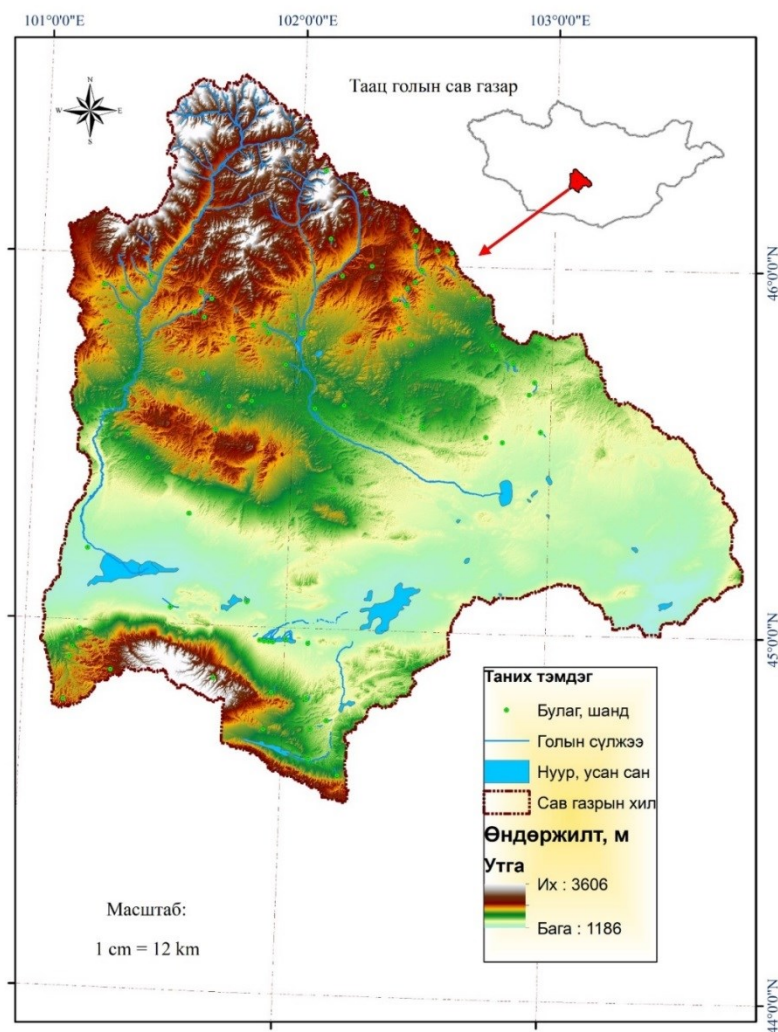
Голын ай савын гадаргууд орсон хур тунадас, хайлсан цасны мэдээгээр хур борооны болон хаврын шар усны урсцын хэмжээг тооцож болно. Гол мөрний хаврын болон хавар-зуны шар усны урсац бүрдэхэд хүйтний улиралд /X-IV сар/ орсон хур тунадас чухал үүрэг гүйцэтгэнэ. Анхны цас X сарын дунд үе XI сарын эхээр унаж XI сарын дунд үеэс эхлэн тогтвортой цасан бүрхүүл тогтоно. Цасан бүрхүүл III сарын дунд үе IV сарын эхээр хайлж эхлэн мөн сарын дунд ба сүүлчээр арилна. Хөвсгөл орчмын уулс, Монгол Алтай, Хангай нурууны өндөрлөг бүсэд жилд дунджаар 140-150 хоног, Сэлэнгэ мөрний сав, Дорнод талд 100-120 хоног цасан бүрхүүлтэй байна. Нутгийн өмнөд хэсэгт 35-45 хоног, баруун өмнө, өмнө зүгийн нутагт 7 хоног орчим цасан бүрхүүлтэй байна. Тус орны нутаг дэвсгэрийн ихэнх хувийг эзлэх тал хээр, говийн бүсэд цасан бүрхүүл төдийлөн зузаан бус байдаг. Харин уулархаг нутагт үлэмж зузаарах ба уулсын ар хажууд өврийнхөөс илүү их цастай байна. Цасан бүрхүүл хамгийн их зузаарах II сард нутгийн өмнөд хэсэгт дунджаар 5 см байхад 1800-2000 м өндөрт орших уулархаг нутагт 25 см, түүнээс их өндөрт буюу ялангуяа Монгол Алтай нуруунд 200 см хүрнэ. Цасан бүрхүүлийн зузаан хамгийн их байх үед нягт нь дунджаар 0.15-0.20, зарим газар 0.25 г/см³ хүрнэ. Өвлийн эцсээр цасны нягт 0.20-0.22 г/см³ болно. Эдгээр үзүүлэлтүүд нь хаврын шар усны үерийг үүсгэх гол хүчин зүйлс болдог. Цасан дахь усны нөөц нь Монгол Алтай нурууны ар, Хөвсгөлийн уулсын баруун хажууд ахиу байх бөгөөд өндрийн 100 м тутамд 5-15 мм ихэснэ. Монгол Алтай нурууны баруун, өмнөд хажуу, Хэнтийн нурууны баруун, зүүн өмнөд хажууд цасны нөөц ус бага байна. Цасны нөөц усны хэмжээ нутгийн баруунаас зүүн өмнө тийш багасах зүй тогтолтой байдаг. Цасны нөөц ус ОХУ-ын Красноярскын ойт хээр Саяаны нурууны хушин ойд 75-79 мм, хусан ойд 54-60 мм хүрч байгаа нь манай орны Хөвсгөлийн уулс, Эгийн голын эх, Ерөө голын сав газрынхтай ойролцоо байна. Монгол Алтай нурууны 3000-4000 м өндөрт цасны нөөц ус 400 мм ба түүнээс их байж Ховд, Түргэн, Хархираа голын хавар-зуны шар усны үерийг тэжээнэ. Монгол орны уулархаг нутгийн цасны нөөц ус нь түүний нягт, газар нутгийн өндөртэй уялдана. Хамгийн их усны нөөцтэй байх хугацаа нь уулын хормойд I-II сар, мөстөл орчимд II сарын сүүлчээс VI сар хүртэл үргэлжилнэ. Цасны хамгийн их нөөц нь уулын ар баруун хойд хажууд ажиглагдана. Орос Алтайд Алатау уул Саяаны нурууны төв хэсэгт цасны нөөц ус 1500 мм хүрч байхад. Монгол Алтай Түргэний уулсад түүнээс 3-4 дахин бага байна. Хаврын шар усны үерийн урсац уулын ар хажуу, ойн доод захад ахиу байна. Хаврын шар усны урсац цасны нөөц уснаас бүрэлдэх боловч тухайн үеийн агаарын температур чухал үүрэгтэй. Хайлсан цасны урсац өдөр 10 цаг орчимд эхлэн 13-15

цагт хамгийн их хэмжээндээ хүрч цаашид аажмаар буурч 17-20 цагт зогсоно. Ихэнх гол мөрний хамгийн их өнгөрөлт хур борооны үерийн үед, харин өндөр уулын хайлсан цас мөсний усаар гэжээгддэг голуудад хавар-зуны шар усны үерийн үед ажиглагдана. Монгол Алтай нурууны голуудад хайлсан цас мөсний их урсац зонхилох боловч ус хурах талбайн ихсэж дундаж өндөр нь намсах бүр хур борооны усны эзлэх хувь нэмэгдэнэ. Ус хурах талбайн дундаж өндөр д.т.дээш 1500-2000 м бага голуудын их урсац хур борооны үерийн үед зонхилон ажиглагдана. Хаврын шар усны үерийн урсцын хувьслын коэффициент Сэлэнгэ мөрний дунд хэсэгт 0.45-0.51 байхад. Манай оронд томоохонд тооцогдох Дэлгэр мөрөн, Идэр, Чулуут, Эг, Орхон, Туул, Хараа, Ерөө зэрэг голд 0.52-0.80, Урд тамир, Хойд тамир, Тэрэлж зэрэг жижиг голд 0.80-1.31 хүртэл нэмэгдэх хандлагатай боловч уулын жижиг голд газар нутгийн өндөр ихсэх тутам хур чийг нэмэгдэх зүй тогтолтой уялдан багасна. Эдгээр ус зүйн нарийн нийлмэл процесс нь харилцан адилгүйгээр сав газруудад тохиолддог ба энэхүү судалгаагаар Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд багтах Хангайн нурууны өвөр хажуугаас усжих Таац голын урсцын горим, түүний өөрчлөлтийг статистик аргаар тодорхойлохыг зорив. Ингэхдээ хаврын шар усны болон зуны хур борооны үерийн трендийг Манн-Кендаллын аргаар, харин тэдгээрийн тодорхой хангамшил дахь утгуудыг Гринготены аргаар тус тус тооцоолов. Тус судалгааны ажлын үр дүн усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг оновчтой төлөвлөх, удирдан зохион байгуулах, усны нөөцийг хуримтлуулах тохиромжтой хугацаа, байршлыг тогтоох зэрэгт ач холбогдолтой бөгөөд цаашид нарийвчилбал уур амьсгалын өөрчлөлтийн ба хүний буруутай үйл ажиллагааны нөлөөлөл тус бүр хэдэн хувь байгааг ялган үнэлэлт дүгнэлт өгөх боломж бүрдэх юм.

Судалгааны талбай

Хангайн нурууны өвөр хажуугаас усжих голууд дотроос хамгийн бага урсацтай нь Таац гол болно. Голын урт 200 км, ус хурах талбайн хэмжээ 9190 км², сав газрын ус хагалбарын урт 760 км, өндөржилт 1195-3476 м хүртэл хэлбэлзэх ба дундаж өндөржилт 2392 м байна. Таац голын сав газрын ус зүйн сүлжээний нягтшил харьцангуй бага бөгөөд Хангай нурууны Баян давааны Булуу уулын зүүн хойд хажуугийн Ханангийн гол, Ар-Улаанчулуутын голоос эх аван урсаж, Таацын Цагаан нуурт цутгадаг. Таацын голд Хөнөгийн гол, Муралзахын гол, Түшээ Жаргалантын гол, Бөмбөөхэйн гол, Нарийнтээл гол, Шаргын гол, Нарийн гол цутгана. Хангайн нурууны өврийн уулсын ам хавцлаас усжих жижиг гол горхиуд нийлж үндсэн урсац бүрдэж, эхээс алслагдаж адаг орчимд хүрэхэд түрэлтийн алдагдал бий болж, усны урсац эрс багасаж Нууруудын хөндийн адаг орчимд сэвсгэр хурдсанд шургадаг. Зөвхөн зуны хур борооны үед Таацын Цагаан нуурт хүрнэ. Голын сүлжээний нягтшил Нарийнтээл сум орчимд 0.099 км/км², голдирлын дундаж хэвгий 0.6% болно. Голын ус Х сарын сүүлчээс эхлэн хөлдөж, IV сард мөс нь хайлах ба ихэнх хэсэгтээ ёроолгүй хөлдөж халиа үүснэ.

Ус хурах талбай нь Нарийнтээл ус судлалын харуулаар 1631 км², голын сүлжээний дээд эрэмбэ нь 4, дундаж хэвгий 0.67 хувь, голын голдирлын дундаж өндөр д.т.дээш 1760 м, ус хагалбарын шугамын урт 584 км, түүний дундаж өндөр д.т.дээш 2395 м, голын сүлжээний нягт бага 0.12 км/км², ус хурах талбайн дундаж өндөр д.т.дээш 1973 м, хөндийн гүн дунджаар 288 м, ус хурах талбайн дундаж өргөн 22.7 км байна (Г.Даваа, 2015). Таац голын усны горим, нөөцийг ус, цаг уурын ажиглалт, хэмжилтийн сүлжээ байгуулах ажлын хүрээнд анх 1970 онд Нарийнтээл суманд ус судлалын харуулыг байгуулснаар эхэлсэн түүхтэй ба түүнээс хойш одоог хүртэл тасралтгүй ажиллаж голын урсцын хэмжээ, усны түвшин, температур, үер, мөсний үзэгдлийн ажиглалт, хэмжилтийг хийж байна.



Зураг 1. Таац голын сав газрын газарзүйн байршил

Таац голын жилийн доторх урсцын хуваарилалт ихээхэн жигд бус бөгөөд IV болон V сард бага зэргийн шар усны үер ажиглагдаж, VI, VII сараас эхлэн хур борооны үер тохионо. Таац голын сав газар нь урд талаасаа Алтайн нурууны уулсаар, зүүн, баруун талаараа Онги-Улаан нуур болон Орог-Гүйн голын сав газартай геологийн хурдас чулуулгийн хилээр хязгаарлагдсан уулс хооронд оршино. Тус сав газар нь газарзүйн тогтцын хувьд хангай, тал хээр, говийн бүсийг дамжин оршдог өвөрмөц тогтоцтой ба Уянга сумын Жаргалант багийн Хожоо нуруунаас эх авч Нарийнтээл сумын нутгийг дамжин 200 км урсаж Баруунбаян-Улаан сумын нутаг дахь Таацын цагаан нуурт цугладаг. Жаргалант багийн нутаг дахь Хортын голын эхийг Таацын голын эх гэж нэрлэдэг ба Хортын гол нь Далан түрүү рашаанд нийлдэг. Далан түрүү рашаан нь Таац голын нийт урсцын 70-80 хувийг бүрдүүлдэг.

Сав газрын хойд хэсгээр хангай тал хээр, өмнөд хэсгээр говь хээрийн бүс зонхилсон, зундаа хуурай, өвөлдөө хүйтэн, хур тунадас харьцангуй бага унадаг нутаг юм. Нутгийн хойд хэсгээр жилд дунджаар 150-190 мм орчим хур тунадас унадаг бол өмнөд хэсгээр 50 мм орчим тунадас унана. Жилийн IV-X сард 20-25 өдөр бороотой, X-IV сард 15-20 өдөр цас тус тус орно. Энэ нь зуны нэг сард орох хур тунадасны хэмжээ юм. Энэ үед үер, уруйн үер болдог онцлогтой. Жилийн хамгийн дулаан VII сарын дундаж агаарын температур 21.3°C дулаан, хамгийн хүйтэн I сарын дундаж температур -15.7°C хүйтэн байна. Агаарын үнэмлэхүй хамгийн их температур нь 39.6°C (2000 оны VII сарын 13-нд) хүрч халсан бол үнэмлэхүй хамгийн бага температур нь -34.5°C хүрч хүйтэрсэн байна.

Агаарын харьцангуй чийгшил хамгийн дулаан сарын халуун үед буюу өдрийн 14 цагт 12-30 хувь, хамгийн хүйтэн нэг сарын мөн цагт 65 хувь хүрэх бөгөөд манай орны говийн бүс нутгийн хуурай чийгээр дутмаг нутаг дэвсгэрт хамаарна. Жилийн дундаж харьцангуй чийгшил 50 хувь байх ба хамгийн хуурай хаврын улиралд 35-42 хувь түүнээс доош байна. Энэ нь манай орны чийглэг зарим нутгийнхаас 2 дахин бага хэмжээ болдог. Жилд 110 өдөр хуурай байдаг. Хур тунадасны жилийн нийлбэр 106 мм. Хур тунадасны 94 хувь нь дулааны улиралд, 70 хувь нь зуны 3-н сард ордог зүй тогтолтой. Хур тунадас өвлийн сард 1-2 мм, зуны 3-н сард 14-30 мм ордог. Олон жилийн дундажар XII сарын 4-нөөс II сарын 12 болтол 70 хоногт цасан бүрхүүл тогтож, 1-5 см зузаантай, 5 мм хүртэл нөөц услагтай байдаг. Ийм нимгэн цасан бүрхүүл хөрс, агаарын чийгшилд нөлөө бараг болдоггүй. Зарим өнтэй жил цасан бүрхүүл тогтохгүй, хэдхэн хоногоор үүсэж, арилж байдаг онцлогтой. Үерийн тооцоо судалгаанд тухайн ус хурах талбайд түүхэн хугацаанд ажиглагдсан хоногийн хамгийн их хур тунадасны тоон утга чухал бөгөөд сав газарт 28 мм аадар тунадас орж байжээ. Нутгийн ихэнх хэсгээр салхи 3-10 м/с, заримдаа 25-30 м/с хүртэл ширүүн салхитай байдаг. Хөрсний гадаргын үнэмлэхүй хамгийн их температур 70°C хүрч халсан бол үнэмлэхүй хамгийн бага температур -52.0°C ажиглагджээ.

Өвөрхангай аймгийн нутагт хөрснөөс ойсон болон хөрсөнд шингэсэн цацрагийн хэмжээгээр үзвэл, тогтвортой цасан бүрхүүлтэй XI сараас III сард цацрагийн ойц (альбедо) 0.61-0.70 байх бөгөөд дундажар 0.65 хүрнэ. Харин ургамал ургаж, хөрс чийгшиж бараавтар болох V сараас IX сард ойц 0.18, шилжилтийн IV сард 0.35, X сард 0.25 болдог. Өвөрхангай аймгийн нутгийн хойд хэсэгт жилд дундажар 3875.8 мДж/м², өмнөд хэсэгт 4190 мДж/м² цацраг хөрсөнд шингэнэ. Өвөрхангай аймгийн нутагт бодит цацрагийн жилийн нийт хэмжээ 1437-1592 мДж/м² байна. Умарт Говийн хотгор, Өвөрхангай аймгийн Таацын голын сав газар нь агаарын чийгшил нэн бага, хуурай бүс нутаг юм. Хур тунадас хангайн бүсээс 2.5-3 дахин бага унадаг. Гадаргын ус бүрдүүлдэг бороо бага ордог энэ хотгор бүхэлдээ 1943, 1980, 2005, 2015 оны мөчлөгөөр 5-н нуур хатаж ширгэж байжээ. Ган болох гандуу байх уур амьсгалын нөхцөл бүрддэг. Салхи шуурга ихтэй, хур тунадас багатай зэргээс шалтгаалан цөлжилт хүрээгээ тэлж, уур амьсгалын өөрчлөлт эрчимтэй явагдаж байна.

Таац голын савын газрын доорх усны нөөцийг ихээхэн алаг цоог тархалттай гэж үзэж болно. Таац голын сав дахь газрын доорх усны нөхөн сэргээгдэх нөөц нь голын хөндийг дагаж, Хангайн нурууны өврөөр тархсан түрмэл чулуулаг дахь ан цавлаг бүс, зарим хуурай сайрын хөндийг дагаж хуримтлагдсан шинжтэй байна. Тус савын газрын доорх усны нийт 163 сая м³ нөхөн сэргээгддэг нөөц байгаа тооцоо гарсны дотор уг нөөцийн зонхилох хэсэг нь тун бага буюу нэг километр квадрат талбайд 0-5 мм/жил/км² нөхөн сэргээгддэг нөөцтэй талбайд хамрагдаж байна. Ай савын нийт 25,404 км² талбайн 20,410 км² буюу 80.5 хувьд нь тун бага (0-5 мм/км²) нөхөн сэргээгддэг 101 сая м³ нөөц буюу нийт нөхөн сэргээгддэг нөөцийг 61.9 хувь, бага нөхөн сэргээгддэг нөөцтэй (5-10 мм/км²) 3594 км² талбайд 26 сая м³ нөхөн сэргээгддэг нөөц буюу нийт нөхөн сэргээгддэг нөөцийг 15.9 хувь, багаас дундаж нөхөн сэргээгддэг нөөцтэй (10-20 мм/км²) 506 км² талбайд 8 сая м³ нөхөн сэргээгддэг нөөц буюу нийт нөхөн сэргээгддэг нөөцийг 4.9 хувь, нийлмэл урсац бүхий нөхөн сэргээгддэг нөөцтэй (30 мм/км²) 660 км² талбайд 20 сая м³ нөхөн сэргээгддэг нөөц буюу нийт нөхөн сэргээгддэг нөөцийн 12.2 хувь тус тус болж байна.

Судалгааны материал, аргазүй

Судалгаанд Таац голын сав газар дахь Нарийнтээл ус судлалын харуул болон Нарийнтээл цаг уурын харуулын 1975-2019 оны өдөр бүрийн урсац, хур тунадас, агаарын температурын өгөгдлийг ашиглав (Хүснэгт 1). Уг эх мэдээг Өвөрхангай аймгийн Ус Цаг уур, Орчны шинжилгээний төвийн Архив мэдээллийн хэлтсээс бүрдүүллээ. Ус судлалын Нарийнтээл сум дахь харуул 1969 оноос ажиглалт хэмжилт хийж эхэлсэн байна.

Хүснэгт 1. Судалгаанд ашигласан харуул өртөөний байршил

Харуул өртөөний нэр	Уртраг	Өргөрөг	Өндөржилт, д.т.дээш (м)
Таац-Нарийнтээл ус судлалын харуул	101° 28' 4.008"	45° 57' 51.012"	1651
Нарийнтээл цаг уурын харуул	101° 27' 11.92"	45° 57' 39.66"	1823

Таац голын усны горим, түүний өөрчлөлтийг тодорхойлох зорилгоор жилийн дундаж урсац, хаврын шар усны болон зуны хур борооны үерийн хамгийн их хэмжээг тодорхойлон,

тэдгээрийн трендийг Манн-Кенделийн тестээр шалгасан болно (Helsel et al., 2002). Энэхүү арга нь хугацааны цувааны трендийг тодорхойлоход өргөн хэрэглэгддэг (Yilmaz, 2019).

$$S_k = \sum_{i=1}^m S_i \tag{I}$$

$$Z_{sk} = \begin{cases} \frac{S_{k-1}}{\sigma_k} & S_k > 0 \\ 0 & S_k = 0 \\ \frac{S_{k+1}}{\sigma_k} & S_k < 0 \end{cases} \tag{II}$$

Энд: $S_k, S_i, \sigma_k, Z_{sk}$ - (+)тэмдэгтэй бол өсөх трендийг, (-) тэмдэгтэй тохиолдолд буурах трендийг илэрхийлнэ. Мөн статистикийн хувьд ач холбогдолтой ($P < 0.05$) Z_{sk} -ийн утгыг 1.96 гэж авав (Guclu, 2018; Wang et al, 2020). Энэхүү аргыг хамгийн их (Tosunoglu, Kisi, 2017) ба хамгийн бага урсацын явц, ус, цаг уурын өгөгдлийн трендийг үнэлэхэд (Fathian et al, 2015; Ahmad et al, 2015; Saadi et al, 2019) нэлээдгүй ашигладаг.

Хаврын шар усны үерийн хамгийн их утга тухайн ус хурах талбайд орсон өвлийн хур тунадасны хэмжээ, орон зайн тархалт, хайлалтын эрчим буюу агаарын температураас хүчтэй хамаарах бөгөөд эндээс өвлийн нийлбэр тунадастай хамаарах хамаарлыг авч үзсэн. Мөн хаврын шар усны үерийн хамгийн их утга ажиглагдах огноонд дүн шинжилгээ хийлээ. Мөн түүнчлэн хаврын шар усны болон зуны хур борооны жил бүрийн хамгийн их утгыг шүүж (цувааны тоо 44) харьцуулсан ба үерийн статистик дүн шинжилгээг дэлхий нийтээр түгээмэл хэрэглэдэг, шалгарсан арга болох И.Грингортений (Gringorten, 1963) аргыг ашиглан тооцоо. Тооцооны үндсэн тэгшитгэл нь дараах байдалтай байна.

$$F(X) = \frac{r-0.44}{N+0.12} \tag{III}$$

Энд:

- $F(X)$ – Хангамжийн хувь буюу магадлалт их урсац;
- r – Их утгуудын эрэмбэ;
- N – Цувааны тоо.

Энэ тооцооны үр дүнгээр 5, 10, 20, 50, 100, 1000 жилд тохиох үерийн их хэмжээг үнэлэх боломж бий болдог.

Урсцын олон жилийн цуваагаар интеграл муруй байгуулж их бага устай мөчлөгийг тогтоох: Энэ арга зүйн үр дүнд тухайн голын урсац олон жилийн хугацаанд хэрхэн хувьсаж өөрчлөгдөж буйг харуулах бөгөөд ординат тэнхлэг дараах байдлаар тодорхойлогдоно.

$$F(t) = \sum_{t=1}^n (K_t - 1) / C_v \tag{IV}$$

Энд:

- n – цувааны тоо
- K_t – урсцын модулийн коэффициент

$$K_t = \frac{Q_t}{q} \tag{V}$$

$K_t > 1$ бол дунджаас ахиу буюу услаг жил, $K_t < 1$ бол услаг багатай жил гэж ойлгоно.

Энд:

- Q_t – тухайн жилийн дундаж урсац
- q – олон жилийн (цувааны) дундаж урсац

C_v – урсцын хувьслын коэффициент

$$C_v = \frac{\sigma}{q} \tag{VI}$$

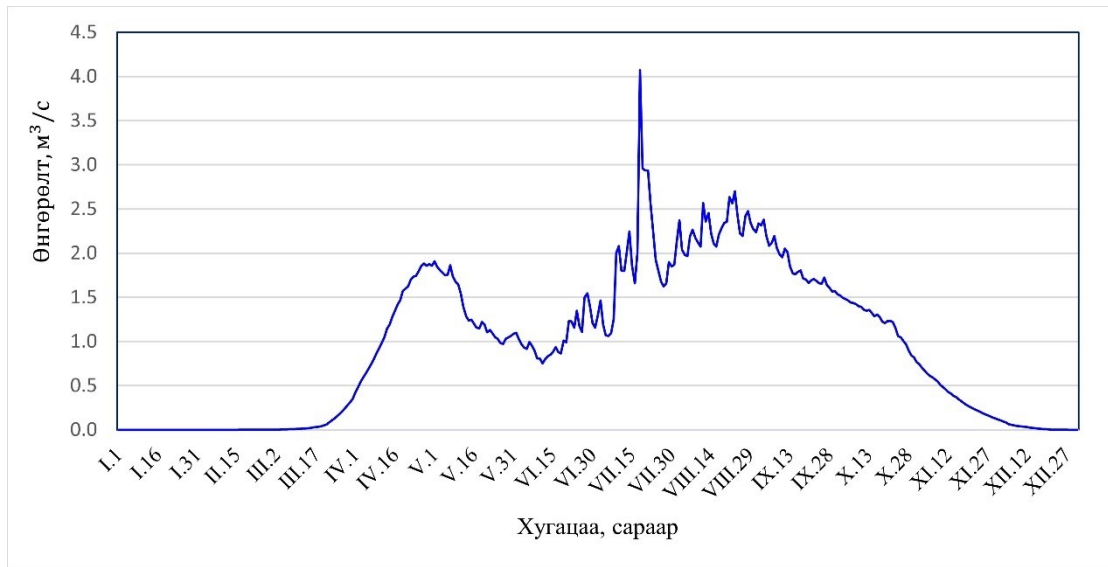
Энд:

σ – цувааны стандарт хазайц

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Q_t - q)^2}{n-1}} \tag{VII}$$

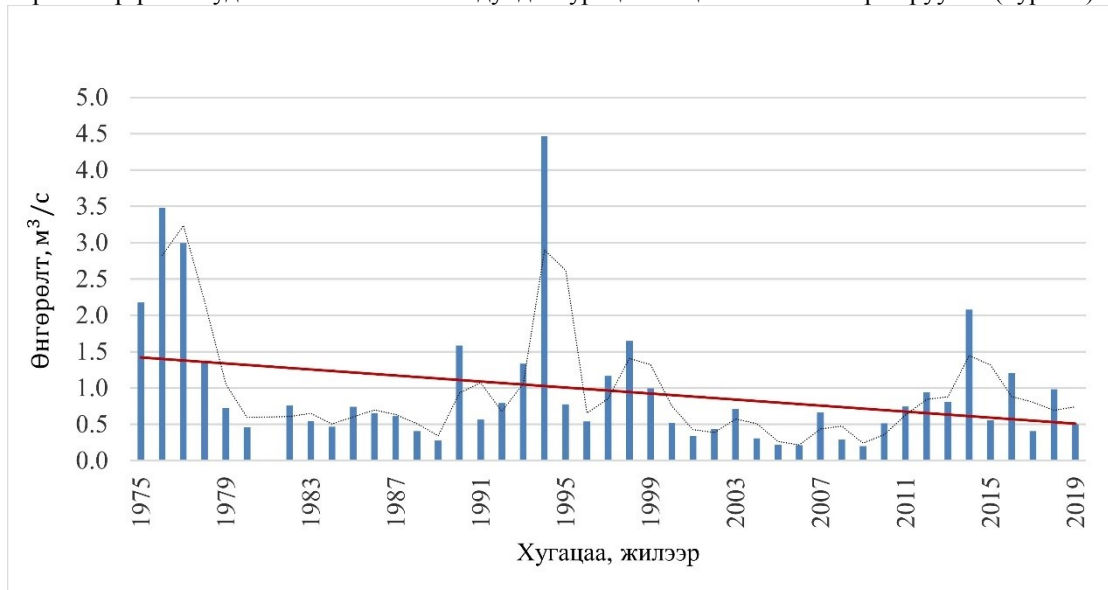
Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Таац-Нарийнтээл ус судлалын харуулын 1975-2019 оны урсцын гидрографаас харахад уг гол нь хаврын шар усны болон зуны хур борооны үерийн горим зонхилж байв (Зураг 2).



Зураг 2. Урсцын гидрограф

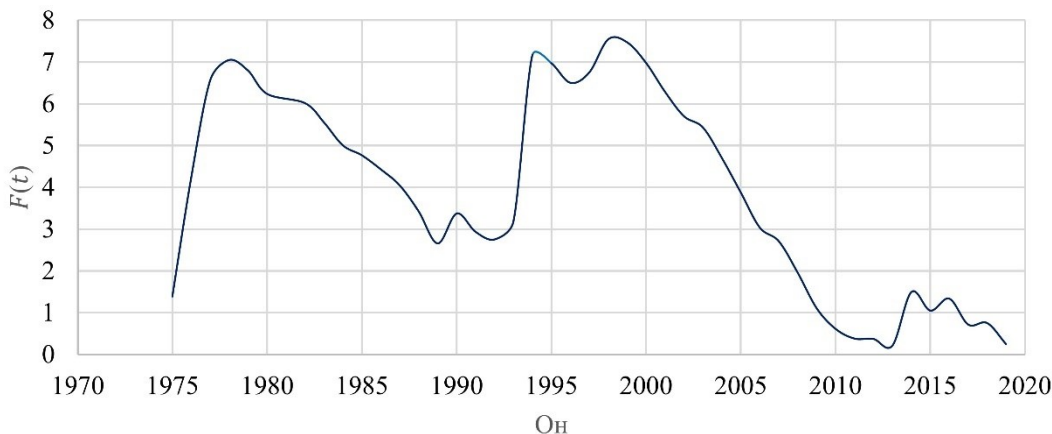
Таац голын олон жилийн дундаж урсац 0.95 м³/с байна. Голын мөс III сарын 10-20 хооронд задарч байнгын урсацтай болж эхлэх бөгөөд IV сарын эхний 10 хоногоос V сарын 20 хүртэл хаврын шар усны үерийн горимд шилжинэ. Харин V сарын 20-ноос VI сарын 20 хүртэл зуны бага устай үе үргэлжилж VII сарын эхний 10 хоногоос VIII сарын 3-р 10 хоног хүртэл зуны хур борооны үер 6-10 удаа тохионо. Жилийн дундаж урсцын явцыг олон жилээр харуулав (Зураг 3).



Зураг 3. Олон жилийн урсацын явц

Жил бүрийн дундаж урсцыг ажиглалтын нийт хугацаагаар авч, Нарийнтээл цаг уурын харуулд хэмжигдсэн хур тунадасны мэдээ материалтай харьцуулан үзвэл 1980-1990, 2000-2009 он хүртэл харьцангуй бага урсацтай үеүд тохиож байсан байна. Хамгийн их устай жилүүд 1976 (3.48 м³/с), 1994 (4.46 м³/с), 2014 (2.08 м³/с) онуудад харин хамгийн бага устай жил 2005 (0.22 м³/с), 2006 (0.21 м³/с), 2009 (0.20 м³/с) онуудад тохиож байжээ. Жилийн дундаж урсцын хэмжээ буурах, хаврын шар усны хамгийн их урсац буурах, зуны хур борооны үер нэмэгдэх хандлагатай байна.

Голын урсцын хувьсал өөрчлөлтийг илэрхийлэх ялгаварт интеграл муруй байгуулж гидрологийн үелэг байдал ажиглагдаж буй эсэхийг шалгаж үзэв (Зураг 4).



Зураг 4. Жилийн дундаж урсцын хувьсал өөрчлөлт

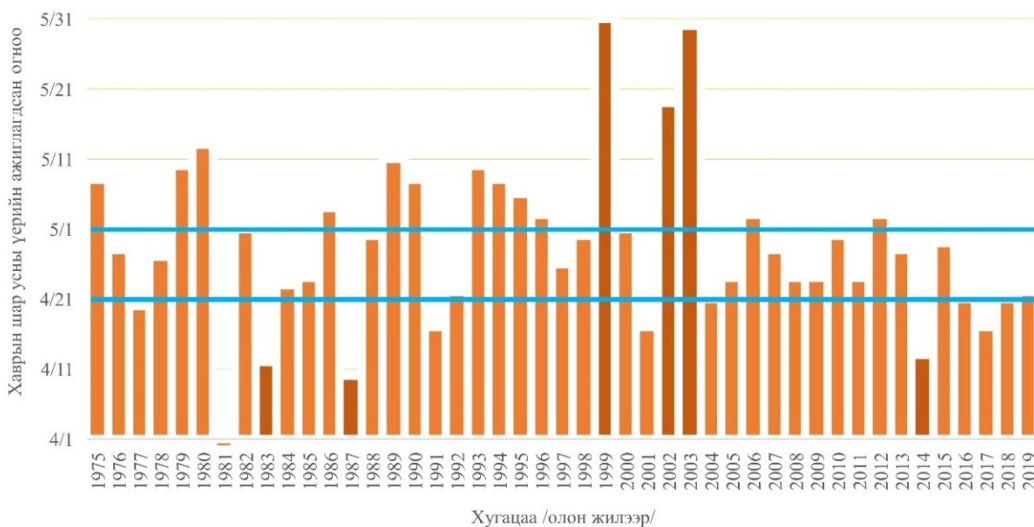
Үр дүнгээс харахад гидрологийн 2 бүтэн цикл ажиглагдаж байгаа бөгөөд 1975-1985, 1995-2005 онуудад урсац ихтэй, 1985-1995, 2010-2020 онуудад урсац харьцангуй багавтар жил байжээ.

Жилийн дундаж урсцын трендийг Манн-Кендаллын аргаар тооцоход Z_{sk} ийн утга - 1.42 ($p < 0.1$), хаврын шар усны үерийн тренд Z_{sk} - 0.29, зуны хур борооны үерийн трендийн Z_{sk} утга 1.56 буюу статистикийн хувьд ач холбогдолгүй байна (Хүснэгт 2).

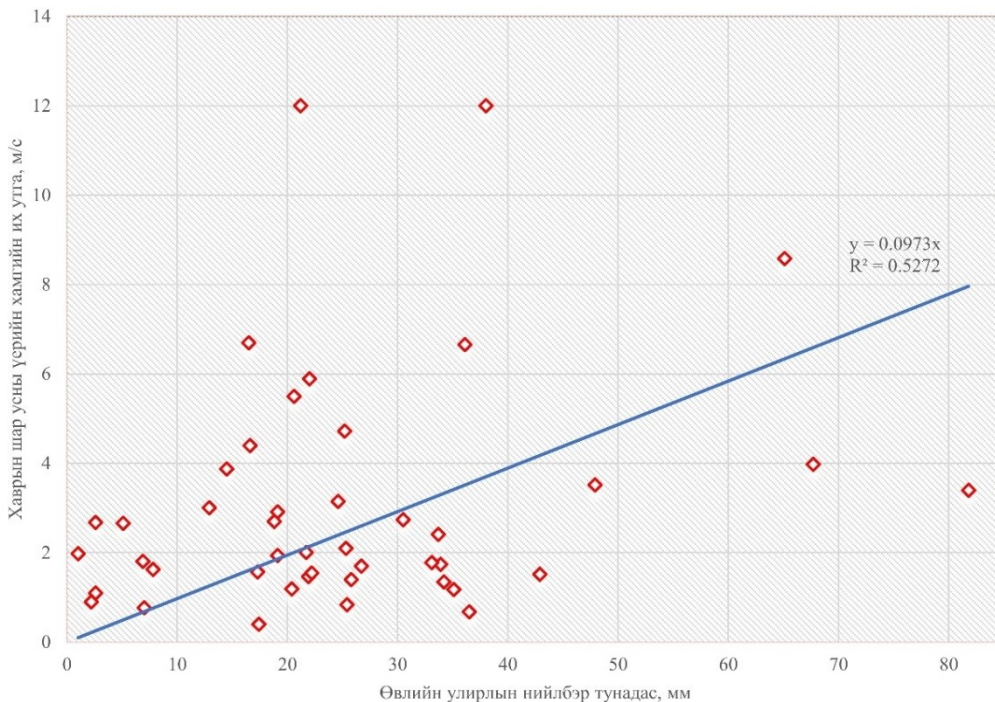
Хүснэгт 2. Манн-Кендаллын аргаар тооцсон итгэлцүүрүүд

Үзүүлэлт	Z_{sk}	Sen-slope	p-утга
Хур борооны үерийн хамгийн их урсац	1.56	0.05	0.1
Хаврын шар усны үерийн хамгийн их урсац	-0.29	-0.003	0.7
Жилийн дундаж урсац	-1.42	-0.006	0.1

Хаврын шар усны үерийн хамгийн их утга ажиглагдсан огноонд анализ хийсэн үр дүнг (Зураг 5) харуулав.

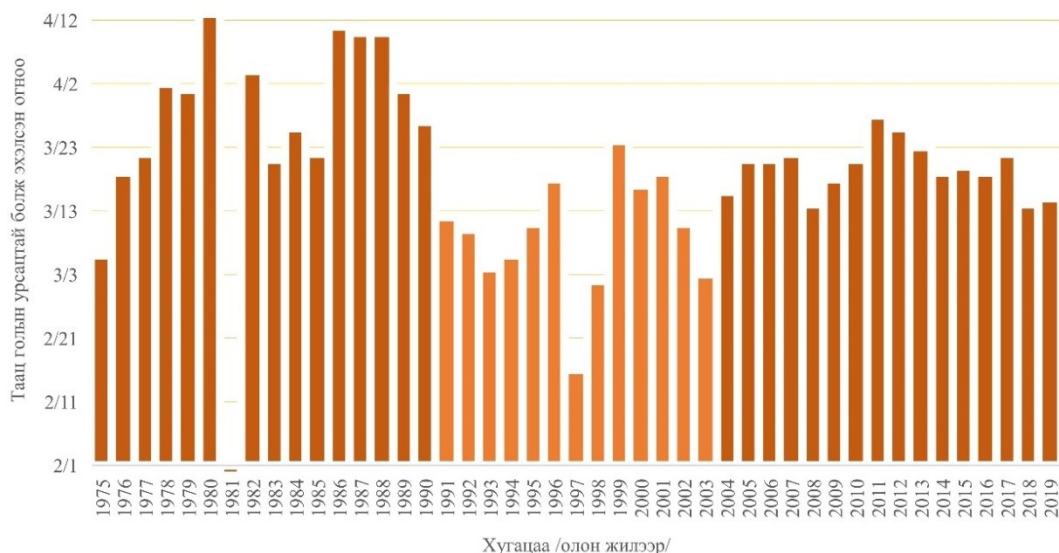


Зураг 5. Хаврын шар усны үерийн хамгийн их утга ажиглагдсан огноо, жилээр
 Олон жилийн дунджаар шар усны үерийн хамгийн их урсац ажиглагдах хугацаа нь IV сарын сүүлийн 10 хоногт тохиолдож байна. Зураг 5-с харахад 1999, 2002, 2003 онуудад хаврын шар усны үерийн хамгийн их урсац ажиглагдах хугацаа 3-4 долоо хоногоор хойш ажиглагдсан байна. Харин 1983, 1987, 2014 онуудад шар усны үерийн хамгийн их утга ажиглагдах огноо дундаж утгаас 20 хоногоор өмнө ажиглагдсан байна. Энэ бүхнээс үзвэл Таац-Нарийнтээл ус судлалын харуулын ус хурах талбайн хэмжээнд уур амьсгалын орон зай, цаг хугацааны нарийвчилсан мэдээ бүрдүүлэн судалгааны ажил явуулах шаардлагатай болно. Мөн бид хаврын шар усны үерийн хамгийн их утгын хэмжээг түүнээс өмнөх (өвлийн улиралд хуримтлагдсан) хур тунадасны нийлбэр хэмжээнээс хамаарна гэж үзээд шалгав (Зураг 6).



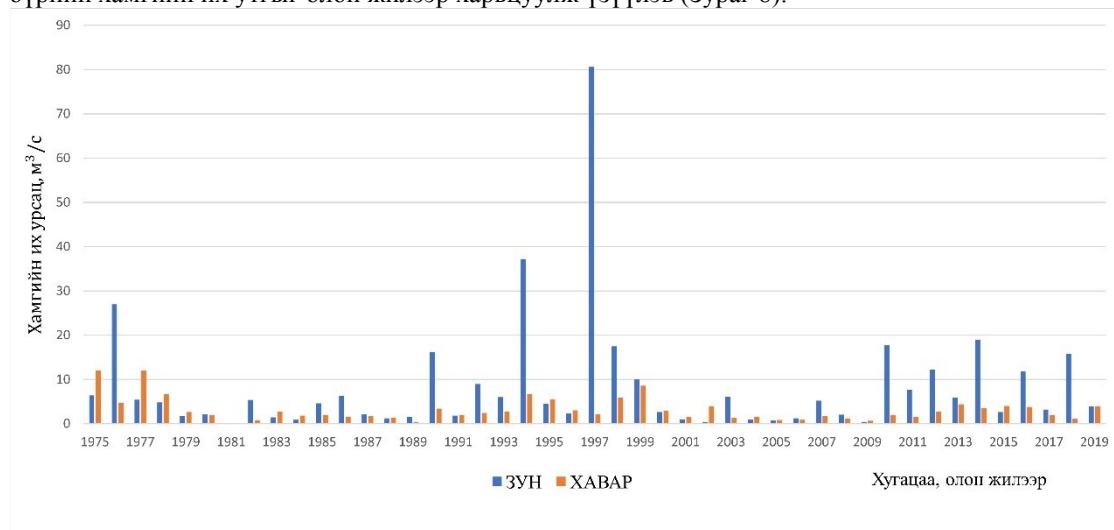
Зураг 6. Хаврын шар усны үерийн хамгийн их хэмжээ ба өвлийн улирлын нийлбэр тунадас хоорондын хамаарал

Эндээс нийлбэр тунадас болон урсцын хамгийн их утга хоорондын корреляцийн коэффициент 0.7 буюу сайн хамааралтай байна. Харин урсац үүсэж эхлэх огноог олон жилээр (Зураг 7) харуулав.



Зураг 7. Таац голын урсац үүсэх огноо, олон жилээр

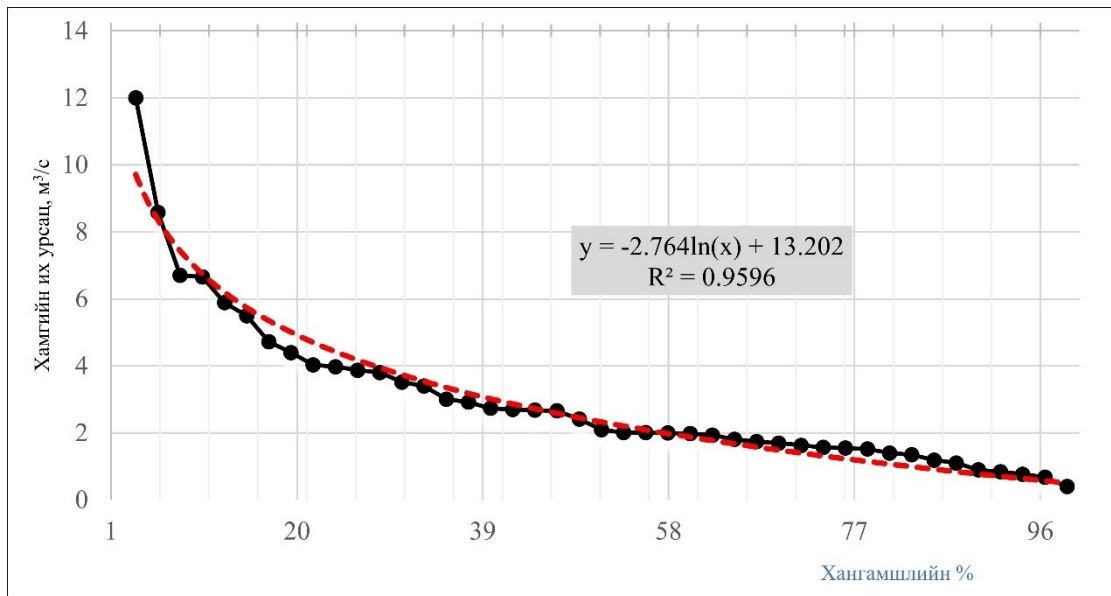
Таац голын урсац эхлэх огноо олон жилийн дунджаар III сарын сүүлийн 10 хоногт тохиож байна. 1975-1990 оны хооронд урсац эхэлсэн хугацаа дунджаас 2-3 долоо хоног хойш, 1991-2003 оны хооронд урсац эхэлсэн хугацаа дунджаас 2-4 долоо хоног урагшилсан, 2004-2019 оны хооронд олон жилийн дунджийн орчимд байна. Хаврын шар усны болон зуны хур борооны үерийн жил бүрийн хамгийн их утгыг олон жилээр харьцуулж үзүүлэв (Зураг 8).



Зураг 8. Таац голын хавар, зуны үерийн их утгын харьцуулалт

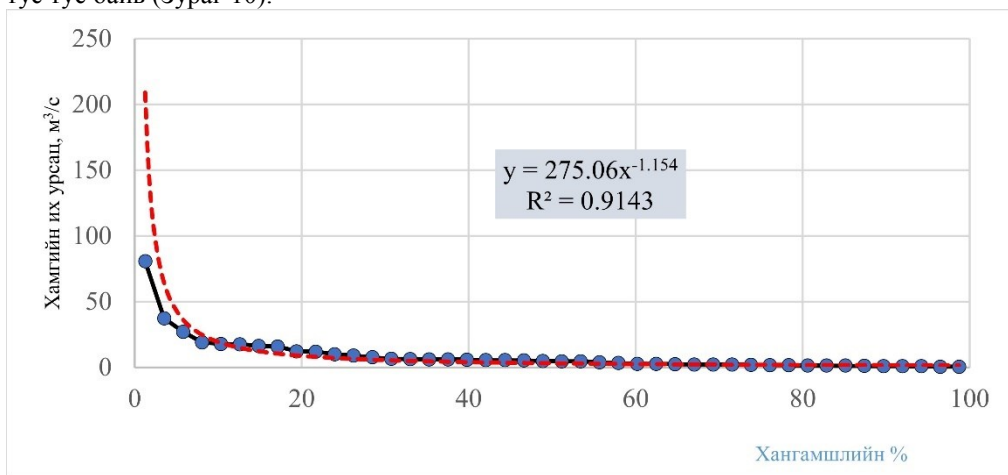
Зураг 8-аас харахад 44 жилийн хугацаанд зуны хур борооны үерийн их хэмжээ хаврын шар усны үерийн их хэмжээнээс 27 жилд ахиу, харин хаврын шар усны үерийн их хэмжээ зуны хур борооны их хэмжээнээс 17 жилд ахиу ажиглагдаж, 2019 онд тухайн голын хавар, зуны үерийн их хэмжээ тэнцүү ($3.8 \text{ м}^3/\text{с}$) байсан байна. Нийт хугацааны хувьд зуны хур борооны үерийн хамгийн их утга 1997 онд, хаврын шар усны үерийн хамгийн их утга 1975, 1977 онуудад ажиглаж байв.

Хаврын шар усны болон зуны хур борооны үерийн хангамж буюу давтагдах магадлалыг И.Грингортений аргаар тооцов (Зураг 9).



Зураг 9. Таац голын хаврын шар усны үерийн хангамж

Үр дүн (зураг 9)-ээс үзвэл хаврын шар усны үерийн хангамжийн муруйд логарифм функцийн график хамгийн сайн дөхөлттэй байна. Тэгшитгэлээс тооцож үзвэл 100 жилд нэг удаа тохиох шар усны үерийн хамгийн их хэмжээ 13.2 м³/с, 1000 жилд нэг удаа тохиох үерийн хэмжээ 19.5 м³/с тус тус байв (Зураг 10).



Зураг 10. Таац голын хур борооны үерийн хангамж

Зураг 10-аас үзвэл хур борооны үерийн хангамжийн муруйд зэрэгт функцийн график хамгийн сайн дөхөлттэй байна. Тэгшитгэлээс тооцож үзвэл 10 жилд нэг удаа тохиох хур борооны үерийн их утга 19.2 м³/с, 100 жилд нэг удаа тохиох үерийн хэмжээ 275 м³/с тус тус байв.

Дүгнэлт

Таац голын жилийн дундаж болон хаврын шар усны үерийн хэмжээ буурах, зуны хур борооны хамгийн их урсац ихсэх хандлагатай байна. Энэхүү хандлагыг Манн-Кендаллын үнэлгээгээр үнэлэхэд статистик ач холбогдолгүй байна. Таац голын хамгийн бага урсац буюу гачиг үеийн үргэлжлэх хугацаа нь X сарын сүүлийн 10 хоногоос IV сарын эхний 10 хоног хүртэл байна. Мөн хаврын шар усны үерийн процесс дуус ч нар буцах хүртэл гачиг үе ажиглагддаг байна.

Олон жилийн дунджаар шар усны үерийн хамгийн их урсац ажиглагдах хугацаа нь IV сарын сүүлийн 10 хоногт тохиолддог байна. Таац голын урсац эхлэх огноо олон жилийн

дунджаас 1975-1990 (15 жилийн хугацаанд) хожуу ажиглагдсан, 1991-2003 (12 жилийн хугацаанд) эрт, 2004-2019 (15 жилийн хугацаанд) дунджийн орчим тус тус байна.

Голын урсцын олон жилийн хувьсал өөрчлөлтийг ялгаварт интеграл муруй байгуулан шалгаж үзэхэд гидрологийн 2 бүтэн үе ажиглагдлаа.

Хаврын шар усны үерийн хамгийн их утгын туршилтын муруй логарифм функцийн график хуулиар, зуны хур борооны үерийн их утга зэрэгт функцийн графиктай хамгийн сайн дөхөлтэй байна. Энэ статистик шинжилгээ нь зуны улиралд үерийн экстремал утгын өөрчлөлт өндөр болохыг бататгаж байна. Хаврын шар усны хамгийн их хэмжээ ба өвлийн улирлын нийлбэр тунадас хоорондын хамаарал 0.7 буюу сайн хамааралтай байна.

Цаашид үерийн өмнөх нийт орон зайг хамарсан цасны тархалт, цасан дахь усны нөөц, хайлалтын эрчим зэргийг нарийвчлан судлах шаардлага үүсэж байна.

Ном зүй

Байгаль орчин, ногоон хөгжлийн яам (БОНХЯ). (2012). Улсын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө боловсруулахад зориулсан судалгааны эмхтгэл нэгдүгээр дэвтэр. хх: 514-515. <http://bic.iwlearn.org/mn/documents/documents/state-reports/ulsyn-usny-nootsiin-neghdsen-mieniezhmientiin-tolovloghoo-bolovsruulakhad-zoriulsan-sudalghaany-emkhetghel-neghdugheer-devter-monghol-kheleer/view>

Даваа, Г. (2015). *Монгол орны гадаргын усны горим, нөөц*, Улаанбаатар хот, Адмон принтинг, 40-55.

Мягмаржав, Б., Даваа, Г., (1999). *Монгол орны гадаргын ус*, Улаанбаатар хот, Интерпресс, 1-26.

Ahmad, I., Tang, D., Wang, TF., Wang, M., Wagan, B. (2015). Precipitation trends over time using Mann-Kendall and Spearman's rho tests in Swat River basin, *Advances in meteorology*, 431860. <https://doi.org/10.1155/2015/431860>

Arnell, N. W. (1999). Climate change and global water resources, *Global Environmental Change*, 831–849. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2003.10.006>

Berezhnykh, T. V., Marchenko, O. Yu., Abasov, N. V. & Mordvinov, V. I. (2012). Changes in the summertime atmospheric circulation over East Asia and formation of long-lasting low-water periods within the Selenga River basin, *Geography and Natural Resources*, 223–229. <https://doi.org/10.1134/S1875372812030079>

Endo, N., Kadota, Ts., Matsumoto, Y., Ailikun, B. & Yasunari, T. (2006). Climatology and Trends in Summer Precipitation Characteristics in Mongolia for the Period 1960–98, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 543-551. <https://doi.org/10.2151/jmsj.84.543>

Fathian, F., Dehghan, Z., Bazkhar, MH., Eslamian, S. (2015). Trends in hydrological and climatic variables affected by four variations of the Mann-Kendall approach in Urmia Lake basin, Iran, *Environmental and Ecosystem Science*, 137-142. <http://doi.org/10.26480/ees.02.2021.137.142>

Fisher, T., Gemmer, M., Su, B. & Scholten, T. (2013). Hydrological long-term dry and wet periods in the Xijiang River basin, South China, *Hydrology Earth System Sciences*, 135–148. <https://doi.org/10.5194/hess-17-135-2013>

Gringorten, I. I. (1963). A plotting rule for extreme probability paper, *Journal of Geophysical Research*, 605-956. <https://doi.org/10.1029/JZ068i003p00813>

Gu clu, YS. (2018). Multiple Sen-innovative trend analyses and partial Mann-Kendall test, *Journal of hydrology*, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.09.034>

Helsel, D. R., Hirsch, R. M., Ryberg, K. R., Archfield, S. A., & Gilroy, E. J., (2020). Statistical methods in water resources: U.S. *Geological Survey Techniques and Methods*, book 4, 458. <https://doi.org/10.3133/tm4a3>

Hülsmann, L. Geyer, T. Schweitzer, C. Priess, J. & Karthe, D. (2015). The Effect of Subarctic Conditions on Water Resources: Initial Results and Limitations of the SWAT Model applied to the Kharaa River Catchment in Northern Mongolia, *Environmental Earth Sciences*, 581-592.

Kim, B. S., Hossein, S. Z. & Choi, G. (2011). Evaluation of temporal-spatial precipitation variability and prediction using seasonal ARIMA model in Mongolia, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 917–925. <https://doi.org/10.1007/s12205-011-1097-9>

Leta, O. T., El-Kadi, A. & Dulai, H. (2018). Impact of climate change on daily streamflow and its extreme values in Pacific Island watersheds, *Sustainability*, 1–22. <https://doi.org/10.3390/su100662057>

Saadi, Z., Shahid, Sh., Ismail, T., Chung, ES., Wang, XJ. (2019). Trend analysis of rainfall and rainfall extremes in Sarawak, Malaysia using modified Mann-Kendall test, *Meteorol Atmos Phys* 131, 263-277. <https://doi.org/10.1007/s00703-017-0564-3>

Tosunoglu, F., & Kisi, O. (2017). Trend analysis of maximum hydrologic drought variables using Mann–Kendall and Şen's innovative trend method. *River Research and Applications*, 33(4), 597-610.

Wang, F., Shao, W., Yu, H., Kan, G., He, X., Zhang, D., ... & Wang, G. (2020). Re-evaluation of the power of the mann-kendall test for detecting monotonic trends in hydrometeorological time series. *Frontiers in Earth Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00014>

Yilmaz, B. (2019). Analysis of hydrological drought trends in the GAP region (southeastern Turkey) by Mann-Kendall test and innovative sen method. *Appl Ecol Environ Res*, 17(2), 3325-3342. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_33253342

Монгол орны нүүрсхүчлийн хийн хэлбэлзлийн судалгаа Study of carbon dioxide fluctuations in Mongolia

© Д.Сайнбаяр^{1*}, С.Эрдэнэсүх², А.Саруулзаяа¹
D.Sainbayar^{1*}, S.Erdenesukh², A.Saruulzaya¹

¹Хүрээлэн буй орчин, Байгалийн нөөцийн менежментийн салбар, Газарзүй-Геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Монгол Улс

²Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Монгол Улс

¹Environment and Natural Resource Management Sector, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Mongolia

²Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: sainbayard@mas.ac.mn

*Corresponding author: sainbayard@mas.ac.mn

Хүлээн авсан: 2021.11.09

Засварласан: 2022.02.21

Зөвшөөрөгдсөн: 2022.02.24

Хураангуй

Уур амьсгалын дулаарлын гол шалтгаан болоод байгаа нүүрсхүчлийн хийн агууламжийг бууруулахад түүний жилийн доторх явцыг тодорхойлж, нөлөөлөх хүчин зүйлийг судлах нь чухал. Бид энэхүү судалгаагаар Монгол орны агаар дахь нүүрсхүчлийн хийн агууламжийн сарын дундаж утгыг авч үзэж 'MODIS' 'NDVI', агаарын температур, салхины хурднаас хэрхэн хамаарч байгааг корреляцийн коэффициентоор тооцов. Судалгааны үр дүнгээс үзвэл нүүрсхүчлийн хийн агууламжийн жилийн явц нь 'NDVI' ($R=-0.88$, $p<0.001$) болон агаарын температурынхтай урвуу хамааралтай ($R=-0.67$, $p<0.05$), салхины хурдныхтай шууд хамааралтай ($R=0.91$, $p<0.001$) байлаа. Нүүрсхүчлийн хийн агууламж нь улирлын хэлбэлзэлтэйгээс гадна ургамал бүрхэвч нь байгалийн нүүрстөрөгчийн ялгарал болон шингээлтэд гол үүргийг гүйцэтгэдэг төдийгүй нүүрсхүчлийн хийн хуурай газрын улирлын хэлбэлзлийг илэрхийлэх хүчин зүйл болж байна. Мөн судалгааны хугацааны хандлагыг Тейл-Сенийн налууаар тооцоход нүүрсхүчлийн хийн агууламж ($Q=2.32$ ppm/жил, $p<0.001$), 'NDVI' ($Q=0.002$ нэгж/жил, $p<0.05$), агаарын температур ($Q=0.2^\circ\text{C}/\text{жил}$, $p<0.01$) болон салхины хурд ($Q=0.01$ м/с/жил, $p>0.05$) нь сүүлийн 11 жилд өссөн хандлагатай гарсан. Гэхдээ статистик ач холбогдлыг харьцуулж үзвэл агаарын температур нь нүүрсхүчлийн хийн агууламжтай харьцуулахад өндөр биш. 'NDVI'-нь нүүрсхүчлийн хийн агууламж болон агаарын температуртай харьцуулахад статистик ач холбогдол бага байгаа бол салхины хурд нь өссөн хэдий ч статистик ач холбогдолгүй байна. Улирлаар авч үзвэл нүүрсхүчлийн хийн агууламж бүхий л улиралд өссөн. Нүүрсхүчлийн агууламжийн энэ өсөлт нь хаврын улирлын температурт нөлөөлж байгаагаас гадна ургамал эрт ургаж эхлэх нөхцөлийг бүрдүүлсэн. Үүний нөлөөгөөр судалгааны хугацаанд хавар 'NDVI' утга статистик ач холбогдолтой өссөн хандлагатай гарлаа. Агаарын температур мөн адил судалгааны хугацаанд өссөн хандлагатай байна. Улирлаар нь авч үзвэл хаврын улиралд статистик ач холбогдолтой өссөн бол намрын улиралд буурчээ. Салхины хурдны хувьд хаврын улирлаас бусад хугацаанд өссөн хандлагатай боловч статистикийн хувьд ач холбогдолгүй гарсан.

Түлхүүр үгс: Нүүрсхүчлийн хийн агууламж; 'NDVI'; Цаг уурын хэмжигдэхүүн; Тейл-Сений налуу; Корреляцийн коэффициент

Abstract

Carbon dioxide (CO_2) concentration is the most important greenhouse gas in the atmosphere that significantly contributes to global warming. It is important to determine the yearly trend that contributes to the reduction of CO_2 . In this study, we considered the monthly average of the CO_2 concentration in the atmosphere of Mongolia and calculated the correlation coefficient as a function of 'MODIS' 'NDVI', air temperature, and wind speed. As shown in the results of a study the annual trend of CO_2 concentrations was inversely related to 'NDVI' ($R=-0.87$, $p<0.001$) and temperature ($R=-0.67$, $p<0.05$), whereas directly related to wind speed ($R=0.91$, $p<0.001$). CO_2 concentration has seasonal fluctuations, while vegetation cover plays an important role in the emission and absorption of natural carbon, and is the main factor in the seasonal fluctuations of terrestrial CO_2 . Furthermore, we calculated the Tayle-Sen slope, CO_2 concentration ($Q=2.31$ ppm/year, $p<0.001$), 'NDVI' ($Q=0.002$ units/year, $p<0.05$), air temperature ($Q=0.1^\circ\text{C}/\text{year}$, $p<0.01$) and wind speed ($Q=0.01$ m/s/year, $p>0.05$) have increased over the last 11 years. However, compared to the p-value, the temperature is not higher than the CO_2 concentration. CO_2 concentration has increased throughout all seasons. 'NDVI' was less significantly comparable to CO_2 and temperature, while wind speed was

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: Д.Сайнбаяр: Судалгааны ажлын нэгтгэл, бичвэр, тооцоолол; С.Эрдэнэсүх: Судалгааны ажлын нэгтгэл, бичвэр; А.Саруулзаяа: Гадаад эх сурвалжийн орчуулга, хяналт

2312-8534/© 2022 Зохиогчийн бүх эрх хуулиар хамгаалагдсан.

increased but it is not significantly. This increase in CO₂ concentration affects spring temperatures and allows plants to start growing earlier. As a result, 'NDVI' values increased significantly in the spring season during the study period.

Keywords: Carbon dioxide concentration; 'NDVI'; Meteorological parameters; Theil-Sen's slope; Correlation coefficient

Оршил

Хүлэмжийн хийн ялгаралтаас шалтгаалсан уур амьсгалын өөрчлөлтийн асуудал дэлхий дахины сүүлийн зуун жилийн хугацаанд тулгамдсан асуудал болсоор байна. Уур амьсгалын өөрчлөлтийн засгийн газар хоорондын мэргэжилтний хорооны 6-р тайланд дурдсанаар дэлхийн гадаргын температур 1850-1900 оноос хойш 21-р зууны эхний 2 арван жил 2001-2020 онд даруй 0.99°C-аар дулаарсан. Харин нүүрсхүчлийн хий 2019 онд 2011 оноос 19 ppm-ээр, метан хий 63 ppb-ээр тус тус өсжээ (Arias et al., 2021).

Хэдийгээр уур амьсгалын тогтолцоонд сөрөг урвуу холбооны механизм үйлчилж байдгаас дэлхийн уур амьсгал тогтвортой (Нацагдорж & Сарантуяа, 2018) байдаг ч сүүлийн 100 жилд энэ тогтолцоо эсрэгээрээ буюу эерэг урвуу холбооны механизм ажиглагдах болсон нь уур амьсгалын өөрчлөлт, дэлхийн дулаарал болох үндэс болж байна. Иймээс цаашид авах арга хэмжээг төлөвлөх, хэрхэн шийдвэрлэх арга замыг олохын тулд ирээдүйн төсөөллийг загварчлах нь чухал юм. Хүний үйл ажиллагаанаас шалтгаалсан хүлэмжийн хийн тооцооллыг хийх арга, аргачлал байдаг хэдий ч байгаль дээрх хүлэмжийн хийн ялгарал, шингээлтийг тооцоолох нь маш төвөгтэй асуудал юм. Үүнийг загварчлах энгийн арга нь уур амьсгалын болон нүүрстөрөгчийн эргэлтийн бүрдэл хэсгүүдийн хамаарлыг тооцох юм. Нүүрстөрөгчийн эргэлт гэдэг нь агаар мандал, чулуун мандал болон био мандал хоорондох нүүрстөрөгчийн солилцоог хэлнэ (Dagbegnon, Djebou, & Singh, 2016).

Сүүлийн жилүүдэд биомандлын болон агаар мандлын хоорондох нүүрстөрөгчийн эргэлтийн загварчлалыг зайнаас тандан судлалын өгөгдлийг ашиглан судлах болсон (Guo et al., 2012). Жишээлбэл 'Landsat' хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан индекс тооцож, 2001-2006 оны хооронд ойн нүүрстөрөгчийн давхар ислийн солилцоог загварчлахад Сайжруулсан ургамлын индекс-Enhanced vegetation index 'EVI'-тэй өндөр хамааралтай байгааг тогтоосон (Tang, Lin, Chan, & Yan, 2011). Түүнчлэн зарим судалгаанд хүлэмжийн хийн ажиглалтын хиймэл дагуул 'GOSAT' болон Дунд зэргийн нарийвчлалтай дүрсийн спекторрадиометр 'MODIS' хиймэл дагуулын гадаргын температур, ургамлын индексийн бүтээгдэхүүнийг ашиглан шугаман регрессээр CO₂-орон зайн хуваарилалтыг загварчилсан бөгөөд нарийвчлал нь судалгааны талбай бүрд өөр өөр байсан (Guo et al., 2012). Мөн Guo (2015) нар 'GOSAT' 'CO₂' болон 'MODIS' 'NDVI'-ийн хоорондын хамаарлыг судалсан. Falahatkar (2017) нарын судалгаагаар агаарт агуулагдах нүүрстөрөгчийн хийн агууламжийн улирлын хэлбэлзлийг авч үзэхэд ургамлын нормчилсон ялгаврын индекс болон чийгшилтэй урвуу хамааралтай гарчээ. Харин абиотик хүчин зүйлүүд болох температур, агаарын чийгшил, хөрсний чийгшил зэрэг нь бичил биетний үйл ажиллагаа, органик материйн задралд нөлөөлснөөр нүүрсхүчлийн хийн ялгаралд шууд бус зохицуулагч болдог (Hassan, David, & Abbas, 2014).

Агаар мандалд агуулагдах хийн хольц, тухайлбал CO₂, CH₄ хийн агууламжийн хэлбэлзэл нь цаг агаарын нөхцөлтэй нягт уялдаа холбоотой (Perez, Sanchez, Garcia, Pardo, & Fernandez-Duque, 2018). Газрын гадаргын температур нь дэлхийн гадарга болон агаар мандлын хоорондох энерги солилцооны илрэл бөгөөд биогеохимийн болон уур амьсгалын өөрчлөлтийн судалгаанд өргөн ашиглагддаг (Chejarla, Maheshuni, & Mandla, 2016). Зарим судлаачид нүүрсхүчлийн хийн агууламжийг загварчлахад гадаргын температураас агаарын температур нь илүү чухал үүрэгтэйгээс гадна салхины хурд, зүг нь нүүрсхүчлийн хийн урсгалд нөлөөлж байгааг (Siabi, Falahatkar, & Alavi, 2019) тогтоосон. Төв Азийн 5 улсын нутаг дэвсгэрт хийсэн судалгаанаас орон нутгийн эх үүсвэрээс үл хамааран салхины хурд, чиглэлээс шалтгаалан зэргэлдээ улсын нүүрсхүчлийн хийн агууламж хүчтэй нөлөөлж байгааг тооцсон байдаг (Cao et al., 2017).

Уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөллийг судлахын тулд олон жилийн хугацааны цуваа бүхий өгөгдлөөс илүүтэйгээр хоног, сар, жилийн явцад гарах өөрчлөлт, хамаарлыг судлах нь чухал ач холбогдолтой (Нацагдорж & Сарантуяа, 2018). Өмнөх судалгаагаараа зайнаас тандан судлалын өгөгдлийг ашиглан Монгол орны агаар дахь метан, нүүрсхүчлийн хийн агууламжийн орон зай болон цаг хугацааны хуваарилалт, өөрчлөлтийг гаргасан (Adiya et al., 2021). Энэ удаагийн судалгаандаа бид Монгол орны агаар дахь хүлэмжийн хийн агууламжийн жилийн доторх явцыг биомандлын индикатор болох 'MODIS' хиймэл дагуулын 'NDVI', цаг уурын

хэмжигдэхүүнүүдийн жилийн явц (агаарын температур, салхины хурд)-тай хамааруулан судаллаа. Мөн судалгааны хугацааны хандлага, өөрчлөлтийг тооцсон.

Судалгааны талбай

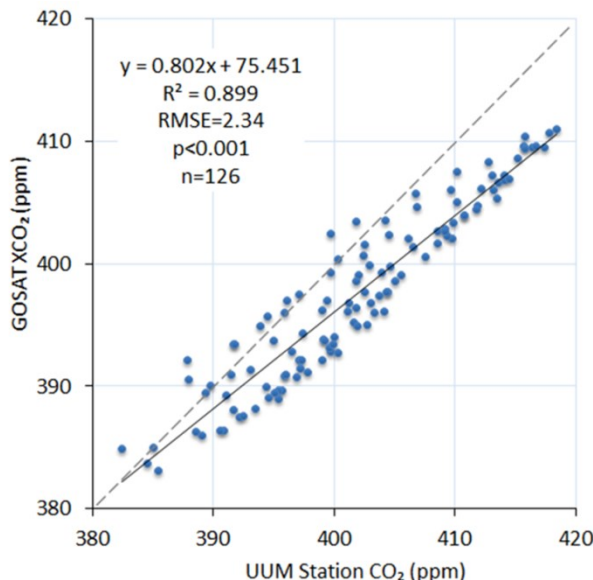
Энэ судалгаанд Монгол орны нутаг дэвсгэрийг бүхэлд хамруулсан. Даян дэлхийн уур амьсгалын өөрчлөлт нь Монгол оронд ихээхэн нөлөөлж байна. Сүүлийн 79 жилийн хугацаанд агаарын температур 2.25°C -аар дулаарсан, агаар мандлын гаралтай аюултай болон гамшигт үзэгдлийн тоо өмнөх 30 жилээс 2001-2018 онд 2 дахин нэмэгдсэн (*Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын тайлан*, 2019) зэргээс харж болно. Говийн бүс нутагт байрлах станцын мэдээгээр сүүлийн 25 жилийн хугацаанд CO_2 агууламж 14.8 хувиар нэмэгдсэн. Монгол улс НҮБ-ийн “Уур амьсгалын өөрчлөлтийн суурь конвенц”-ын дэлхийн улс орны өмнө хүлээсэн үүргийн дагуу хүлэмжийн хийг бууруулах үндэсний хэмжээнд тодорхойлсон хувь нэмрийн зорилтыг 2020 онд дахин шинэчилж 2030 онд 22.7 хувьд хүргэх тооцоо хийгээд байгаа билээ. Гэсэн хэдий ч газар ашиглалт ойн салбар зэргээс ялгарах болон шингээх хүлэмжийн хийн тооцоо судалгаа хомс байсаар байна. 2014 оны байдлаар Монгол орон дэлхийн нийт хүлэмжийн хийн ялгарлын 0.09 хувийг ялгаруулж (*Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын тайлан*, 2019) байгаа боловч нэг хүнд ноогдох нүүрс болон шатах түлш шаталтаас ялгарах нүүрсхүчлийн хийн ялгарлаар 2019 оны байдлаар дэлхийн хэмжээнд наймдугаарт жагсаж байгаа нь өндөр үзүүлэлт юм. Түүнчлэн Монгол улс нь хүлэмжийн хийн ялгарлын зэрэглэлээр I, IV-т жагсаж (Friedlingstein et al., 2020) буй Хятад болон Орос улстай хиллэдэг нь Монгол орны агаар дахь нүүрсхүчлийн хийн агууламжид нөлөөлж болох юм.

Судлаач Sandelger (2017) нар Улаанбаатар хотын хүлэмжийн хийн босоо тархалтыг хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан тооцсон байдаг. Энд нүүрсхүчлийн хийн агууламж өндрөөшөө буурах зүй тогтолтойгоос гадна улирлын явц тод илэрсэн. Судлаач Оюунчимэг (2017) болон Adiya (2021) нар Монгол орны хэмжээнд ‘GOSAT’ хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан нүүрсхүчлийн хийн агууламжийн орон зайн тархалт, өөрчлөлтийн судалгааг хийжээ. Судалгаанаас авч үзвэл судлаачид ‘GOSAT’ хиймэл дагуулын 2 өөр бүтээгдэхүүнийг ашигласан хэдий ч газрын хэмжилтийн мэдээтэй харьцуулахад ‘GOSAT XCO₂’ агууламжийн утга арай бага боловч ерөнхий хандлагыг тодорхойлж чадаж байна (Оюунчимэг, 2017) гэжээ. Монгол орны агаарт агуулагдах нүүрсхүчлийн хийн судалгаа нь бусад судалгаатай харьцуулахад харьцангуй цөөн байна. Иймээс Монгол улсыг хамарсан хүлэмжийн хийн ажиглалтын мэдээн (хиймэл дагуулын мэдээ)-д суурилсан дүн шинжилгээ чухал юм.

Судалгааны материал, арга зүй

Хиймэл дагуулын мэдээ: Судалгаанд 2010-2020 оны хоорондох сар бүрийн ‘GOSAT’ хиймэл дагуулын ‘FTS SWIR Level 3’ бүтээгдэхүүн болох ‘XCO₂’, ‘MODIS’ хиймэл дагуулын ‘MOD13A3’ бүтээгдэхүүн ‘NDVI’ ашиглав.

‘GOSAT XCO₂’ нь тухайн хугацааны агаар мандал дахь CO_2 хийн агууламжийн баганын дундаж утгын тархалтын мэдээллийг хангалттай өгдөг (Hwang, Schluter, Choudhury, & Um, 2021) бөгөөд бүс нутгийн биомандлын фотосинтез болон амьсгалаас шалтгаалсан CO_2 урсгалын ялгааг маш сайн илэрхийлдэг хиймэл дагуулын ажиглалтын мэдээ юм. Судалгаанд ашиглагдах ‘GOSAT’ хиймэл дагуулын ‘FTS SWIR Level 3’ бүтээгдэхүүний орон зайн нарийвчлал нь 2.5° , өвлийн саруудад судалгааны талбайг бүрэн хамраагүй байдаг. Мэдээллийн бүрэн гүйцэт байдлыг хангахын тулд Албертийн тэнцүү талбайн проекцид шилжүүлэн ‘Ordinary kriging interpolation’ геостатистик техникийг ашиглан дутуу хэсгийг нөхсөн.



Зураг 1. ‘GOSAT XCO₂’ болон Улаан-Уул (UUM) станц дээрх CO₂ хэмжилтийн хамаарал

Монгол орны хувьд 1992 оноос хойш тасралтгүйгээр Дорноговь аймгийн Эрдэнэ сумд орших Улаан-Уул (олон улсын тэмдэглэгээнд UUM гэж тэмдэглэдэг) станц дээр агаарт агуулагдах хүлэмжийн хийн хэмжилтийг хийж байна. Тус станцын мэдээг стайтад (<https://gaw.kishou.go.jp/>) байршсан хугацаа (2010 оны I сараас 2020 оны IX сар хүртэлх)-аар татан авч ‘GOSAT’ хиймэл дагуулын тухайн стацийн байршил дээрх ‘XCO₂’ мэдээтэй регрессийн шинжилгээ хийж хиймэл дагуулын нарийвчлалыг шалгасан. Энд ‘GOSAT XCO₂’ мэдээ нь станц дээрх хэмжилтийн мэдээний 90% -г статистик хамааралтай болохыг харуулж байна. Иймд судалгаанд ашиглах бүрэн боломжтой мэдээ гэж үзлээ. Зураг 1-д хамаарлыг цэгэн диаграммаар дүрслэн харуулав.

Судалгаанд ашиглагдаж буй өгөгдлүүдийн ялгаатай орон зайн нарийвчлалыг шийдэхийн тулд Албертийн тэнцүү талбайн проекцид шилжүүлж, ‘ArcGIS 10.8’ программ хангамжийн ‘Resample’ тусламжтайгаар 0.1° -ийн ижил орон зайн нарийвчлал бүхий өгөгдөлд хувиргасан. Эцэст нь ‘Spatial Analyst tools’-ийн тусламжтай Монгол орны дундаж утгыг өгөгдөл бүрээр гарган авч дүн шинжилгээнд ашиглахад бэлэн болгосон.

Цаг уурын хэмжигдэхүүн: Судалгаандаа Европын дунд хугацааны прогнозын төв - European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)-ийн ‘ERA5-Land’ реанализийн өгөгдлийн багцаас 2010-2020 оны сар бүрийн 2 м-ийн түвшний агаарын температур, 10 м-ийн түвшний салхины өгөгдөл (u, v) -ийг 0.1° орон зайн нарийвчлалтайгаар татан авч ашиглалаа (Copernicus Climate Change Service. C3S ERA5-Land reanalysis, 2019). ‘ERA5-Land’ өгөгдлийн багц нь ‘ERA5’ өгөгдлийн багцыг хуурай газрын бүрэлдэхүүн хэсгээр дахин загварчлан хуурай газрын усны эргэлт, энергийн эргэлтийн параметруудийг илүү сайжруулсан хувилбар юм (Muñoz-Sabater et al., 2021). Зарим судалгаанаас авч үзвэл ‘ERA5’ өгөгдлийг станцын хэмжилтийн агаарын температур, салхины хурдны мэдээтэй хамаарал бодуулахад корреляцийн коэффициент нь 0.66-аас 0.99 ($p < 0.05$) гарсан (Tetzner, Thomas, & Allen, 2019). ‘ERA5-Land’ реанализийн агаарын температурын өгөгдлийг ажиглалтын мэдээтэй хамаарал бодуулахад корреляцийн коэффициент нь 0.99 ($p < 0.05$) (Dergunov & Yakubailik, 2020) байгаа нь судалгаанд ашиглах бүрэн боломжтой гэж үзлээ.

Салхины өгөгдөл нь салхины хурдны өргөрөг (v)-ийн ба уртраг (u)-ийн дагуух 2 байгуулагчаас бүрдэнэ. Салхины 2 байгуулагчийг ашиглан дараах томъёогоор салхины хурд (I)-ыг тооцсон.

$$wind\ speed = \sqrt{u^2 + v^2} \tag{I}$$

Пиксел бүр дээр тооцсон салхины хурдны өгөгдлийг ‘ArcGIS 10.8’ программ хангамжийн

‘Spatial Analyst tools’ тусламжтайгаар судалгааны талбайн дундаж утгыг гарган дүн шинжилгээ хийлээ.

Дүн шинжилгээ: Дэлхийн Цаг Уурын байгууллагаас уур амьсгалын өөрчлөлтийг 30 жилийн утгатай харьцуулан авахыг зөвлөсөн байдаг. Гэсэн хэдий ч уур амьсгалын өөрчлөлт эрчимтэй явагдаж буй өнөө үед 10 жилийн хугацааны өөрчлөлтийг авч үзэх нь хүрээлэн буй орчны өөрчлөлтийн менежментийг зөв төлөвлөхөд ач холбогдолтой юм. Монгол орны 2010-2020 оны сарын дундаж ‘GOSAT XCO₂’ болон ‘NDVI’, цаг уурын хэмжигдэхүүнүүдийн утгаар жилийн доторх хамаарлыг корреляцийн коэффициентоор (II)-оор тооцсон.

$$R_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (\text{II})$$

Энд: x, y -нь хамаарал тооцох 2 хувьсагч, \bar{x}, \bar{y} -нь 2 хувьсагчийн харгалзах түүврийн дундаж, $i=1, 2, 3 \dots n$ түүврийн тоо.

Үүнээс гадна судалгааны хугацаанд сонгон авсан хүчин зүйлийн өөрчлөлт хандлагыг Тейл-Сений налуу (III)-гаар тооцлоо. Тейл-Сений арга нь параметрийн бус статистик арга бөгөөд хамгийн бага квадратын аргаас илүү найдвартайгаар шугамыг тохируулдаг өргөн ашиглагддаг арга юм (Chattopadhyay & Edwards, 2016).

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k}; j = 1, 2, 3, \dots N \quad (\text{III})$$

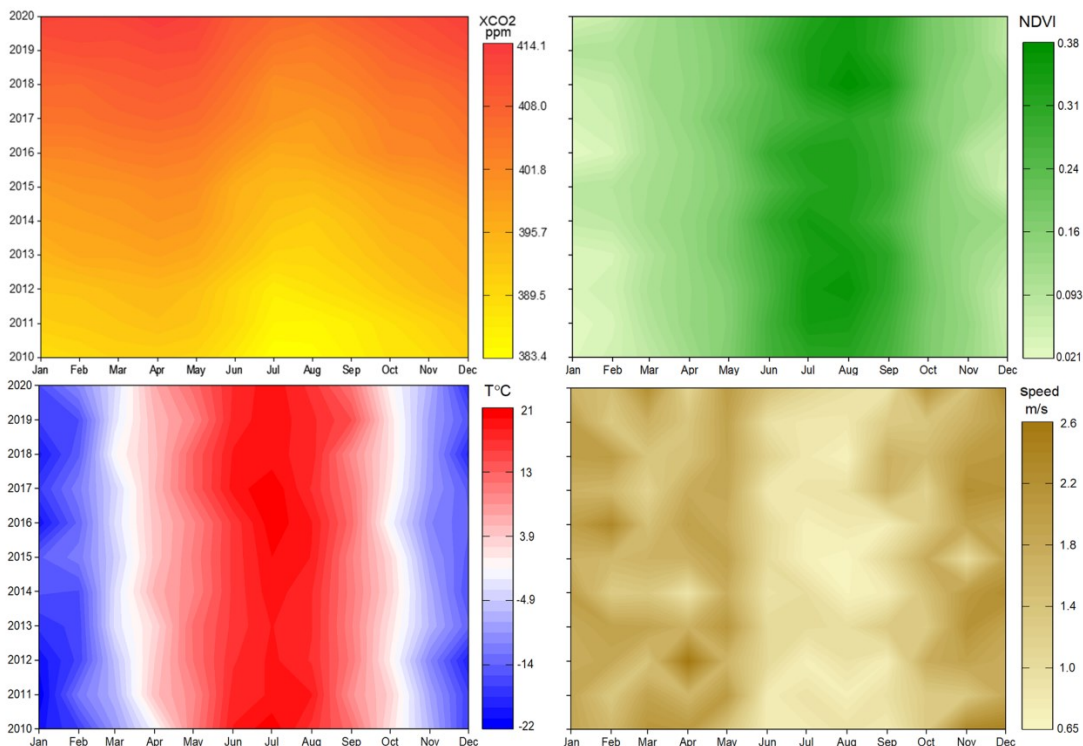
Энд: \bar{x}, \bar{y} -нь харгалзах түүврийн дундаж, j, k - тооцож буй өгөгдлийн өмнөх хугацаанд харгалзах утга, дараагийн хугацаанд харгалзах өгөгдөл, N -үргэлжлэх хугацаа. x - өгөгдлийн n - хугацааны цуваа бүхий түүврийн утга байна гэж үзвэл Q -г $N=n(n-1)/2$ удаа тооцох боломжтой. Сенийн аргаар ерөнхий налуугийн утга нь Q -г тооцсон N - тооны утгуудын медиан байх бөгөөд дараах томъёо (IV)-гоор тооцно.

$$Q^* = \begin{cases} Q_{(N+1)/2}, N \text{ odd} \\ \frac{Q_{N/2} + Q_{(N+2)/2}}{2}, N \text{ even} \end{cases} \quad (\text{IV})$$

Энэ нь хугацааны цуваа бүхий өгөгдлийн хандлагын статистик ач холбогдлыг 95 хувь (99 хувь)-ийн итгэлцүүрийн мужид тооцдог.

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Монгол орны ‘GOSAT Level 3’ мэдээнд суурилсан агаарт агуулагдах нүүрсхүчлийн хийн агууламж, ‘MOD13A3’ ‘NDVI’-ийн болон реанализийн 2 метрийн түвшний агаарын температур, 10 м-ийн салхины хурдны сар, жилийн динамикийг харуулав (Зураг 2).

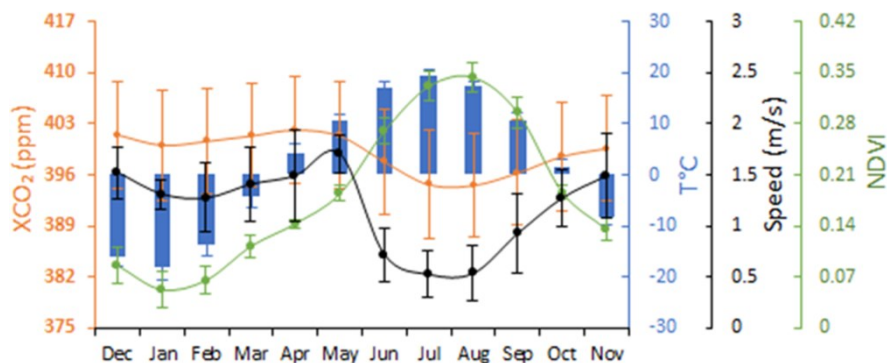


Зураг 2. 2010-2020 оны I-XII сар хүртэлх хугацааны XCO₂, ‘NDVI’, агаарын температур болон салхины хурдны нийт пикселийн дунджаар авсан динамик

Зураг-2-оос үзвэл XCO₂ агууламжийн хамгийн бага утга (383.4 ppm) 2010 оны VII сард ажиглагдсан бол хамгийн их агууламж (414.1 ppm) 2020 оны IV сард ажиглагдсан. Судалгааны хугацааны дундаж нь 399.05±7.29 ppm (дундаж±стандарт хазайлт) байв. Нүүрсхүчлийн хийн агууламж өвөл болон хаврын улиралд өндөр агууламжтай, харин зун, намрын улиралд бага агууламжтай байна. 2010-2020 оны хооронд сар бүр дээр жигд өссөн хандлага тод ажиглагдсан. ‘NDVI’-ийн хувьд ургамлын фенологийн үе шат болон газрын бүрхэвчийг хамгийн сайн илэрхийлдэг индикатор юм. Хүйтний улиралд ‘NDVI’ утга хөрс болон ургамлын үлдэгдлээс ойх үзэгдэх гэрлийн улаан болон ойрын хэт улаан туяаны мужийн ялгаврын утга байдаг. Судлаачдын үзэж буйгаар өвөл ногоон ургамалгүй байхад ‘NDVI’ их утга ажиглагдах шалтгаан нь хөрс дээрх утга (0.08-0.16)-аас ургамлын үлдэгдлийн утга (0.14-аас их) их байдгийг тогтоосон (McMurtrey, Chappelle, Daughtry, & Kim, 1993). ‘NDVI’ динамикаас үзвэл IV-V сараас ургамал ургаж эхлээд IX-X сар хүртэл ногоон масс хадгалагдаж байна. ‘NDVI’ хамгийн бага утга I сард 0.023, их утга VIII сард 0.38 ажиглагдсан. Энд ‘NDVI’ утга судалгааны талбайн дундаж утга (0.18±0.01 нэгж) гэдгийг анхаарч үзэх хэрэгтэй. Температурын хувьд улирлын хэлбэлзлээс гадна хавар, намрын шилжилтийн улирлын температурын зааг тод харагдаж байна. Салхины хурд дулааны улиралд тогтуун байдаг бол улирлын шилжилтийн саруудад салхины хурд өсжээ. Судалгааны хугацааны салхины дундаж хурд 1.18±0.1 м/с байсан. Бид хугацааны өөрчлөлтийг дараагийн хэсэгт Тейл-Сенийн налуугаар тооцож дүн шинжилгээ хийв.

Хамаарлын шинжилгээ: Судалгааны талбайн XCO₂ хийн агууламж болон ‘NDVI’, цаг уурын хэмжигдэхүүнүүдийн 2010-2020 оны I-XII сар хүртэлх нийт пикселийн дундаж утгаар жилийн доторх явцыг зураг 3-д харуулав. Үр дүнгээс үзэхэд өвлийн саруудад нүүрсхүчлийн хийн агууламж өндөр утгаа хадгалсаар хаврын улиралд хамгийн өндөр утгадаа хүрсэн. Сараар нь авч үзвэл XII болон IV сард 2 удаа хамгийн их утга авч V сараас буурч эхлээд зуны улирлын VII-аас VIII сард хамгийн бага утгадаа хүрч намрын IX сараас буцаад өсдөг байна. Улирлын энэхүү хэлбэлзэл нь дээр дурдсанчлан эх газрын биомандлын болон агаар мандлын хоорондох хийн солилцоотой нягт холбоотой. Судлаачдын дүгнэж байгаагаар хавар IV сард агаарын температур (зураг 2-аас харахад) тэг градусаас дээш гарахад хөрсний температур ч мөн өсөж түүнд

агуулагдах органик карбоны ялгарал өсдөг (Diallo et al., 2017). Хөрсөнд агуулагдах органик карбоны ялгарал нь температур өсөхөд дагаад өсдөг (Koutsoyiannis & Kundzewicz, 2020) хэдий ч ургамлын фотосинтезийн процесс V сараас нэмэгдсэнээр агаарт агуулагдах CO₂ -г шингээх нь үйл явц нь ялгаралтай харьцуулахад давамгайлдаг. Иймээс зуны улиралд CO₂ хамгийн бага агууламж VIII сард ажиглагдах үндсэн шалтгаан болдог. Зургаас үзвэл ‘NDVI’ нь VIII сард хамгийн өндөр утгатай байна.



Зураг 3. 2010-2020 оны сарын дундаж утгаар авсан нүүрсхүчлийн хий (XCO₂) болон агаарын (T°C), салхины хурд, ‘NDVI’-ийн жилийн доторх хуваарилалт

Салхины хурд нь тухайн газар нутгийн орчил урсгалын улирлын өөрчлөлтөөс хамаардаг бөгөөд Монгол орны хувьд хавар, намрын улиралд их, өвөл, зуны улиралд бага утгаа авч (Зураг 3) уур амьсгалын горимыг бий болдог. Салхины хурдны жилийн доторх хуваарилалт нь XCO₂ агууламжтай ижил хэлбэртэй байна (Зураг 3). Салхины хурд, нүүрсхүчлийн хийн агууламжийн цаг болон өдрийн явц нь урвуу хамааралтай байдаг (Smith et al., 2013). Гэхдээ энэ судалгаандаа салхины хурдны 2010-2020 оны сарын дундаж утгаар жилийн доторх хуваарилалтыг авч үзсэн. Судалгааны хугацааны сар бүрийн дундаж утгаар ‘XCO₂’ болон ‘NDVI’, цаг уурын хэмжигдэхүүнүүдийн жилийн доторх хамаарлыг корреляцийн коэффициентээр тооцож матрицаар харуулав (Хүснэгт 1). Хүснэгтээс харахад XCO₂ агууламжийн жилийн доторх явц нь ‘NDVI’ (R=-0.88, p<0.01) болон температуртай урвуу хамааралтай (R=-0.67, p<0.05), салхины хурдтай шууд хамааралтай (R=0.92, p<0.01) байна. Ургамал бүрхэвч нь байгалийн нүүрстөрөгчийн ялгарал болон шингээлтэд гол үүргийг гүйцэтгэдэг төдийгүй нүүрсхүчлийн хийн хуурай газрын явцыг илэрхийлэх хүчин зүйл болно (Siabi et al., 2019; Golkar, Al-Wardy, Saffari, Al-Aufi, & Al-Rawas, 2020). Өөрөөр хэлбэл бөмбөрцгийн хойд хагаст ургамал хаврын улиралд ногоорч, зуны улиралд энэ байдал хадгалагдсанаар дулааны улирлын туршид нүүрсхүчлийн хийг шингээж, тодорхой хэмжээгээр буцаан ялгаруулдаг нь агаар дахь CO₂ агууламжийн жилийн явцыг тодорхойлж байдаг (WMO WDCGG Data Summary, 2020). Жилийн энэ явц нь бидний судалгааны үр дүнгээс ч тод харагдаж байна. Монгол оронд байгалийн нүүрстөрөгчийн шингээлт, ялгаруулалтын хэмжээ тун бага судлагдсан, энэ талаарх тоон мэдээлэл маш бага байгаа нь анхаарал татсан асуудал юм.

Салхины хурд нь CO₂ агууламжийг бууруулдаг (Smith et al., 2013) хэдий ч жилийн доторх явц нь эерэг хамааралтай гарсан нь CO₂ улирлын динамик нь шим мандлын фотосинтезийн процессоор зохицуулагддагтай (Metua et al., 2021) холбоотой. Түүнчлэн CO₂ агууламж нь салхины зүг, өөрөөр хэлбэл нүүрсхүчлийн хийн эх үүсвэрийн байршлаас ихээхэн хамаарах нь дамжиггүй юм. Цаашид CO₂ агууламжийг салхины чиглэлтэй хамааруулан орон зайн шинжилгээ хийх нь чухал юм.

Хүснэгт 1. Корреляцийн коэффициент

	XCO ₂ (ppm/жил)	NDVI (нэгж/жил)	T°C (°C/жил)	Speed (м/с/жил)
CO ₂	1			
NDVI	-0.88**	1		
T°C	-0.67*	0.93**	1	
Speed	0.92**	-0.81**	-0.67*	1

**p<0.01, *p<0.05

Тейл-Сений налуугийн тооцооны өөрчлөлт: Тейл-Сенийн налуугийн тооцоогоор 2010-2020 оны хооронд Монгол орны ХСО₂ агууламж, ‘NDVI’ болон цаг уурын хэмжигдэхүүнүүдийн өөрчлөлт, хандлагыг улирал, жилээр харуулав (Хүснэгт 2, Зураг 4).

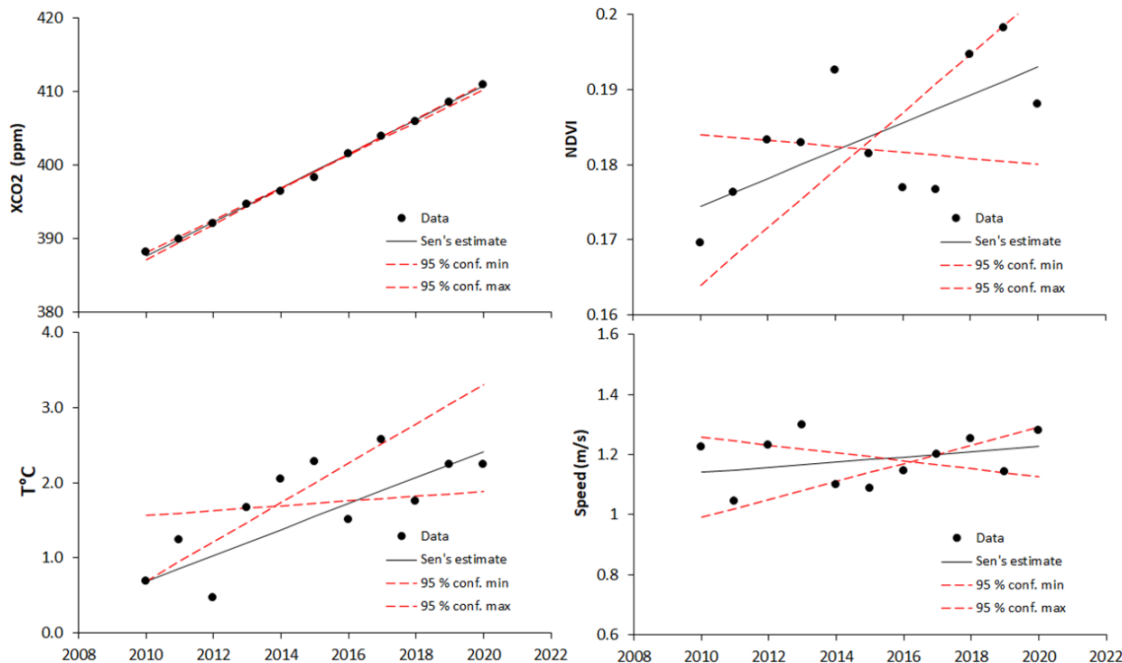
ХСО₂ нь судалгааны хугацааны жил, улирлын хугацаанд өндөр статистик ач холбогдолтойгоор өссөн. ‘NDVI’ нь 11 жилийн хугацаанд өссөн хандлагатай байгаа боловч статистик ач холбогдлын хувьд бага, харин хаврын улиралд өндөр статистик ач холбогдолтой өсжээ (Хүснэгт 2). Өвлийн улирлын ‘NDVI’ утга өссөн хандлагатай байгаа нь өвлийн улиралд хөрсөн дээрх ургамлын үлдэгдэлтэй холбоотой (Iwasaki, 2009). судалгаандаа Монгол орны ‘NDVI’ утга өвлийн улиралд өсөж байгаа нь бэлчээрт үлдэх ургамлын үлдэгдэл нөлөөлж байгааг онцлон дурдсан байдаг. Агаарын температур мөн адил судалгааны хугацаанд өссөн хандлагатай байна. Улирлаар нь авч үзвэл хаврын улиралд статистик ач холбогдолтой өссөн бол намрын улиралд буурчээ. Салхины хурдны хувьд хаврын улирлаас бусад хугацаанд өссөн хандлагатай боловч статистикийн хувьд ач холбогдолгүй гарсан.

Хүснэгт 2. Тейл-Сенийн налуугийн тооцооны өөрчлөлт, хандлага

	ХСО ₂	NDVI	Т°С	Хурд
	(ppm/жил)	(нэгж/жил)	(°C/жил)	(м/с/жил)
2010-2020	2.321***	0.002+	0.172*	0.009
Өвөл	2.332***	0.003+	0.273	0.002
Хавар	2.264***	0.002**	0.339**	-0.024
Зун	2.311***	0	0.009	0.022
Намар	2.314***	0.002	-0.053	0.022

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, + $p < 0.05$

Монгол орны хувьд дээрх үр дүнгээс авч үзвэл уур амьсгалын өөрчлөлт хаврын улиралд илүү тод илэрч байна. Судлаачдын үзэж буйгаар хавар эрт дулаарч ургамлын ургалтад нөлөөлөх ашигтай болон идэвхтэй температурын нийлбэр мэдэгдэхүйц нэмэгдсэн (Дагвадорж, 2017) нь ургамал эрт ургаж эхлэх нөхцөлийг бүрдүүлсэн. Үүнтэй адил бидний судалгааны үр дүнгээс үзвэл хаврын улирлын температур өсөж үүнийг даган ‘NDVI’ утга мөн өссөн хандлага ажиглагдсан. Нүүрсхүчлийн хийн агууламжийн өсөлт нь уур амьсгалын өөрчлөлт, агаарын температурын өсөлтөд гол үүрэг гүйцэтгэж байгааг орчин үед дэлхийн ихэнх судлаачид хүлээн зөвшөөрсөн (Jia et al., 2019) байдаг. Бидний судалгааны явцад ч энэ хандлага батлагдаж байв.



Зураг 4. ХСО₂, ‘NDVI’ болон агаарын температур, салхины хурдны 95 хувийн итгэлцүүрийн мужид Сенийн налуугийн тооцооны өөрчлөлт

Сүүлийн II-III арван жилийн хугацаанд дэлхийн фито масс өссөн хандлагатай (ногоон ургамлын фотосинтезийн процесс өссөн хандлагатай) байна (Jia et al., 2019). Ялангуяа Хятад, Энэтхэг орчимд, Европын ихэнх хэсгээр, хойд Америкийн төв хэсэг, Бразилын зүүн өмнөд хэсэг болон Австралийн зүүн өмнөд хэсгийн нутгаар өндөр статистик ач холбогдолтой өссөн (Jia et al., 2019) байгааг тэмдэглэсэн. Энэ хандлага бидний судалгааны үр дүнтэй таарч байна. Гэвч хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй нүүрсхүчлийн хийн ялгарал нь дэлхийн нүүрсхүчлийн массын тэнцвэрт байдлыг алдагдуулсаар байгааг (Koutsoyiannis & Kundzewicz, 2020) тэмдэглэсэн байдаг.

Дүгнэлт

Монгол орны агаарт агуулагдах XCO_2 агууламжийн жилийн явц нь улирлын хэлбэлзэлтэй байна. Энд корреляцийн коэффициентийг тооцоход XCO_2 агууламжийн жилийн динамик нь өндөр статистик ач холбогдолтойгоор 'NDVI', температуртай хүчтэй урвуу хамааралтай, салхины хурдтай хүчтэй шууд хамааралтай байсан. Хавар агаарын температур өсөж, сарын дундаж температур тэг градусаас давахад биохимийн процесс эрчимжиж, хөрсний амьсгал, ургамлын гаралтай (органик материал задралд орж) CO_2 урсгал өссөнөөр агаар дахь CO_2 агууламж өссөн (фотосинтезийн процесс маш бага үед). Судлаачдын тогтоосноор сүүлийн жилүүдэд энэхүү хандлага улам өссөөр (Bond-Lamberty & Thomson, 2010) байгааг тэмдэглэсэн. Улирлын явцаас харахад агаарын температурын өсөлтийг даган фито массын фотосинтезийн процессоор V сараас VIII сар хүртэл агаар дахь XCO_2 агууламж бага байна. Зарим судалгаанаас авч үзвэл дулааны улиралд нүүрсхүчлийн хийг загварчлахад 'NDVI'-ийн IV сар болон VIII сарын утга чухал үүрэгтэй төдийгүй хүчтэй шууд хамааралтай байгааг дурджээ (Siabi et al., 2019). Frank (2003) нар 'NDVI'-ийг ашиглан бэлчээрийн нүүрсхүчлийн агууламжийн урсгалыг урьдчилан таамаглахад сайн индикатор болж байгааг тэмдэглэсэн. Эндээс үзэхэд бидний судалгаагаар мөн адил XCO_2 агууламжийн жилийн флуктацид гол үүргийг гүйцэтгэж байна.

Салхины хурд нь агаар мандлын орчил урсгал, улирлын шилжилтийг илтгэж CO_2 зөөгдөл, урсгалыг тодорхойлоход чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Wanninkhof (1999) нар судалгаандаа салхины хурд, CO_2 нь өндөр хамааралтай төдийгүй өөр өөр бүс нутагт зөвөрлөх үүргийг гүйцэтгэдэг гэжээ. Zhou (2016) нар янз бүрийн хувьсагчдыг авч үзэхэд Хятадын баруун хэсэгт карбоны урсгалд зүүн, зүүн хойноос чиглэсэн салхины зүг хамгийн их нөлөөтэй болохыг тогтоожээ. CO_2 агууламжийн өдрийн динамик нь салхины хурдтай урвуу хамааралтай (Sreenivas et al., 2016). Харин жилийн явцыг авч үзвэл бидний судалгаагаар эерэг хамааралтай гарсан. Судлаачдын үзэж буйгаар жилийн явц нь салхины хурдтай эерэг хамааралтай гарч буй нь CO_2 агууламж нь фито массын фотосинтезийн процесстэй холбоотой гэжээ (Metya et al., 2021). Цаашид CO_2 агууламжийг салхины хурд, салхины зүгтэй хамаарал бодуулахад хугацааны интервалыг цаг, өдрөөр судлах шаардлагатай.

Сүүлийн 11 жилийн хугацаанд Монгол орны агаарт агуулагдах жилийн дундаж XCO_2 агууламж, 'NDVI' болон хэмжигдэхүүнүүдийн Тейл-Сений налуугаар тооцсон хандлагаас үзвэл салхинаас бусад өгөгдөл статистик ач холбогдолтой өссөн. Улирлаар авч үзвэл температур хаврын улиралд өссөн хандлага нь 'NDVI' утга мөн хавар өсөхөд нөлөөлсөн. Уур амьсгал дулаарч Монгол оронд хавар эрт дулаарч намар орой хүйтрэх болсноор ургамлын ургах дулаан хангамжид эерэг нөлөө үзүүлдэг. Гэвч зуны хэт халалт, ган, богино хугацааны хүчтэй аадар борооны давтагдал зэрэг аюултай үзэгдлийн давтамж сүүлийн жилүүдэд өсөж байгаа (Дагвадорж, 2017) нь зун фитомасс өсөхөд сөргөөр нөлөөлж байна. Энэ нь Тейл-Сений налуугаар тооцоолсон 'NDVI' утга хавар статистик ач холбогдолтой өссөн ч зуны өсөлт статистик ач холбогдолгүй байгаагаар батлагдаж байна. Температур өсөж, ногоон масс ихэссэнээр агаар дахь CO_2 агууламжийг шингээх фотосинтезийн процесс өсөх хэдий ч хүний үйл ажиллагаатай холбоотой газар ашиглалтын буруу менежмент, хог хаягдал, эрчим хүчний салбараас гарах CO_2 ялгаруулалт ихэссээр байгаа нь томоохон асуудал дагуулсаар байна (Jia et al., 2019).

Цаашид нүүрсхүчлийн хийн агууламжид нөлөөлөх хүчин зүйлийг нарийвчлан судалж, физик механизмыг нарийн тодорхойлох шаардлагатай. Ингэснээр уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохицох, хариу арга хэмжээ авах зэрэг асуудалд тодорхой түлхэц болох болно.

Талархал

Судалгааны ажлыг гүйцэтгэхэд тусалж, дэмжсэн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн судлаач А.Түрүүтүвшин, Н.Болдбаатар нартаа талархал илэрхийлье.

Ном зүй

- Дагвадорж, Д. (2017). Уур амьсгалын өөрчлөлтийг ухаалгаар тооцсон хөгжлийн загвар (Газар тариалангийн жишээн дээр). *Монгол Орны Байгаль, Уур Амьсгалын Үнэн Нөөц сэдэвт онол практикийн бага хурлын илтгэлүүдийн эмхэтгэл*, 30-56.
- Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын тайлан. (2019). Боломжтой: http://www.mne.mn/wp-content/uploads/2019/08/Tuluv-Baidal-Tailan-2017-2018-Infographic_2.pdf. (Нэвтэрсэн: 2021.10.01-28)
- Нацагдорж, Л., Сарантуяа, Г. (2018). *Уур амьсгал судлалын үндэс*. Улаанбаатар хот, Соёмбо Принтинг ХХК.
- Оюунчимэг, Д. (2017). Монгол орны нутаг дэвсгэр дээрх хүлэмжийн хийн өөрчлөлт. *Монгол Орны Байгаль, Уур Амьсгалын Үнэн Нөөц сэдэвт онол практикийн бага хурлын илтгэлүүдийн эмхэтгэл*, Улаанбаатар хот, 71-279.
- Adiya, S., Dalantai, S., Wu, T. H., Wu, X. D., Yamkhin, J., Bao, Y. H., . . . Dorjgotov, B. (2021). Spatial and temporal change patterns of near-surface CO₂ and CH₄ concentrations in different permafrost regions on the Mongolian Plateau from 2010 to 2017. *Science of the Total Environment*, 800. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.149433
- Arias, P., Bellouin, N., Coppola, E., Jones, R., Krinner, G., Marotzke, J., . . . Rogelj, J. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Technical Summary*; IPCC, Geneva, Switzerland.
- Bond-Lamberty, B., & Thomson, A. (2010). Temperature-associated increases in the global soil respiration record. *Nature*, 464(7288), 579-U132. doi:10.1038/nature08930
- Cao, L. Z., Chen, X., Zhang, C., Kurban, A., Yuan, X. L., Pan, T., & de Maeyer, P. (2017). The Temporal and Spatial Distributions of the Near-Surface CO₂ Concentrations in Central Asia and Analysis of Their Controlling Factors. *Atmosphere*, 8(5). doi:10.3390/atmos8050085
- Chattopadhyay, S., & Edwards, D. R. (2016). Long-Term Trend Analysis of Precipitation and Air Temperature for Kentucky, United States. *Climate*, 4(1). doi:10.3390/cli4010010
- Chejarla, V. R., Maheshuni, P. K., & Mandla, V. R. (2016). Quantification of LST and CO₂ levels using Landsat-8 thermal bands on urban environment. *Geocarto International*, 31(8), 913-926. doi:10.1080/10106049.2015.1094522
- Copernicus Climate Change Service. C3S ERA5-Land reanalysis. (2019). (Publication no. 10.24381/cds.68d2bb30). Available: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>
- Dagbegnon, C., Djebou, S., & Singh, V. P. (2016). *Impact of climate change on the hydrologic cycle and implications for society*.
- Dergunov, A. V., & Yakubailik, O. E. (2020). Comparative analysis of data on air temperature based on current weather data sets for 2007-2019. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 548(3), 032034. doi:10.1088/1755-1315/548/3/032034
- Diallo, F. B., Hourdin, F., Rio, C., Traore, A. K., Mellul, L., Guichard, F., & Kergoat, L. (2017). The Surface Energy Budget Computed at the Grid-Scale of a Climate Model Challenged by Station Data in West Africa. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 9(7), 2710-2738. doi:10.1002/2017MS001081
- Falahatkar, S., Mousavi, S. M., & Farajzadeh, M. (2017). Spatial and temporal distribution of carbon dioxide gas using GOSAT data over IRAN. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(12). doi:10.1007/s10661-017-6285-8
- Frank, A. B., & Karn, J. F. (2003). Vegetation indices, CO₂ flux, and biomass for Northern Plains Grasslands. *Journal of Range Management*, 56(4), 382-387. doi:10.2307/4004043
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Olsen, A., . . . Zaehle, S. (2020). Global Carbon Budget 2020. *Earth System Science Data*, 12(4), 3269-3340. doi:10.5194/essd-12-3269-2020
- Golkar, F., Al-Wardy, M., Saffari, S. F., Al-Aufi, K., & Al-Rawas, G. (2020). Using OCO-2 Satellite Data for Investigating the Variability of Atmospheric CO₂ Concentration in Relationship with

- Precipitation, Relative Humidity, and Vegetation over Oman. *Water*, 12(1). doi:10.3390/w12010101
- Guo, M., Wang, X. F., Li, J., Yi, K. P., Zhong, G. S., & Tani, H. (2012). Assessment of Global Carbon Dioxide Concentration Using MODIS and GOSAT Data. *Sensors*, 12(12), 16368-16389. doi:10.3390/s121216368
- Guo, M., Xu, J. W., Wang, X. F., He, H. S., Li, J., & Wu, L. (2015). Estimating CO₂ concentration during the growing season from MODIS and GOSAT in East Asia. *International Journal of Remote Sensing*, 36(17), 4363-4383. doi:10.1080/01431161.2015.1081305
- Hassan, W., David, J., & Abbas, F. (2014). Effect of type and quality of two contrasting plant residues on CO₂ emission potential of Ultisol soil: Implications for indirect influence of temperature and moisture. *Catena*, 114, 90-96. doi:10.1016/j.catena.2013.11.001
- Hwang, Y., Schluter, S., Choudhury, T., & Um, J. S. (2021). Comparative Evaluation of Top-Down GOSAT XCO₂ vs. Bottom-Up National Reports in the European Countries. *Sustainability*, 13(12). doi:10.3390/su13126700
- Iwasaki, H. (2009). NDVI prediction over Mongolian grassland using GSMaP precipitation data and JRA-25/JCDAS temperature data. *Journal of Arid Environments*, 73(4-5), 557-562. doi:10.1016/j.jaridenv.2008.12.007
- Jia, G., Shevliakova, E., Artaxo, P., De Noblet-Ducoudré, N., Houghton, R., House, J., . . . Verchot, L. (2019). Land-Climate Interactions. In P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendi, V. Masson-Delmotte, H. O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. v. Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, & J. Malley (Eds.), *IPCC Special Report* (pp. 131 - 247). Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Koutsoyiannis, D., & Kundzewicz, Z. W. (2020). Atmospheric Temperature and CO₂: Hen-Or-Egg Causality? *Sci*, 2(4), 83. doi:10.3390/sci2040083
- McMurtrey, J. E., Chappelle, E. W., Daughtry, C. S. T., & Kim, M. S. (1993). Fluorescence and reflectance of crop residue and soil. *Journal of Soil and Water Conservation*, 48(3), 207-213.
- Metya, A., Datye, A., Chakraborty, S., Tiwari, Y. K., Sarma, D., Bora, A., & Gogoi, N. (2021). Diurnal and seasonal variability of CO₂ and CH₄ concentration in a semi-urban environment of western India. *Scientific Reports*, 11(1), 2931. doi:10.1038/s41598-021-82321-1
- Muñoz-Sabater, J., Dutra, E., Agustí-Panareda, A., Albergel, C., Arduini, G., Balsamo, G., . . . Thépaut, J.-N. (2021). ERA5-Land: a state-of-the-art global reanalysis dataset for land applications. *Earth System Science Data*, 13(9), 4349-4383. doi:10.5194/essd-13-4349-2021
- Perez, I. A., Sanchez, M. L., Garcia, M. A., Pardo, N., & Fernandez-Duque, B. (2018). The influence of meteorological variables on CO₂ and CH₄ trends recorded at a semi-natural station. *Journal of Environmental Management*, 209, 37-45. doi:10.1016/j.jenvman.2017.12.028
- Sandelger, D., Erdenesukh, S., & Gomboluudev, P. (2017). Study of Vertical Distribution of Some Trace Gases over Ulaanbaatar City. *Geographical Issues: Journal of Studies and Research in Earth Sciences Vol.14 (408)*, 44.
- Siabi, Z., Falahatkar, S., & Alavi, S. J. (2019). Spatial distribution of XCO₂ using OCO-2 data in growing seasons. *Journal of Environmental Management*, 244, 110-118. doi:10.1016/j.jenvman.2019.05.049
- Smith, K. L., Steven, M. D., Jones, D. G., West, J. M., Coombs, P., Green, K. A., . . . Lombardi, S. (2013). Environmental impacts of CO₂ leakage: recent results from the ASGARD facility, UK. *Energy Procedia*, 37, 791-799. doi:10.1016/j.egypro.2013.05.169
- Sreenivas, G., Mahesh, P., Subin, J., Kanchana, A. L., Rao, P. V. N., & Dadhwal, V. K. (2016). Influence of Meteorology and interrelationship with greenhouse gases (CO₂ and CH₄) at a suburban site of India. *Atmos. Chem. Phys.*, 16(6), 3953-3967. doi:10.5194/acp-16-3953-2016
- Tang, H., Lin, P., Chan, H. L. W., & Yan, F. (2011). Highly sensitive dopamine biosensors based on organic electrochemical transistors. *Biosensors & Bioelectronics*, 26(11), 4559-4563. doi:10.1016/j.bios.2011.05.025
- Tetzner, D., Thomas, E., & Allen, C. (2019). A Validation of ERA5 Reanalysis Data in the Southern Antarctic Peninsula—Ellsworth Land Region, and Its Implications for Ice Core Studies. *Geosciences*, 9(7), 289. Available: <https://www.mdpi.com/2076-3263/9/7/289>

- Wanninkhof, R., & McGillis, W. R. (1999). A cubic relationship between air-sea CO₂ exchange and wind speed. *Geophysical Research Letters*, 26(13), 1889-1892. doi:10.1029/1999gl900363
- WMO WDCGG Data Summary. (2020). Available: <https://gaw.kishou.go.jp/static/publications/summary/sum43/sum43.pdf>. (Нэвтэрсэн: 2021.10.01-28)
- Zhou, L., Tang, J., Wen, Y., Li, J., Yan, P., & Zhang, X. (2016). The impact of local winds and long-range transport on the continuous carbon dioxide record at Mount Waliguan, China. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, 55(2), 145-158. doi:10.3402/tellusb.v55i2.16754

Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн хөрсний болон усны хүнд металлын агууламжаас үүсэх эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээний асуудалд

To study health risk assessment from heavy metal contamination in Bayanzurkh district, Ulaanbaatar city

© А.Цэцэгтогтох¹, Б.Марал¹, Д.Даваадорж^{1*}, Б.Базарханд¹
A.Tsetsegtogtokh¹, B.Maral¹, D.Davaadorj^{1*}, B.Bazarkhand¹

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

¹Department of Geography, School of Arts & Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: davaadorj@num.edu.mn

*Corresponding author: davaadorj@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2021.11.09

Засварласан: 2021.03.01

Зөвшөөрөгдсөн: 2022.03.07

Хураангуй

Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн нутаг дэвсгэрт Туул голын Хужирбулан, Амгалан, Улиастай, Хөлийн голын хөндий зэрэг тэгшивтэр, налуу багатай гадаргад хун амын нягтшил ихтэй бөгөөд гэр хороолол төвлөрсөн суурьшилтай. Голын хөндий рүү илүү их төвлөрсөн хандлага бүхий газар ашиглалтын хэв шинж нь хүрээлэн буй орчны хувьд эмзэг нөхцлийг үүсгэж байна. Баянзүрх дүүргийн нутаг дэвсгэрт тархсан хүнд элементийн агууламжийг судалж, түүнээс үүсэх эрүүл мэндийн эрсдэлийг тооцоолох шаардлага тулгарч байна. Энд хөрс, ус, агаарын бохирдол нь хүрээлэн буй чанар болон хүний эрүүл ахуйд сөргөөр нөлөөлөх эрсдэл үүсгэдэг. Судалгааны талбайн хэмжээнд өнгөн хөрсний болон усны дээж цуглуулан, магадлан итгэмжлэгдсэн лабораторид өргөн тархалттай хүнд элементийн агууламжийг тодорхойлж, хүнд элементийн бохирдлыг индексийн аргуудаар үнэлж, хорт хавдар үүсгэх эрсдэлийн индексээр тооцоолсон. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд Баянзүрх дүүргийн хэмжээнд хүнд металлын бохирдлын хувьд MNS5850:2019 стандартанд заасан хүлцэх агууламжаас ихэнх талбайд хэтрээгүй боловч индексийн үнэлгээний хувьд хүрээлэн буй орчны чанар болон хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөл үзүүлэхүйц эрсдэл бүхий цэгүүд илэрсэн. Эдгээр цэгүүд нь үйлчилгээ төвлөрсөн цэгүүд, гэр хорооллын бүсэд илэрч байв. Хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэлийн хувьд хөрсний хүнд металлын агууламжаас хоол хүнсээр дамжин хүхний биед хуримтлагдах эрсдэл As, Cd голлож байгаа бол амьсгалын замын хувьд Pb, Cr зэрэг хүнд элементүүд голлох эрсдэл үүсгэж байна. Ундны усны хүнд элементийн агууламж Cr, Si голлох эрсдэлийг үүсгэж байгааг энэ судалгаагаар тодорхойлов.

Түлхүүр үгс: Хөрсний бохирдол; хүнд металлын бохирдол; Усны бохирдол; Эрүүл мэндийн эрсдэл

Abstract

Bayanzurkh district is covered in wide open valleys of Tuul, Uliastai and Khol rivers. Most of land use and residential areas are lied in riverbed alluvial soils areas with strongly degraded and polluted with anthropogenic impact. Soil and air quality in district areas was higher and its possible to affect the environment and human health. There is a need to study the content of heavy elements in the study area and estimate the health risks. Purpose of this study was to evaluate the heavy metal contamination in topsoil and surface water and to use pollution indexes and estimate the human health risk assessment. According to the study results, heavy metal pollution in the Bayanzurkh district did not exceed the permissible concentration specified in the MNS5850: 2019 standard in most areas. However, there are areas of risk that could adversely affect human health. These points were located in service centers and Ger areas. Our result shown the As, Cd are most high risk from contamination of soil and Cr and Cu are shown the high risk with surface water quality.

Keywords: Soil pollution; Heavy metal lifetimtion; Water pollution; Life-time cancer risk

Оршил

Хөрсний бохирдлын тухай ойлголт нь ХХ зууны аж үйлдвэржилтийн эрчимтэй хөгжлийн үед анх гарч ирсэн ойлголт юм. Хөгжиж буй орнуудад химийн бодис, хог хаягдлыг хадгалах,

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: **А.Цэцэгтогтох:** Судалгааны ажлын үндсэн бичвэр; Өгөгдөл боловсруулалт, үр дүнгийн хяналт; **Б.Марал:** Судалгааны бичвэрийн засвар, үр дүнгийн хяналт; **Д.Даваадорж:** Хээрийн судалгаагаар дээж цуглуулах, бохирдлын үнэлгээ хийх, үр дүнгийн хяналт, засвар; **Б.Базарханд:** Үр дүнгийн хяналт.

цуглуулах, устгах менежмент муу байдгаас үүдэн хөрс, ус их хэмжээгээр бохирдож хүн амын дунд өвчлөл үүсгэж байгааг (World health organization report. 2016) тодорхойлжээ. Ахуйн болон үйлдвэрлэлийн явцад ялгарах хатуу, шингэн, хий хэлбэрийн химийн бодис хөрсөнд хуримтлагдсанаас хөрс хүнд металл болон бусад химийн бодисоор бохирдох үндсэн шалтгаан болж байна. Хөрс хүнд металлаар бохирдох явцад хөрсөнд байсан зэс, цайр, хром кадмий зэрэг элементийн байгалийн үйлчлэл нэмэгдэх, шинээр хуримтлагдах, улмаар ургамал усаар дамжин амьд организмд дамжин сөргөөр нөлөөлөх өндөр эрсдэлтэй юм (Аваадорж, 2014).

Нөгөөтэйгүүр хөрсөн бүрхэвч нь хүрээлэн буй орчны бодис, энергийн шилжилтэд суурь болон оролцдог учраас хөрсний бохирдол нь гадарга болон гүний ус, агаар, ургамал бүрхэвчинд дамжих өндөр эрсдэлтэй хоёрдогч бохирдуулагч эх үүсвэр болдог. Ялангуяа 5 мг/см^3 илүү нягттай хүнд металлуудын хувьд ургамал болон усанд шингэж, хуримтлагдан хүн, малын биед дамжин эрүүл мэндийн сөрөг нөлөөлөл үүсгэх өндөр эрсдэлтэй. АНУ-ын Хүрээлэн буй Орчныг Хамгаалах Агентлаг—U.S. Environmental Protection Agency (US EPA)-ийн тодорхойлсноор хүрээлэн буй орчны бохирдол нь хүний биед хоол хүнс, агаарын тоосжилтоор дамжин амьсгалын эрхтэн болон арьсны гадаргууд нэвчин шимэгдэх байдлаар нөлөөлдөг. Харин усанд агуулагдсан бохирдуулагч бодис элементүүд ус уух болон шүршүүр, усанд орох зэргээр дамжин биед нэвчин хуримтлагддаг (Zeng et al., 2015) гэж үзсэн байна. Мөн хот суурин газрын техноген нөлөөлөлд хүчтэй өртөж, анхдагч шинж чанараа алдсан антрисол хөрс морфологи бүтэц, шинж чанар өөрчлөгдсөнөөр хэв шинжүүд байгаль дээр явагддаг үүргээ алдаж, бохирдуулагч бодис элементүүдийг шүүх, шингээн задлах эрчим алдагдаж, геохимийн бодис, элементийн анамоль үүсэх, ус, агаарт хялбар дэгдэх, дамжих эрсдэлтэй болдог байна. Улаанбаатар хотын хувьд 1990 оноос хойш дотоодын шилжилт хөдөлгөөнөөр хотын хүн амын тоо сүүлийн 20-30 орчим жилийн хугацаанд 2-3 дахин нэмэгдсэн. Хот руу чиглэсэн эдийн засаг, нийгмийн, эрүүл мэндийн үйлчилгээ болон сургалттай холбоотой хүн амын тооны хэлбэлзэл 0.3 сая орчимд хэлбэлздэг. Хүн амын хэт их төвлөрөл нь орчны доройтлыг үүсгэж, эрүүл мэндийн хувьд ихээхэн эрсдэл дагуулж байна. Улаанбаатар хотын хөрс, агаарын бохирдлын судалгаануудад бүс нутгийн хөрсний бохирдол холбогдох журам стандартад заасан хүлцэх агууламжаас хэтрэн, хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөл үзүүлэх эрсдэлтэй (Батхишиг, 2017; Готовсүрэн, 1995; Касимов и др., 2013; Сономдавга нар, 2017; Enkhchimeg et al., 2020) болсон талаар судлаачид дурдсан байдаг.

Хотын хөрс нь байгалийн анхдагч шүүх, шингээх, задлах шинж чанараа алддаг учраас бохирдол нь агаар, ус, ургамалд дамжих, хүн амын дунд хуримтлагдан өвчлөл үүсгэх эрсдэлтэй. Баянзүрх дүүрэгт хүн амын сийрэг нягтшилтай болон түр зуурын нөлөөлөл ихтэй худалдааны төвүүд байрлах учир хөрсний бохирдлын цэгэн бохирдол үүсэж энэ нь хүний хөдөлгөөнөөр дамжин тархах эрсдэлтэй байдаг. Иймд хүний үйл ажиллагаатай шууд холбоосонд ордог хөрс, ундны усны бохирдол-хүнд металл агууламжаас үүсэх эрүүл мэндийн эрсдэлийг тооцоолох хэрэгцээ үүсэж байна. Хүнд элементүүд нь хүний биед нэвчин хуримтлагдсан тохиолдолд өвчлөл үүсгэдэг.

Энэ судалгаагаар Баянзүрх дүүргийн нутаг дэвсгэрт тархсан хүнд элементийн агууламжийг судалж, түүнээс үүсэх эрүүл мэндийн эрсдэлийг тооцоолох шаардлага тулгарч байна. Судалгааны ажлын хүрээнд газар ашиглалтын эрчим, хүн амын нягтшил ихтэй хэсэгт хөрс, усны хүнд металлын бохирдлын судалгааг хийж, бохирдлын өнөөгийн түвшинг тодорхойлох, хөрс болон ундны усанд агуулагдах хүнд элементийн агууламж нь хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэлийн нөлөөг үнэлэх зорилго дэвшүүлсэн.

Судалгааны материал, аргазүй

Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн нутаг дэвсгэрт газар ашиглалтын эрчим, хүн амын нягтаршил, хөрсний бохирдлын өмнөх судалгааны дүнд тулгуурлан нийт 104 цэг дээр хэмжилт явуулж, хүрээлэн буй орчинд өргөн тархалттай хүнд элементүүд болох хром (Cr), хар тугалга (Pb), никель (Ni), цайр (Zn), Зэс (Cu), Кобальт (Co), Хүнцэл (As) зэрэг агууламжийг магадлан итгэмжлэгдсэн “Green Lab” хөрсний шинжилгээний лабораторид атом шингээлтийн спектрометрийн аргаар хэмжсэн дүнг ашиглан Hakanson (1980) экологийн эрсдэлийн индексийг (E_r^I) үнэлсэн.

Эрсдэлийн үнэлгээ: Судалгааны талбайн хөрсний хүнд металлын бохирдлын зэргийг үнэлэхийн тулд дэлхийн царцдас болон өнгөн хөрсөнд өргөн тархалттай өвчин үүсгэх эх үүсвэр болдог хром (Cr), никель (Ni), зэс (Cu), цайр (Zn), хар тугалга (Pb) зэрэг бохирдуулагч

бодисын хүнд металлын агууламж үзүүлэлтүүдэд үндэслэн ОУ-д дараах байдлаар хэрэглэгддэг. Үүнд: Бохирдлын фактор - БФ (Contamination factor - Cf), Бохирдлын зэрэг – БЗ (Contamination degree - Cd), Бохирдлын чадавхын индекс – БЧИ (Potential contamination index - Cp) зэрэг олон индекс ашиглан, хөрсний бохирдлын түвшин, нөлөөллийг тооцоолсон.

Хуримтлалын хүчин зүйл (Хуримтлалын фактор): Хөрсний хүнд металлын хуримтлалын фактор 1-тэй тойр бол байгалийн эх үүсвэр буюу газрын царцдаснаас үүдэлтэй гэж үзэх ба харин 1-ээс өндөр бол хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй бохирдол нөлөөлсөн байна гэж үзнэ (Buat-Menard & Chesselet, 1979; Li et al., 2015). Хуримтлалын факторын тооцоололд ихэвчлэн хөнгөнцагаан (Al), төмөр (Fe)-ийн бүс нутгийн хэмжилтийн дүн болон суурь утгыг тооцоололд ашигладаг. Учир нь Al болон Fe нь байгальд хамгийн тархсан, хөрсөн дэх хүчтэй уусгагчаас гадна хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй бохирдолд хамгийн мэдрэг байдаг. Энэ нь шаврын бүтцэд ихээр агуулагдах элемент бөгөөд Al, Fe-ийн харьцаа нь дэлхийн царцдаст харьцангуй тогтмол байдаг.

$$\text{Хуримтлалын фактор} = \frac{\frac{C_n}{R} \text{ samples}}{\frac{C_n}{R} \text{ reference}} \tag{I}$$

Энд:

- Cn sample - дээжид тодорхойлсон х металлын концентрац;
- R sample - дээжид тодорхойлсон Fe-ийн концентрац;
- Cn reference - дэлхийн царцдас дахь тухайн металлын дундаж концентрац;
- R reference - дэлхийн царцдас дахь Fe-ийн дундаж концентрац

Хүснэгт 4. Хуримтлалын хүчин зүйлийн бохирдлын зэрэглэл

Хуримтлалын зэрэг	Хуримтлалын түвшин
БЗ<n	Бохирдолгүй
0<XФ<2	Бага бохирдолтой
2<XФ<5	Бохирдолтой
5<БЗ<20	Их бохирдолтой
20<БЗ<50	Маш их бохирдолтой

Хөрсний бохирдлоос үүсэх экологийн эрсдэл:

$$Er^i = Tr * Cf \tag{II}$$

Tr – Тухайн элементийн хорт бодисын хариу хүчин зүйл:

(Pb, Ni, Cu=5; Zn=1, Cd=30, Cr=2, As=10) (Muller., 1969)

Энд:

- Cf - бохирдлын фактор;
- Er<40 - экологийн эрсдэл бага;
- 40≤Er<80 - экологийн эрсдэл дундаж;
- 80≤Er<160 - экологийн эрсдэл ихтэй;
- 160≤Er<320 - экологийн эрсдэл өндөр;
- Er≥320 - экологийн эрсдэл маш ихтэй

Хөрсний бохирдлоос хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх сөрөг нөлөө, эрүүл мэндийн эрсдэл (Lifetime Cancer Risk - LTCR) индекс (Enkhchimeg et al., 2020)-ийг ашигласан. Өдөр тутам хүлээн авах тун (Daily intake dose) (US EPA, 1996; Ferreira-Baptista & De Miguel, 2005)-гаар тооцоолсон.

$$D_{ing} = \frac{C * ingR * EF * ED * CF}{BW * AT} \tag{III}$$

$$D_{inh} = \frac{C * inhR * EF * ED * CF}{BW * AT * PEF} \tag{IV}$$

$$D_{derm} = \frac{C * SA * SL * ABS * EF * ED * CF}{BW * AT} \tag{V}$$

Нийт амьдралын хугацаанд хүлээн авах тун (Lifetime average daily dose) (Li et al., 2014; Ferreira-Baptista & De Miguel, 2005)-гаар тооцоолсон.

$$LADD = C * EF / (AT * PEF) * (inhR_{child} * ED_{child} / BW_{child} + inhR_{adult} * ED_{adult} / BW_{adult}) \quad (VI)$$

Энд:

LADD- Нийт амьдралын хугацаанд хүлээн авах тун

C- Дундаж утгын дээд хязгаар 95%

EF- Эрсдэлд өртөх хугацаа

AT- Дундаж хугацаа

PEF- Тоос дэгдэх хүчин зүйл

inhR child- Арьсаар дамжих

ED child- Өртөлтийн хугацаа

BWchild- Дундаж биеийн жин

Эрсдэлийн түвшин (Hazard quotient)-г дараах томъёогоор тооцсон (Li et al., 2014; Ferreira-Baptista & De Miguel, 2005).

$$HQ = \frac{D}{RfD} \quad (VII)$$

Энд:

HQ- Эрсдэлийн түвшин

D- Өдөрт хүлээн авах тун

RfD- Хяналтын утга

Хорт хавдрын эрсдэл (Life time cancer risk)-ийг дараах томъёогоор тооцов (Li et al., 2014; Ferreira-Baptista & De Miguel, 2005).

$$R = \frac{LADD}{SF} \quad (VIII)$$

Энд:

R- Хорт хавдрын эрсдэл

LADD- Нийт амьдралын хугацаанд хүлээн авах тун

SF- Хяналтын хазайлтын утга

Дундажаас дээд хязгаар хүртэлх тооцоог (Upper liper cent 95 percent for the mean (95% UCL) дараах байдлаар хийв (Gilbert, 1987; EPA, 1996).

$$C95\%UCL = \exp(x + 0.5 * S^2 + \frac{s * H}{\sqrt{n-1}}) \quad (IX)$$

Уны бохирдлоос хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх сөрөг нөлөө, эрүүл мэндийн эрсдэл (Hazard index)-ийн индекс(Zeng et al., 2015)- ийг ашиглав. Өдөр тутам хүлээн авах тун (Daily intake dose)-г дараах байдлаар тооцоолсон (Phan et al., 2013; Wu et al., 2009).

$$CD_{ing} = \frac{C * ingR * EF * ED * CF}{BW * AT} \quad (X)$$

$$CD_{derm} = \frac{C * SA * SL * ABS * EF * ED * CF}{BW * AT} \quad (XI)$$

Эрсдэлийн түвшин (Hazard quotient)-г дараах байдлаар тооцов (Zeng et al., 2015).

$$HQ_{ing/derm} = \frac{CD_{ing/der}}{RfD_{ing/der}} \quad (XII)$$

Энд:

CD_{ing/der}- Өдөрт авах тун

RfD_{ing/der}- Хяналтын стандарт утга

Хамаарлын тун (Corresponding Reference dose)-г дараах байдлаар тооцоолсон (Zeng et al., 2015).

$$RfD_{derm} = RfD_{ing} * ABS_{gi} \quad (XIII)$$

Энд:

RfD_{ing}- Хяналтын утга, ABS_{gi} – Ходоод гэдэсний шингээлтийн хүчин зүйл

Эрсдэлийн индекс (Hazard index)-ийг дараах байдлаар тооцсон (Zeng et al., 2015).

$$HI = \text{sum}*(HQ_{\text{ing}} + HQ_{\text{derm}}) \tag{XIV}$$

‘Hazard quotient’ (HQ) эрсдэлийн түвшин $HQ > 1$ үед хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөлөхгүй харин ‘Hazard index’ (HI) эрсдэлийн заалт $HI > 1$ үед хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлдөг (Phan et al., 2013) болохыг тодорхойлсон байдаг.

Хүснэгт 5. Эрсдэлийн тооцоололд ашиглагдах хүчин зүйлс (Exposure factors)

Хүчин зүйл	Тодорхойлолт	Утга		Нэгж	Эх сурвалж
		Том хүн	Хүүхэд		
C	Дундаж утгын дээд хязгаар 95 хувь			-	(US EPA, 1991)
BW	Биеийн дундаж жин	70	15	kg	(US EPA, 2004)
ingR	Амьсгалын замаар дамжих	100	200	$m^3 \cdot \text{day}^{-1}$	(US EPA, 1991)
inhR	Арьсаар дамжих	20	7.6	$m^3 \cdot \text{day}^{-1}$	(Zheng et al., 2010)
PEF	Тоос дэгдэх хүчин зүйл	$1.36 \cdot 10^9$		$m^3 \cdot \text{kg}^{-1}$	(US EPA, 2001)
SA	Арьсны гадаргатай шүргэлцэх талбай	5700	2800	cm^2	(US EPA, 2004)
SL	Арьсны бохирдлын хүчин зүйл	0.07	0.2	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$	
EF	Өртөлтийн давтамж	180	180	$\text{days} \cdot \text{year}^{-1}$	(US EPA, 1991)
ED	Өртөлтийн хугацаа	24	6	years	(US EPA, 2004)
ET	Эрсдэлд өртөх хугацаа	24		$\text{hours} \cdot \text{day}^{-1}$	
AT _{non-cancer risk}	Дундаж хугацаа	ED*365		days	
AT _{cancer risk}	Дундаж хугацаа	70*365		days	(US EPA, 2004)
ABS	Арьсны шингээлтийн хүчин зүйл	0.03 for As, others 0.001		-	
CF	Хөрвүүлэх утга	$1 \cdot 10^{-6}$		$\text{kg} \cdot \text{mg}^{-1}$	(US EPA, 2004)

*Томьёо III, IV, V, X, XI ашигласан утгууд

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Хөрсөн дэхь хүнд металлын агууламж: Баянзүрх дүүргийн хөрсний мониторингийн судалгааны ажлын хүрээнд газар ашиглалт болон бохирдлын эх үүсвэртэй уялдуулан, судалгааны талбайн хэмжээнд нийт 104 цэгээс хөрсний дээж цуглуулан, өргөн тархалттай Ni, Cd, Co, Cu, Zn зэрэг элементүүд, онцгой хортой As, Pb, Cr болон байгаль дээрх исэлдэн ангижрах үйл явцад идэвхтэй оролцдог Al, Fe зэрэг элементүүдийг агууламжийг лабораторийн нарийвчилсан задлан шинжилгээгээр тодорхойлж, бохирдлын зэрэгт үнэлгээ хийсэн. Хөрсний бохирдлын судалгаанд хяналтын цэг буюу ‘reference point’ утга ашигладаг бөгөөд энэхүү утгад *MNS585:2019* стандартад заасан хүлцэх агууламж болон хотжилтын нөлөөлөл болон бохирдлын эх үүсвэрт өртөөгүй, цэвэр хөрс бүхий талбайгаас хяналтын цэгийн дээж цуглуулан, бүс нутгийн суурь хөрсний агууламж тооцоолсон. Батхишиг (2018) нарын Улаанбаатар хотын техноген нөлөөлөлд өртөөгүй цэвэр хөрсний хүнд элементийн суурь хяналтын утгыг Гачуурт голын хөндий болон Алтанбулаг орчмын бэлчээрийн хөрсний утгаар сонгож авсан.

Хүнд элементийн суурь агууламжийн дүнгээс үзэхэд Баянзүрх дүүргийн хэмжээнд хөрсний хүнд элементийн агууламж Улаанбаатар хотын түвшнээс бага утгатай байна. Энэ дүүргийн нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд бэлчээрийн болон тусгай зориулалтын, рекреацийн бүсийн талбай харьцангуй их, голын хөндий, уулын бэл, хажуугийн доод хэсгээр голлох газар ашиглалтын хэв шинж төвлөрдөг, бохирдлын эх үүсвэр болох томоохон үйлдвэр, агуулахын талбай харьцангуй бөөгнөрсөн шинжтэй зэрэг давуу талуудаас шалтгаалан хөрсний хүнд элементийн агууламж харьцангуй бага, бохирдлын түвшин багатай гэж үздэг.

Хүснэгт 6. Баянзүрх дүүргийн хөрсний хүнд металлын агууламжийн статистик үзүүлэлт

Үзүүлэлт	Ni	Pb	As	Cd	Co	Cr	Cu	Zn
Дундаж	17.72	32.42	20.34	0.50	14.14	21.46	27.51	81.12
Стандарт алдаа	0.60	7.34	0.73	0.00	0.27	0.55	0.86	5.42
Дундаж утга	14.00	16.00	12.00	0.50	8.00	19.85	22.70	69.00
Моод	15.00	21.00	13.00	0.50	9.00	21.00	18.00	69.00
Стандарт хазайлт	6.13	74.81	5.99	0.00	2.25	5.61	8.76	52.03
Хамгийн бага утга	3.70	0.20	8.00	0.50	4.00	5.90	10.00	13.40

Хамгийн их утга	45.00	260.00	41.00	0.50	15.00	36.00	53.00	246.00
MNS5850:2019	150	100	20	3	50	150	100	300
Эрүүл хөрс	16.8	13.8	18	0.5	9.4	22.8	20.4	19

Баянзүрх дүүргийн хөрсний мониторинг судалгааны хүрээнд хийсэн хүнд элементийн агууламжийн статистик дүнгээс үзэхэд нийт 104 цэгийн хүрээнд Pb-ийн агууламж хамгийн их хэлбэлзэлтэй, Ni, Cr, Zn зэрэг элементүүдийн агууламж хэлбэлзэл ихтэй, Cd, Co, As, Cu зэрэг элементүүдийн агууламж харьцангуй тогтвортой, хэлбэлзэл багатай, хөрс үүсгэгч эх чулуулгийн агууламж дээр хотжилтын болон хүний үйл ажиллагааны нөлөөгөөр хөрс бохирдуулагч бодис, элементүүд нэмэгдэгүй байв (Хүснэгт 3).

Хуримтлалын хүчин зүйл (Enrichment factor) нь хөрсний хүнд металлын хуримтлалын фактор 1-тэй ойр бол байгалийн эх үүсвэр буюу газрын царцдаснаас үүдэлтэй ба харин 1-ээс өндөр бол хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй бохирдол нөлөөлсөн (Phan et al., 2013) гэж үздэг. Баянзүрх дүүргийн хөрсний бохирдлын утгыг ашиглан тооцоолсон баяжмалын хүчин зүйлийн тооцооноос үзэхэд Ni, Pb, As, Cu зэрэг элементүүдийн баяжмалын фактор 10-20 орчим өндөр утгатай хэлбэлзэх бөгөөд энэ нь дүүргийн хөрсөнд агуулагдах эдгээр хүнд элементүүдийн агууламж нь хүний гаралтай хуримтлагдсан болохыг харуулж байна (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 7. Баянзүрх дүүргийн хөрсний хуримтлалын хүчин зүйлийн статистик үзүүлэлт

Үзүүлэлтүүд	Ni	Pb	As	Cd	Co	Cr	Cu	Zn
Дундаж	11.75	22.48	6.22	0.45	4.29	15.89	20.10	1.85
Стандарт алдаа	0.40	3.98	0.55	0.02	0.37	0.36	0.64	0.12
Дундаж утга	11.98	14.76	8.05	0.39	6.06	15.96	18.76	1.57
Моод	13.42	0.79	0.00	0.39	0.00	12.24	16.53	1.57
Стандарт хазайлт	3.82	38.20	5.29	0.19	3.55	3.43	6.12	1.19
Хамгийн бага утга	2.92	0.16	0.00	0.29	0.00	4.66	10.87	0.31
Хамгийн их утга	25.32	251.56	18.25	2.16	11.38	22.17	45.95	5.60

Усан дахь хүнд металлын агууламж: Баянзүрх дүүрэг нь Туул, Улиастай, Гачуурт, Хөлийн голын хөндийд байрлах тул голын садраа адаг болон цутгал хэсэг, Туул, Улиастай голуудын гүүр орчмоос гадаргын усны 12 дээж аван өргөн тархалттай хүнд элементүүд болох Ni, Cb, Pd, Zn, Cr, Cu, Zn зэргийг лабораторийн задлан шинжилгээгээр атом шингээлтийн спектрометр аргаар тодорхойлсон. Лабораторийн задлан шинжилгээний хүнд элементийн үр дүнгээс үзэхэд Монгол улсын ундны усны *MNS0900:2005* стандартаас давсан үзүүлэлт илрээгүй, гадаргын усны хүрээнд анхаарал татахуйц өндөр агууламж тогтоогдоогүй болно.

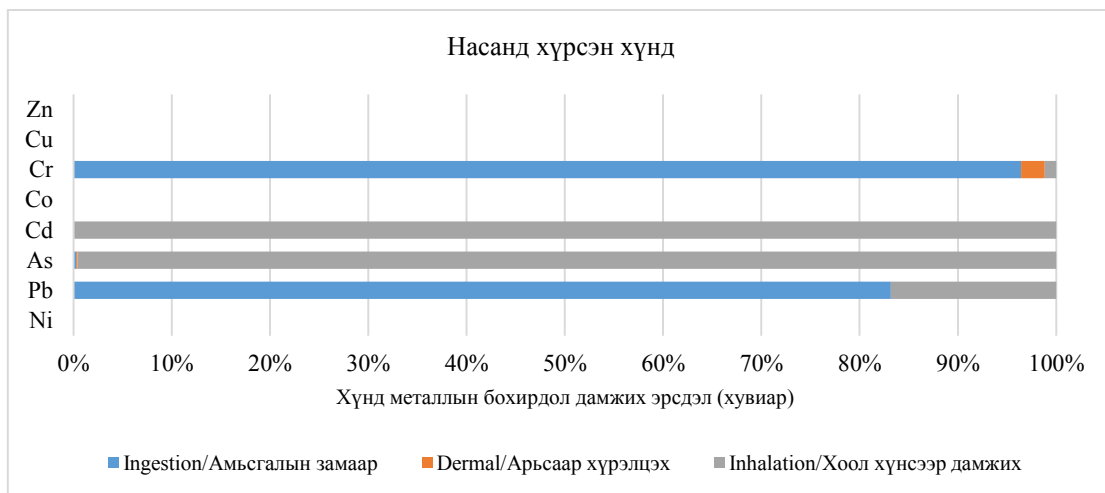
Баянзүрх дүүргийн гадаргын усны цэгүүдийн хүнд элементийн статистик дүнгээс үзэхэд онцгой хортой Pb хамгийн их хэлбэлзэлтэй, өргөн тархалттай Ni, Cd, Cu зэрэг элементүүд хэлбэлзэл ихтэй, Cr, Zn элементүүд харьцангуй хэлбэлзэл багатай тогтвортой байв (Хүснэгт 5).

Хүснэгт 8. Баянзүрх дүүргийн гадаргын усны хуримтлалын хүчин зүйлийн статистик үзүүлэлт

Үзүүлэлтүүд	Ni	Cb	Pd	Zn	Cr	Cu
Дундаж	2.11	2.04	3.83	0.03	0.87	1.45
Стандарт алдаа	1.10	1.11	2.25	0.02	0.28	0.48
Дундаж утга	0.75	0.75	0.79	0.01	0.32	0.85
Моод	3.00	3.00	6.00	0.01	0.30	#N/A
Стандарт хазайлт	3.98	4.00	8.11	0.07	1.02	1.72
Хамгийн бага утга	0.34	0.34	0.14	0.00	0.23	0.28
Хамгийн их утга	15.00	15.00	30.00	0.24	3.12	6.30

Эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээ: Хөрсний бохирдол болон өнгөн хөрсөнд агуулагдах хүнд элементийн агууламжаас хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэх, хорт хавдраар өвчлөх эрсдэлийг ‘EPA’-аас 1992 онд боловсруулан гаргасан ба Улаанбаатар хотын хэмжээнд (Enkhchimeg et al., 2020) туршилт судалгаа хийгдсэн байдаг. Баянзүрх дүүргийн хэмжээнд өргөн тархалттай хөрсний хүнд элементийн агууламж нь өдөр тутам хүлээн авах тунг (Daily intake dose)-ийн тооцооллоор (US EPA, 1996; Ferreira-Baptista & De Miguel, 2005) өдөр тутам хүлээн авах тунг насанд хүрсэн хүн, хүүхдийн хувьд тус тусад ялгаатай бодож гаргадаг.

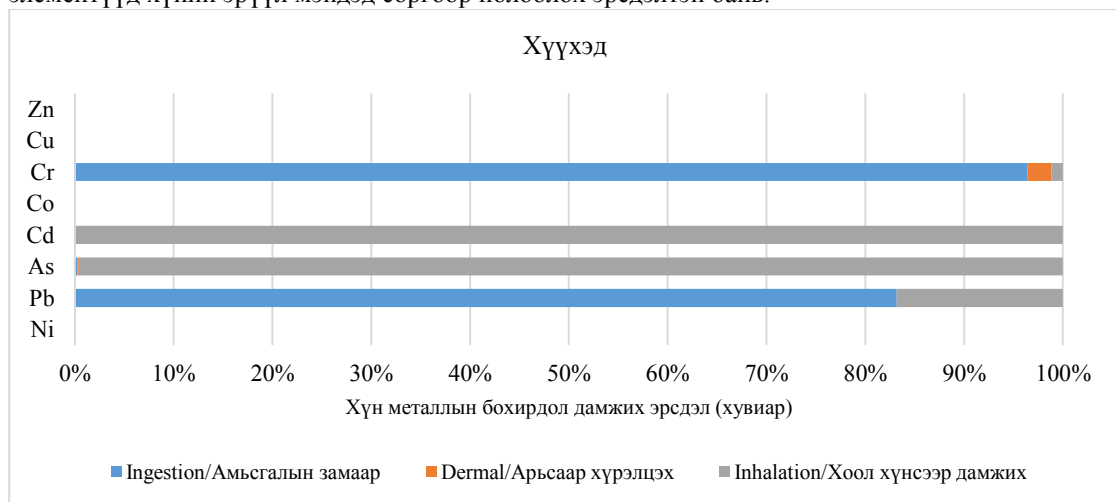
Улаанбаатар хотын агаарын чанарт хар тугалганы агууламж ихээхэн хэлбэлзэлтэй байдаг (Сономдагва нар, 2017). Хар тугалга нь хөрсний өнгөн хэсэгт тунадасжиж замаар буудаг тул агаарын замаар болон хоол хүнсээр дамжин хүний биед хуримтлагдаж байдаг. Байгальд орших хромын хувьд ус, ургамал, тоосоор дамжин хүний биед хуримтлагдах өндөр чадвартай бөгөөд өндөр эрсдэлтэй байдаг (Зураг 1-2).



Зураг 1. Хөрсний хүнд элементийн агууламж насанд хүрэгчдийн эрүүл мэндэд нөлөөлөх эрсдэл

Судалгааны талбайд өргөн тархалттай Ni, Pb, As, Cd, Co, Cr, Zn зэрэг элементүүдийн агууламжид тулгуурлан, эрүүл мэндийн эрсдэл (LTCR)-ийг тооцоолсон. Насанд хүрсэн хүн дээр тооцоолоход хөрсний Cr, Pb хүнд элементүүд тоосжилтоор болон амьсгалын замаар хүний биед хуримтлагдах өндөр эрсдэл үүсч байна.

Улаанбаатар хотын агаарын бохирдолд нүүрсний шаталт болон автомашины утаанаас үүдэлтэй Pb хөрсөнд шингэж хуримтлагддаг. Харин Cd, As хувьд хүний биед хоол хүнсээр дамжин хуримтлагдах эрсдэл үүсгэдэг байна (Зураг 1). Улаанбаатар хотын зарим бүсэд As суурь агууламж утга өндөр бөгөөд төмөрлөг, арьс ширний үйлдвэр болон үйлдвэрийн агуулах байртай холбоотой Cr, Cd агууламж ихтэй цэгүүд ажиглагддаг (Сономдагва нар, 2017). Судалгааны талбайд хөрс болон Ундны усны хүнд элементийн агууламжаас Cr, Pb, Cu, As зэрэг хүнд элементүүд хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөх эрсдэлтэй байв.

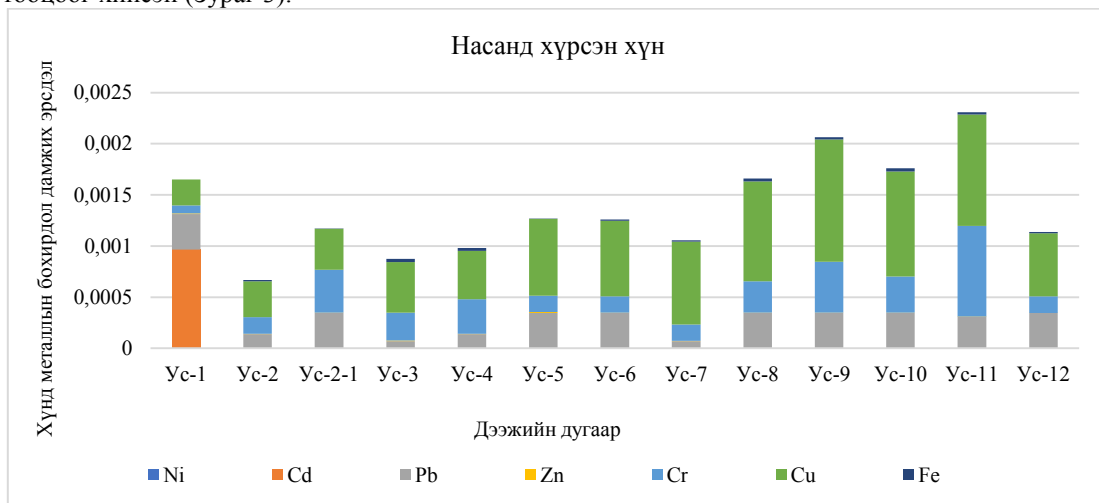


Зураг 2. Хөрсний хүнд элементийн агууламж хүүхдийн эрүүл мэндэд нөлөөлөх эрсдэл

Хүнд элементийн бохирдлоос хүний биед нэвчин хуримтлагдах эрсдэлийг хүүхдийн эрүүл мэндэд нөлөөлөх байдлыг давхар тооцоолдог. Хүүхдийг насанд хүрэгчидтэй харьцуулахад тоосжилтын эрсдэл, орчны бохирдолд өртөх магадлал ихтэй байдаг.

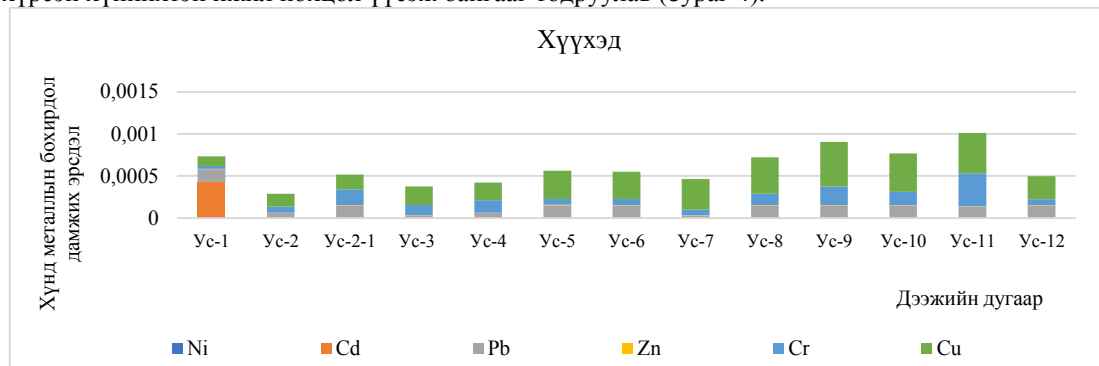
1990 онд Улаанбаатар хотод хүүхдийн үсэнд агуулагдах As-ийн агууламж хөрсний агууламжаас 4-6 дахин өндөр байсан (Готовсүрэн нар, 1995) талаар тэмдэглэсэн. Хөрсний хүнд элементийн агууламж хүний биед нэвчин хуримтлагдах эрсдэлийг хүүхдийн жишээн дээр тооцоход насанд хүрсэн хүнтэй ижил нөхцөл ажиглагдаж байв. Харин Cr-ийн эрсдэлд амьсгалын замын эрсдэл давамгайлж, арьс болон хоол, ундны усаар дамжин хүний биед хуримтлагдах эрсдэл өндөр байв.

Судалгааны талбайд гүний худгуудаас авсан дээжинд өргөн тархалттай хүнд элементийн агууламж тооцож, тухайн элементийн агууламжаас хүний эрүүл мэндэд эрсдэлийг илрүүлэх тооцоог хийсэн (Зураг 3).



Зураг 3. Насанд хүрэгчидэд хүнд металлын бохирдол усаар дамжих эрсдэл

Усны хувьд хүнд элементийн агууламж нь хүний биед ус уух, усанд орох болон амьсгалын замаар дамжих эрсдэлүүдийг голлон анхаардаг. Гадаргын усанд дахь Ni, Pb, Cd, Co, Cr, Zn зэрэг хүнд элементүүдийн агууламжид тулгуурлан эрүүл мэндийн эрсдэлийн индексийг тооцоолж үзэхэд хүний биед хуримтлагдан, хорт хавдар болон бусад өвчлөл үүсгэх өндөр эрсдэл бүхий хүнд элементийн агууламж илрээгүй бөгөөд насанд хүрсэн хүний жишээн дээр тооцоолоход Cd, Cu, Cr зэрэг хүнд элементүүд өндөр утга илэрч байв (Зураг 3). Хүүхдийн жишээн хувьд насанд хүрсэн хүнийхтэй ижил нөхцөл үүсэж байгааг тодруулав (Зураг 4).



Зураг 4. Хүүхдэд хүнд металлын бохирдол усаар дамжих эрсдэл

Судалгаанд голлох өндөр утга буюу эрүүл мэндийн эрсдэл үүсгэхүйц утга бүхий цэгүүд нь ихэвчлэн Улиастай гол- Шархад орчимд төвлөрч, усны чанарт Cd-ийн агууламж өндөр илэрсэн байгаа нь ахуйн хог хаягдал, гэр хорооллын бүс орчимд илэрч байна. Туул голын цутгал Гачуурт, Хөлийн гол, Улиастай голын усны чанарт Cr, Cu агууламж бусад хүнд элементүүдээс илүү агууламжтай илэрч, зонхилон эрүүл мэндийн эрсдэлийг үүсгэж байв.

Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн хэмжээнд Нарантуул олон улсын худалдааны төв, Өгөөмөр, Да Хүрээ, Баянзүрх, Амгалан зэрэг худалдаа үйлчилгээний газруудын орчимд хар тугалганы бохирдол анхаарал татахуйц өндөр хэмжээтэй байв. Харин никель, хром, зэсийн агууламж гэр хорооллын бүсэд зонхилж өндөр утгууд илэрсэн. Улаанбаатар хотын хэмжээнд хийгдсэн өмнөх судалгаануудад гэр хорооллын бүс нь хөрсний доройтол, бохирдлын томоохон эх үүсвэрт болох талаар дурьдсан байдаг (Сономдагва нар, 2017; Enkhchimeg et al., 2021; Batbold et al., 2021). Баянзүрх дүүргийн хэмжээнд хийгдсэн хөрсний судалгааны дүнгээс үзэхэд *MNS5850:2019* стандартад заасан хүлцэх агууламжаас хэтэрсэн үзүүлэлт сул байв. Энэ нь дүүргийн ихэнх нутаг дэвсгэрийг бэлчээр, сувиллын бүс, голын хөндий, уулын ойн бүс эзэлдэгтэй холбоотой юм. Харин хүн ам ихээр төвлөрсөн бага талбайд хөрсний хүнд металлын бохирдол илэрсэн онцлогтой байна.

Хүнд металлын агууламж зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс давсан тохиолдолд хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөлөл үзүүлэх бөгөөд удаан хугацааны туршид хүнд элемент хүний биед нэвчин хуримтлагдсанаар хүн амын дунд өвчлөл үүсэх, хорт хавдраар өвчлөх эрсдэлийг нэмэгдүүлдэг. Хүнцлийн хоронд 5 ба түүнээс дээш жил өртвөл арьс, давсаг, уушгины хорт хавдраар өвдөх магадлалтай ба мэдрэлийн архаг хордлого, чихрийн шижин, зүрх судасны тогтолцооны өвчний эрсдэлийг нэмэгдүүлнэ.

Улаанбаатар хотын хэмжээнд хүйтний улиралд агаарын бохирдлын нөлөөгөөр амьсгалын замын өвчлөл нэмэгддэг бол хөрсний бохирдол нь дулааны улиралд хоол боловсруулах эрхтний өвчлөлөөр дамжин идэвхжих эрсдэлтэй байдаг. Харин хар тугалганы улмаас уураг тархины үйл ажиллагаа сулрах, мэдрэлийн эрхтэн тогтолцооны өвчний эрсдэл нэмэгддэг зэрэг нь хүнд элементийн бохирдлоос үүдэлтэй хүний эрүүл мэндийн эрсдэл үүсгэдэг. Энэ судалгааны үр дүнгээс үзэхэд судалгааны талбайн хүн амын төвлөрөл ихтэй бүсэд усны болон хөрсөнд агуулагдах хүнд металлын агууламж ихтэй байгаа нь хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлсөөр байна.

Дүгнэлт

Хүн амын хурдацтай өсөлттэй холбогдон нийслэл хотын гэр хорооллын тэлэлт нэмэгдэж, тус бүсэд амьдарч буй иргэд эрүүл аюулгүй орчинд амьдарч чадаж буй эсэх талаарх асуудал чухал байр суурь эзэлдэг.

Баянзүрх дүүргийн нутаг дэвсгэрт тархсан хүнд элементийн агууламжийг судалж, түүнээс үүсэх эрүүл мэндийн эрсдэлийг тооцоолох шаардлага тулгарч байна. Энд хөрс, ус, агаарын бохирдол нь хүрээлэн буй чанар болон хүний эрүүл ахуйд сөргөөр нөлөөлөх эрсдэл үүсгэдэг.

Баянзүрх дүүргийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хөрсний хүнд металлын 104, усны 12 дээжид хуримтлалын хүчин зүйл, хүний эрүүл мэндийн эрсдэл тоцооллоо. Судалгааны үр дүнгээр насанд хүрсэн хүнд хөрсөн бүрхэвчээр дамжин хүний биед хром, хар тугалга агаарын бохирдолтой уялдан, амьсгалын замаар хуримтлагдах эрсдэл ажиглагдаж байгаа бол кадми, хүнцэл зэрэг нь хоол хүнсээр дамжин хүний биед дамжих эрсдэл өндөр байв.

Хөрсөн бүрхэвчид өндөр агууламжтай илэрсэн хүнцэл, хар тугалга нь хүний мэдрэл, хоол боловсруулах эрхтэн тогтолцоог гэмтээх, хавдар үүсгэх зэрэг олон сөрөг нөлөөтэйг харгалзан цаашид хүрээлэн буй орчны бохирдлын түвшин, түүний нөлөөгөөр хүн амын эрүүл мэндэд эмгэг өөрчлөлт гарах магадлалын талаар иж бүрэн цогцолбор судалгааг явуулах шаардлагатай байна.

Судалгааны талбайн хүн амын төвлөрөл ихтэй бүсэд усны болон хөрсөнд агуулагдах хүнд металлын агууламж ихтэй байгаа нь хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлсөөр байна.

Цаашид хөрсний болон усанд агуулагдах хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй хүнд металлын агууламжийг бууруулах, саармагжуулах, хүнд металаар бохирдсон ус, хөрсийг цэвэршүүлэх арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна.

Ном зүй

- Аваадорж, Д. (2014). *Хөрс судлал*, Улаанбаатар хот, Адмон принтинг, 362-363
- Батхшиг, О., Оюунбат, П., Болормаа, Ц., Золжаргал, Х., Ихбаяр, Д., Элбэгзаяа, Г., Ганзориг, Ө., Бямбаа, Г., Энхбаяр, Б., ба Золзаяа, М. (2018). *Улаанбаатар хотын хөрсний бохирдол*, Улаанбаатар хот, Газарзүй-Геозкологи хүрээлэн, 12-36
- Готовсүрэн, А., Белоголов, Г.А., Эрдэнэдэлгэр, Д., Янжмаа, Ж. (1995). *Улаанбаатар хотын экологийн геохимийн судалгааны тайлан*. Геохимийн судалгааны товчоо, Улаанбаатар хот, ЭХГУУЯ, 141-142
- Касимов, Н.С., Лычагин, М.Ю., Евдокимова, А.К., Голованов, Д.Л, и Пиковкий, Ю.И. (1995). *Межгорная котловина /Экогеохимия городских ландшафтов*. Москва, МГУ., 231-248.
- Сономдагва, Ч., Бямбацэрэн, Ч., & Даваадорж, Д. (2016). Улаанбаатар хотын суурьшлын бүсийн хөрсний бохирдлын судалгааны зарим дүн. *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, 114-126.
- Batbold, C., Chonokhuu, S., Buuveijargal, K., & Gankhuyag, K. (2021). Source apportionment and spatial distribution of heavy metals in atmospheric settled dust of Ulaanbaatar, Mongolia. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(33), 45474-45485.
- Buat-Menard, P., & Chesselet, R. (1979). Variable influence of the atmospheric flux on the trace metal chemistry of oceanic suspended matter. *Earth and planetary science letters*, 42(3), 399-411.
- Battsengel, E., Murayama, T., Fukushi, K., Nishikizawa, S., Chonokhuu, S., Ochir, A., ... & Davaasuren, D. (2020). Ecological and human health risk assessment of heavy metal pollution in the soil of the ger district in Ulaanbaatar, Mongolia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4668.
- Ferreira-Baptista, L., & De Miguel, E. (2005). Geochemistry and risk assessment of street dust in Luanda, Angola: a tropical urban environment. *Atmospheric environment*, 39(25), 4501-4512.
- Gilbert, R. O. (1987). *Statistical methods for environmental pollution monitoring*. John Wiley & Sons.
- Hakanson, L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water research*, 14(8), 975-1001.
- Li, K., Liang, T., Wang, L., & Yang, Z. (2015). Contamination and health risk assessment of heavy metals in road dust in Bayan Obo Mining Region in Inner Mongolia, North China. *Journal of Geographical Sciences*, 25(12), 1439-1451.
- Muller, G. (1969). Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geojournal*, 2, 108-118.
- Phan, K., Phan, S., Huoy, L., Suy, B., Wong, M. H., Hashim, J. H., ... & Kim, K. W. (2013). Assessing mixed trace elements in groundwater and their health risk of residents living in the Mekong River basin of Cambodia. *Environmental Pollution*, 182, 111-119.
- US Environmental Protection Agency (US EPA). (1991). *Standard Default Exposure Factors. The default for Resident Child and Adult*. Боломжтой: <https://www.epa.gov/> (Нэвтэрсэн: 2021.11.29-12.09)
- US Environmental Protection Agency (US EPA). (2001) *Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites*. Office of Solid Waste and Emergency Response detective. Боломжтой: <https://www.epa.gov/> (Нэвтэрсэн: 2021.11.29-12.09)
- US Environmental Protection Agency (US EPA). (2004) *Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment)*. Боломжтой: <https://www.epa.gov/> (Нэвтэрсэн: 2021.11.29-12.09)
- World Health Organization. (2016). *World health statistics 2016: monitoring health for the SDGs sustainable development goals*. World Health Organization.
- Wu, B., Zhao, D. Y., Jia, H. Y., Zhang, Y., Zhang, X. X., & Cheng, S. P. (2009). Preliminary risk assessment of trace metal pollution in surface water from Yangtze River in Nanjing Section, China. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 82(4), 405-409.
- Zeng, X., Liu, Y., You, S., Zeng, G., Tan, X., Hu, X., ... & Li, F. (2015). Spatial distribution, health risk assessment and statistical source identification of the trace elements in surface water from the Xiangjiang River, China. *Environmental Science and Pollution*

Монгол улс, Солонгосын хойг хооронд авто тээвэр хөгжүүлэх боломж Opportunities to develop road transport between Mongolia and The Korean Peninsula

©Л.Эрдэнэбаяр^{1*}, С.Давааням¹
L.Erdenebayar^{1*}, S.Davaanyam¹

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

¹Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: welcome_erka@yahoo.com

*Corresponding author: welcome_erka@yahoo.com

Хүлээн авсан: 2021.11.01

Засварласан: 2022.01.21

Зөвшөөрөгдсөн: 2022.02.28

Хураангуй

Азийн авто замын сүлжээний тухай засгийн газар хоорондын хэлэлцээр нь олон улсын тээвэр, худалдааг хөнгөвчлөх, бус нутгийн нэгдэл, эдийн засгийн хамтын ажиллагааг дэмжих чухал хэрэгсэл юм. Уг сүлжээ нь 32 улсын 40 орчим чиглэлийн 145000 км авто зам хамардаг. Далайд гарцгүй манай улсын хувьд азийн авто замын сүлжээг ашиглан ачаа тээврийн урсгал, транзит тээврээ нэмэгдүүлэх, тээврийн газарзүйн хувьд экспортын шинэ чиглэлтэй болох зэргээр идэвхтэй ажиллах шаардлагатай юм. Монгол Улс азийн авто замын сүлжээнд анх АН-3, АН-4, АН-32 гурван чиглэлээр нэгдэн орсон байдаг. Эдгээр замаар ОХУ, БНХАУ, БНАСАУ, Пакистан улсын нутгаар тээвэр хийж Номхон далайн хоёр, Энэтхэгийн далайн нэг боомтод хүрэх боломжтой. БНХАУ-тай хамтран 2018 онд шинээр АН-35 чиглэлийг нэмснээр зүүн хойд хятадын зах зээлд нэвтрэх, Номхон далайн өөр нэг боомтод хүрэх шинэ гарцтай болсон. Монгол Улс нутаг дээрээ Азийн авто замын сүлжээний 4800 км орчим замтай болоод байгаа бөгөөд бус нутгийн ачаа, тээврийн урсгалд тодорхой үүрэг гүйцэтгэх цаг үе ирээд байна. ОХУ, БНХАУ-тай хамтран азийн авто замын АН-3, АН-4 чиглэлээр олон улсын авто тээвэр гүйцэтгэх тухай Засгийн газар хоорондын хэлэлцээр байгуулаад байгаа. Энэ хэлэлцээрийг сайн хэрэгжүүлбэл манай улсын ачаа, тээврийн салбарт хөгжлийн шинэ үеийг авчирна. Ковид-19 цар тахлын нөлөөгөөр сүүлийн хоёр жил ачаа, тээврийн урсгал буурсан ч хэвийн байдалд илжжээний дараа уг хэлэлцээрийн хэрэгжилтийг сайжруулах чиглэлээр тал бүрээр идэвхтэй ажиллах хэрэгтэй. Энэхүү өгүүлэлээр Азийн авто замын сүлжээнд манай улсын нэгдсэн дөрвөн замын онцлог, давуу талууд болон хэтийн төлвийг тодорхойлж, олон улсын ачаа тээврийг нэмэгдүүлэх, экспортын шинэ чиглэлүүд бий болгох санал дэвшүүлсэн. Азийн авто замын сүлжээг ашиглан Солонгосын хойг болон Энэтхэгийн далайн Карачи боомт хүрэх боломжууд байгааг энэ судалгаанд тусгав. Эдгээр боломжууд Азийн авто замын сүлжээний гишүүн орнуудтай хийх хэлэлцээрийн үр дүнд хэрэгжих учир манай улс идэвх чармайлт гарган ажиллах шаардлагатай.

Түлхүүр үгс: Азийн авто замын сүлжээ, тээврийн газарзүй, транзит тээвэр, экспортын чиглэл, Солонгосын хойг

Abstract

The Intergovernmental Agreement on the Asian Road Network is an important tool to facilitate international transport and trade, and to promote regional integration and economic cooperation. The Network covers 145,000 km of roads in about 40 destinations in 32 countries. As a landlocked country, we need to actively use the Asian Road Network to increase freight traffic and transit transport, and to find new export routes. Mongolia firstly joined the Asian Road Network in three directions: AN-3, AN-4 and AN-32. These routes pass to Russia, China, the Democratic People's Republic of Korea, and Pakistan, as well as access two ports in the Pacific and one in the Indian Ocean. In 2018, added new route of AN-35 with China, it has a new gateway to the northeastern China and another port in the Pacific. Now Mongolia has 4,800 km road of Asian Road Network in its territory, the time has come to participate a role in regional freight traffic. In December 2016, an intergovernmental agreement with Russia and China, has been signed on the international transport on the AN-3 and AN-4 of Asian Road Network. If this agreement is well implemented, it will bring a new era of development to our country's freight and transportation sector. Despite due to the Covid-19 pandemic over the past two years declined international freight traffic, efforts should be improve the implementation of the agreement in the future. This article identifies the features, advantages and prospects of Mongolia's four integrated roads in the Asian Road Network, and proposes to increase international freight traffic and create new export routes. It is possible to access to the Korean Peninsula and the Indian Ocean port using the Asian Road Network. These purposes shall be concern the negotiations with the member countries of the Asian Road Network.

Keywords: Asian road network, transportation geography, transit transportation, export destinations, Korean peninsula

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: Л.Эрдэнэбаяр ба С.Давааням: Онолын үндэслэл, аргазүй боловсруулалт, өгөгдөл боловсруулалт, үр дүнгийн хяналт, үндсэн бичвэр, мэдээлэл боловсруулалт.

2312-8534/© 2022 Зохиогчийн бүх эрх хуулиар хамгаалагдсан.

Оршил

Монгол Улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлого Алсын хараа 2050-д олон улсын тээвэр логистикийн сүлжээ байгуулна, Ази-Номхон далайн бүс нутагт худалдааг нэмэгдүүлнэ, гуравдагч хөршид хүрсэн эдийн засаг бий болгоно зэрэг томоохон зорилтууд орсон. Эдгээр зорилтоо хэрэгжүүлэхийн тулд Солонгосын хойгийн эдийн засагтай холбогдох тээврийн корридоруд хөгжүүлэх хэрэгтэй байна.

Солонгосын хойг нь Ази-Номхон далайн бүс төдийгүй дэлхийн аж үйлдвэр, эдийн засаг, худалдаанд томоохон хувь нэмэр оруулдаг бөгөөд манай улсын экспортын чухал чиглэл юм. Тэнд өмнөд Солонгосын 50 гаруй сая хүн амтай өндөр хөгжсөн зах зээл, хойд Солонгосын 30 орчим сая хүнтэй аж үйлдвэржсэн зах зээл бий. Өмнөд Солонгос нь манай гадаад худалдааны тавдахь томоохон түнш болоод байна. Монгол Улс, Солонгосын хойг хооронд 1300 орчим км зайтай, харьцангуй ойр байршилтай боловч авто тээвэр хөгжөөгүй. Ачаа барааг Солонгосоос Хятад хүртэл далайгаар, Хятадаас Монгол хүртэл төмөр зам, авто замаар дамжуулан олон хоног, өртөг зардал ихтэй тээвэрлэж байна.

Энэхүү өгүүлэлээр Монгол Улсын хөрш орнуудтай тээврийн корридор хөгжүүлж буй туршлага, Монгол, Солонгосын хойг хоорондын худалдаа, гол нэрийн бүтээгдэхүүн, ачаа барааны хэмжээ болон авто тээвэр хийх маршрутын хувилбар, зарим тооцооллын талаар авч үзлээ. Монгол Улс, Солонгосын хойг хооронд авто тээвэр хөгжүүлэх үндсэн боломж нь Азийн авто замын сүлжээг ашиглах явдал гэж үзэж байна. Монголын санаачилгаар 2018 онд Азийн авто замын сүлжээнд АН-35 чиглэлийг шинээр нэмсэн нь олон улсын хамгийн дөт замаар Солонгосын хойг хүрэх боломжийг бий болгосон. Энэ чиглэл Монгол Улсын Сүхбаатар аймгийн Бичигтийн боомтоор хил гарч, Хятадын Ляонин мужийн Жинзоу далайн боомт хүрдэг. Жинзоу боомтоос Азийн авто замын сүлжээний АН-1 замд нийлэн Солонгосын хойг хүрэх боломжтой.

Монгол Улс, Солонгосын хойг хооронд авто тээвэр хөгжүүлснээр бараа, бүтээгдэхүүнийг богино хугацаанд, шат дамжлагагүй, хямд зардлаар тээвэрлэнэ. Олон улсын зорчигч тээврийн хямд үйлчилгээ хөгжих боломжтой болно. Үйлдвэрлэл, үйлчилгээний олон салбарт Монгол, Солонгосын хамтын ажиллагаа эрчимтэй хөгжих, хөрөнгө оруулалт нэмэгдэх зэрэг эдийн засгийн өндөр ач холбогдолтой юм.

Судалгааны материал, аргазүй

Энэ судалгаанд Азийн авто замын сүлжээг хөгжүүлэгч НҮБ-ын Ази, Номхон далайн эдийн засаг, нийгмийн комисс <https://www.unescap.org/>, Монгол Улсын Зам тээврийн хөгжлийн яам, Үндэсний статистикийн хороо <https://www.nso.mn/>, <http://www.1212.mn/>, Гаалийн ерөнхий газар <https://gaali.mn/statistic> болон бусад мэдээллийн сангийн баазыг ашигласан.

Судалгааны аргазүйн хувьд Азийн авто замын сүлжээний олон улсын засгийн газар хоорондын хэлэлцээр, Монгол Улсын оролцоо, зам тээврийн салбарт хэрэгжүүлж буй бодлого, төсөл, хөтөлбөрүүд, тэдгээрийн хэрэгжилтэнд дүн шинжилгээ хийсэн. Монгол, Орос, Хятад гурван улсын нутаг дэвсгэрээр дамжин өнгөрөх тээвэр хийх тухай 2016 оны Засгийн газар хоорондын хэлэлцээрийг салбарын суурь баримт бичиг гэж авч үзсэн. Энэ хэлэлцээрийн хүрээнд гурван улсын хийж буй ажил, авч хэрэгжүүлж байгаа арга хэмжээ, түүний хэрэгжилтийн талаар дүгнэлт хийж, хэгийн боломжуудыг тодорхойллоо.

Авто тээврийн орон зайн сонголтыг оновчтой хөгжүүлэх аргазүйн зарчмыг баримталсан. Тухайлбал, Монгол Улсаас Азийн авто замын сүлжээгээр хамгийн богино зайд Солонгосын хойг хүртэл авто тээвэр хийх маршрутын тодорхойлолт гаргасан. Уг маршрутаар авто тээвэр хийснээр бий болох эдийн засгийн ач холбогдол, эерэг нөлөөний талаар зарим харьцуулалт, тооцоолол хийсэн.

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Монгол Улс олон улсын авто тээвэр хөгжүүлж буй туршлага:

Монгол, Орос, Хятад гурван улс хамтарч АН-3 чиглэлийн авто замаар туршилтын транзит тээврийг 2016 оны наймдугаар сард хийсэн. Улс бүр гурван ачааны машинтай туршилтын тээвэрт оролцож нийт есөн машины цуваа Хятадын Тяньжин далайн боомтоос Бээжин, Улаанбаатараар дайран Улаан-Үүд хот хүртэл тээвэр анх хийсэн байдаг (Зураг 1).



Зураг 1. 2016 оны Монгол, Орос, Хятадын хамтарсан туршилтын транзит тээвэр
(Тяньжин – Улаанбаатар – Улаан-Үүд)

Туршилтын тээвэрээр монголын нутаг дээрх хамгийн ачаалалтай хэсэг болох Улаанбаатар – Дархан чиглэлийн замыг өргөтгөж сайжруулах хэрэгтэй гэсэн дүгнэлт гарсан (Dondokov, 2018). Үүний дагуу Монгол Улсын Засгийн газар Дарханы 204 км замыг дөрвөн эгнээтэй болгон өргөтгөх ажил хийж байна.

Засгийн газрын 2020-2024 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөрт Улаанбаатар – Дархан чиглэлийн замыг дөрвөн эгнээтэй болгосны дараа Дархан – Алтанбулаг чиглэлийн 113 км замыг дөрвөн эгнээтэй болгож өргөтгөнө гэж тусгасан. Эдгээр замууд баригдсанаар Улаанбаатараас Оросын хил хүрэх хойд чиглэлийн бүх зам дөрвөн эгнээтэй өргөн болох юм.

Улаанбаатараас урд чиглэлд Улаанбаатар-Налайхын 21 км замыг 2019 онд дөрвөн эгнээтэй болгон өргөтгөсөн. Налайхаас цааш Баян сум чиглэлд үргэлжлүүлэн 58 км замыг дөрвөн эгнээ болгон өргөтгөхөөр Засгийн газрын 2020-2024 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөрт тусгасан. Энэ хэсэгт Хоолтын даваа болон нугачаа ихтэй уулын зам байдаг. Цас, бороо орсон үед халтиргаа ихсэж ачааны машин зорчиход хүндрэлтэй учир дөрвөн эгнээтэй болгон өргөтгөнө. Баян сумаас цааш Сайншанд, Замын-Үүд чиглэлд авто замын нөхцөл харьцангуй сайн, өндөр даваа гүвээ байхгүй, ачаа тээвэрт саад багатай.

Узбекистаны нийслэл Ташкент хотод 2016 оны зургаадугаар сард болсон Шанхайн хамтын ажиллагааны байгууллагын гишүүн орнуудын хуралдааны үеэр Монгол Улс, ОХУ, БНХАУ-ын төрийн тэргүүний уулзалт болж гурван улсын Эдийн засгийн коридор байгуулах хөтөлбөрийг баталсан (Гөлгөө, Индра, 2017; Vladimirovna, Tuul, 2020). Эдийн засгийн коридор байгуулах хөтөлбөрт Азийн авто замын сүлжээгээр олон улсын авто тээвэр гүйцэтгэх тухай гурван улсын Засгийн газар хоорондын хэлэлцээр байгуулах, Азийн автозамын сүлжээний АН-3, АН-4 чиглэлийг дамжин өнгөрөх тээвэрт идэвхтэй ашиглах, АН-3 чиглэлд хурдны авто зам барих эдийн засгийн үндэслэлийг судлах зэрэг асуудлыг тусгасан байдаг.

Эдийн засгийн коридорын хөтөлбөрийн хүрээнд ОХУ-ын нийслэл Москва хотод 2016 оны арванхоёрдугаар сард болсон Ази, Номхон далайн эдийн засаг, нийгмийн комиссын гишүүн орнуудын Тээврийн сайд нарын хурлын үеэр уг хэлэлцээрт гурван улс гарын үсэг зурсан (Tsend, 2019). Монгол Улсын Их хурал энэ хэлэлцээрийг 2018 оны дөрөвдүгээр сард соёрхон баталсан.

Үүний дүнд Азийн автозамын сүлжээний АН-3, АН-4 чиглэлийн замаар Монгол, Орос, Хятадын тээвэрчид харилцан тээвэр хийх боломж нээгдсэн.

Хэлэлцээрээр дамжин өнгөрөх тээврийг хөнгөвчлөх, транзит тээврийг нэмэгдүүлэх, монголын тээвэрчид гуравдагч улс руу тээвэрлэлт гүйцэтгэх шинэ боломж, олон улсын эрх зүйн зохицуулалтыг бий болгосон (ESCAP, 2017). Мөн ачаа тээврийг хөнгөвчлөх олон улсын ТИР конвенцийг гурван улсын тээвэрт баримталж ажиллахаар тохирчээ. ТИР конвенц нь ачаа үүсч байгаа цэгээс очих цэг хүртэлх бүх саад бэрхшээл, хүндрэл, хориог арилгах зорилготой олон улсын тээврийн томоохон конвенц юм (Монголын логистикийн холбоо, 2018). Хэлэлцээр 20 зүйл, гурван хавсралттай. Талуудын эрх, үүрэг, тээвэрлэлт гүйцэтгэх нөхцөл, ерөнхий шаардлага, тээврийн хэрэгслийн жин, овор хэмжээ, татвар, даатгал, тээвэрлэгчийн хариуцлагын талаар тусгасан. Хэлэлцээрийн хэрэгжилтийн сайжруулах асуудлаар 2017 оны наймдугаар сард Улаан-Үүд хотод гурван улсын тээврийн сайд нарын зөвлөлдөх уулзалт болсон. Хэлэлцээрийг хэрэгжүүлэх хамтарсан хорооны анхдугаар хуралдаан 2019 оны долдугаар сард БНХАУ-ын Манжуур хотод болсон. Уулзалтуудаар олон улсын авто тээврийн аюулгүй байдлыг хангах, авто замын стандартаа сайжруулах, үнэ, тариф, холбогдох бичиг баримт, стандартын шаардлагуудаа уялдуулах, хилийн хяналт, гааль, мэргэжлийн хяналтын үйл ажиллагааг уялдуулах, хялбарчлах зэрэг нарийвчилсан асуудлууд хэлэлцэж байна.

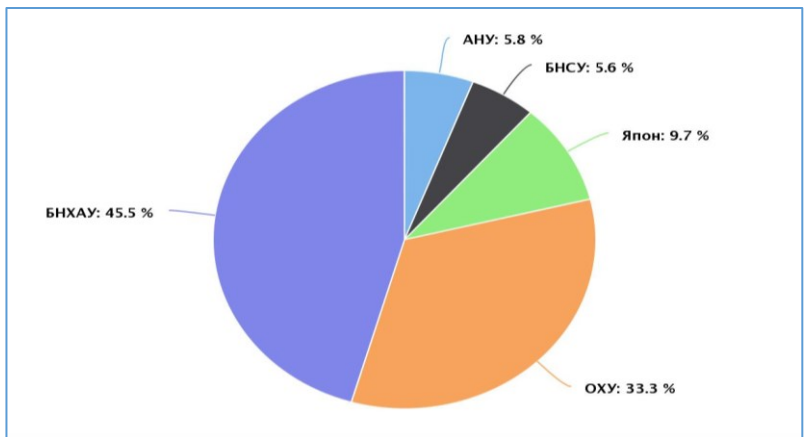
Тухайн хэлэлцээр байгуулагдсанаар манай улсын хувьд хөрш орнуудтай хийх гадаад худалдаа, олон улсын тээвэр анх удаа цогц байдлаар хөнгөвчлөгдөх боломж бүрдсэн (Зам тээврийн хөгжлийн яам, 2020). Монголын тээвэрчид АН-3 замаар хойшоо Улаан-Үүд, урагшаа Бээжин, Тяньжин боомт хүртэл, АН-4 замаар хойшоо Новосибир, урагшаа Шинжаан Уйгурын Өрөмч хот цаашлаад Пакистаны хилийн Хунжераб боомт хүртэл Хятадын нутгаар 2500 орчим км зайд тээвэр хийх боломжтой болсон. Монгол Улсад олон улсын ачаа тээврийн урсгал болон гадаад худалдааны хэмжээ нэмэгдсэнээр эдийн засагт томоохон эерэг нөлөө үзүүлнэ.

Уг хэлэлцээр хэрэгжсэнээр манай улсын гадаад худалдаа ойрын хугацаанд 20 хувиар нэмэгдэх, олон улсын чиглэлийн зам, тээврийн дэд бүтцийг дагаад 3000-4000 ажлын байр нэмэгдэх тооцоо бий. Одоогоор монголын талаас жилд 200 орчим ачааны машин тусгай зөвшөөрөл авч Азийн авто замын сүлжээгээр Орос, Хятад руу тээвэр хийж байна.

Монгол Улс, Солонгосын хойг хоорондын худалдааны өнөөгийн байдал:

Монгол Улс, Солонгосын хойг хоорондын худалдааны хэмжээ, экспорт, импортын гол нэрийн бүтээгдэхүүн, ачаа барааны биет хэмжээ нь авто тээврийг хөгжүүлэх боломж их байгааг илэрхийлдэг (Synn et al., 2013). Монгол, Солонгосын хойг төдийгүй Зүүн Ази, Европ хооронд хэдий хэмжээний ямар бараа бүтээгдэхүүн, ачаа бараа тээвэрлэхийг тодорхойлох нь чухал байна (Kim, Kong, 2016).

Манай улсаас Солонгосын хойгт хийх экспортын хэмжээ өнөөгийн байдлаар бага байгаа ч импортын хэмжээ хурдацтай нэмэгдэж байна (Lee, Gwun, 2016). Өмнөд солонгос нь БНХАУ, ОХУ, Япон, АНУ-ын дараа манай улсын импортын тав дахь том түнш орон болж чаджээ.



Зураг 2. Монгол Улсын импортын гол түнш орнууд (ҮСХ, 2020)

Монгол Улс 2020 онд Өмнөд солонгосоос 235.8 сая ам.долларын импортын бараа, бүтээгдэхүүн худалдан авсан (ҮСХ, 2020) нь нийт импортын 5.6 хувьтай тэнцэж байна (Зураг 2). АНУ-аас авсан импортын хэмжээтэй бараг ойролцоо болсон байна. Экспортын хувьд жилд дунджаар 27-66 сая ам.долларын бараа, бүтээгдэхүүнийг Өмнөд солонгос руу худалдаж байна (ҮСХ, 2020).

Манай улсаас Хойд солонгос руу хийсэн экспортын хэмжээ Ковид-19 цар тахлын өмнө 3.2 сая ам.доллар байсан. Жилд дунджаар 500-800 мянган ам.долларын бүтээгдэхүүн импортоор авдаг. Монгол Улсаас Солонгосын хойгтой хийж буй худалдааг нэгтгэж үзвэл жилд ойролцоогоор 300 орчим сая ам.доллар болж байна (Хүснэгт 1). Цар тахлын нөлөөгөөр худалдааны хэмжээ 2020 онд буурсан ч цаашид эргээд өсөх төлөвтэй байна.

Хүснэгт 1. Солонгосын хойгтой хийж буй худалдаа 2005-2020 (мян.ам.доллар)

Он	2005	2010	2015	2018	2019	2020
<i>Экспорт</i>						
БНАСАУ	1.8	25.5	691.8	1,046.8	3,191.2	130.0
БНСУ	65,085.6	30,519.9	66,571.9	21,200.4	27,815.0	21,421.4
<i>Импорт</i>						
БНАСАУ	35.1	798.5	824.1	478.4	488.0	52.0
БНСУ	63,723.8	181,781.9	258,698.8	262,366.0	266,965.2	235,769.1

Эх сурвалж: Үндэсний статистикийн хороо, 2020

Монгол Улсын экспортод хөдөө аж ахуйн салбарын бүтээгдэхүүн, малын гаралтай түүхий эд, зарим төрлийн ноос, ноолууран бүтээгдэхүүн, уул уурхайн салбараас гарч буй боловсруулаагүй эрдэс, түүхий эд, хүдрийн баяжмал зэрэг нь дийлэнх хэсгийг эзлэдэг. Импортын хувьд өргөн хэрэглээний бараа, хүнс, хувцас, төрөл бүрийн бэлэн бүтээгдэхүүн, машин, тоног төхөөрөмж, нефьт-химийн бүтээгдэхүүн голлодог (ҮСХ, 2020).

Монгол, Солонгосын хойгийн 2020 оны худалдаа, гол нэрийн бүтээгдэхүүний биет хэмжээг авч үзвэл автомашинаар тээвэрлэх боломжтой 500 орчим тонн бүтээгдэхүүний экспортлож, 130 орчим мянган тонн бүтээгдэхүүн импортложээ. Энэ нь авто тээвэр хөгжүүлэх багагүй нөөц байгааг харуулж байна. Их хэмжээний хүнсний бүтээгдэхүүнийг агаарын тээврээр өндөр үнэтэй авч байгааг авто тээврээр богино хугацаанд тээвэрлэж болно. Эрдэс түүхий эд болон овор жин ихтэй ачаа барааг урдын адил далайн тээвэр, төмөр замаар тээвэрлэнэ. Зөвхөн хоёр улсын хооронд биш Монголоор дамжуулан Европ руу хийх боломжтой транзит тээврийн хэмжээг ч цаашид нарийвчлан тодорхойлох хэрэгтэй.

Монгол, Солонгосын хойг хооронд авто тээвэр хөгжүүлэх маршрутын хувилбар:

Монгол Улсаас Солонгосын хойг хүртэл авто тээвэр хөгжүүлэх үндсэн боломж нь Азийн авто замын сүлжээг ашиглах явдал юм. Монголын талаас БНХАУ-тай тохиролцсоны үндсэн дээр Азийн авто замын сүлжээнд АН-35 чиглэлийг шинээр нэмээд байгаа. Тайландын нийслэл Банкок хотод 2017 оны арванхоёрдугаар сард болсон Азийн авто замын сүлжээний хэлэлцээрийн долоо дахь хуралд АН-35 чиглэлийг танилцуулж батлуулсан. Шинэ чиглэл 2018 оны зургадугаар сараас хүчин төгөлдөр болсон.

АН-35 чиглэл Монгол Улсын Хэнтий аймгийн төв Чингис хотоос эхэлж урагшаа Баруун-Уртаар дайран Бичигтийн боомтоор хил гарч Хятадын Ляонин мужийн Жинзоу далайн боомт хүрдэг. Энэ чиглэл нэмэгдсэнээр Монгол Улс, Солонгосын хойг хооронд олон улсын хамгийн дөт замаар авто тээвэр хийх боломж бий болсон.

Азийн авто замын сүлжээг ашиглан Монгол Улсаас Солонгосын хойг тухайлбал Хойд солонгосын нийслэл Пёнъян, Өмнөд солонгосын нийслэл Сөүл хүртэл авто хүртэл тээвэр хийх боломжтой (Grigoreva, 2019) хоёр зам байна. Туулах зайн хувьд бага зэргийн зөрүүтэй ч аль аль замаар нь тээвэр хийх боломжтой. Үүнд Азийн авто замын сүлжээний АН-3 болон АН-35

чиглэлийн замаар Монголын хил гарч Хятадын нутагт АН-1 чиглэлийн замд нийлэн Солонгосын хойг хүрэх боломжтой (Хүснэгт 2).

А маршрут нь Азийн авто замын сүлжээний АН-3 чиглэлийн замаар Замын-Үүдийн боомтоор хил гарч Бээжин хүрээд АН-1 чиглэлийн замд нийлж Солонгосын хойг хүрэх зам юм. А маршрутаар Улаанбаатараас 670 км явж Замын-Үүдийн боомтоор хил гарна. Хятадын нутгаар Эрээн – Бээжин – Жинзоу – Дандон боомт гэсэн замаар 1630 км явж Хойд солонгосын хил дээр очно. Цаашаа 230 км яваад Пёньян, 250 км яваад Сөүл хүрнэ. Нийтдээ Улаанбаатараас 2530 км яваад Пёньян, 2780 км яваад Сөүл хүрэхээр байна.

Б маршрут нь Азийн авто замын сүлжээний АН-35 чиглэлийн замаар Сүхбаатар аймгийн Бичигтийн боомтоор хил гарч Жинзоу далайн боомт хүрээд АН-1 чиглэлийн замд нийлж Солонгосын хойг хүрэх зам юм. Улаанбаатараас 840 км явж Бичигтийн боомтоор хил гарна. Хятадын нутгаар Зүүн хатавч – Чифенг – Жинзоу – Дандон боомт гэсэн замаар 1280 км явж Хойд солонгосын хил дээр очно. Цаашаа өмнөх маршрутын адил 230 км яваад Пёньян, 250 км яваад Сөүл хүрнэ. Нийтдээ Улаанбаатараас 2350 км яваад Пёньян, 2600 км яваад Сөүл хүрнэ. Энэ нь өмнөх А маршрутаас 180 км орчим дөт төдийгүй Замын-Үүд, Бээжингийн ачаалал ихтэй замаар явахгүй давуу талтай. Энэ маршрутыг зураг 2-т харуулав.

Хүснэгт 2. Солонгосын хойг руу авто тээвэр хийх А, Б маршрут

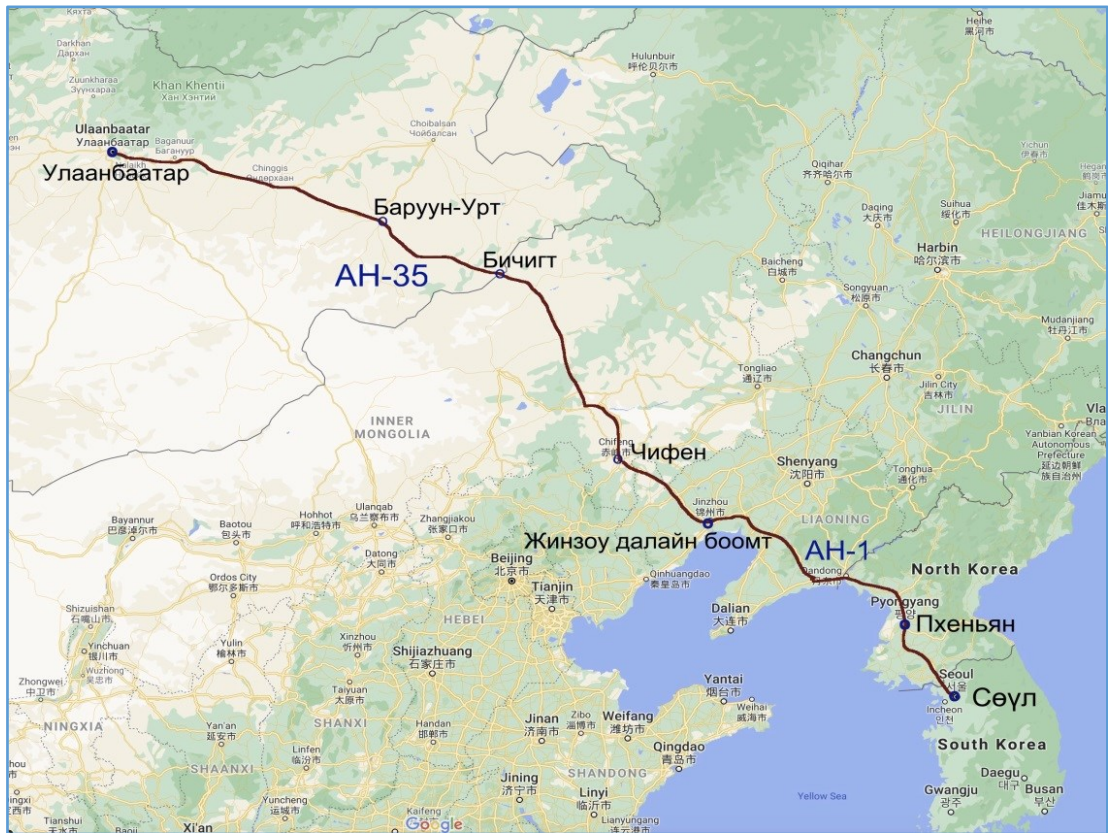
	Монгол Улсаас гарах замын дугаар ба хилийн боомт	Хятадын нутагт АН-1 замд нийлэх газар	Улаанбаатараас Пёньян хүрэх зай, км	Улаанбаатараас Сөүл хүрэх зай, км
А.	АН-3, Замын-Үүдийн боомт	Бээжингээс нийлнэ	2530	2780
Б.	АН-35, Сүхбаатар аймгийн Бичигтийн боомт	Жинзоу далайн боомтоос нийлнэ	2350	2600

Монгол, Солонгосын хойг хооронд авто тээвэр хөгжүүлэхэд АН-35 замыг ашиглах нь:

Зүүн хойд Азийн Их түмэн санаачилгын хүрээнд АН-35 чиглэлээр олон улсын тээвэр хөгжүүлбэл Монгол, Хойд, Өмнөд солонгосоос гадна Хятадад ч ихээхэн ашигтай. Хятадын Зүүн хойд бүсийн Ляонин, Жилин мужууд болон Солонгосын хойгоос ОХУ-ын Сибирийн бүс, Новосибирск, Европ руу манай улсын нутгаар ачаалал багатай, дөт замаар тээвэр хийх юм.

АН-35 чиглэлийн Сүхбаатар аймгийн Бичигтийн боомт нь олон улсын зэрэглэлтэй, байнгын ажиллагаатай манай улсын томоохон боомт нэг. Сүүлийн 10 гаруй жил Сүхбаатар аймгийн Төмөртэйн Овооны цайрын хүдэр, Дорнод аймгаас олборлосон газрын тос, жонш, нүүрс зэргийг Бичигтийн боомтоор экспортод гаргаж байна. Өдөрт дунджаар 40-50 машин газрын тос, 20-30 машин хүдрийн баяжмал, 20-30 машин нүүрс, 5-10 машин жонш экспортод гаргадаг. Цаашид экспортын хэмжээ нэмэгдэх боломжтой. Монгол Улсын Засгийн газар 2019-2021 онд Замын-Үүд, Алтанбулаг, Бичигтийн боомтын нэвтрүүлэх чадварыг сайжруулан өргөтгөж байгаа. Бичигтийн боомтын барилга байгууламж, тоног төхөөрөмжийг Азийн хөгжлийн банкны хөнгөлөлттэй зээлээр шинэчлэхээр ажиллаж байна.

АН-35 чиглэлийн замд анхаарах нэг зүйл бий. Хэнтий аймгийн төв Чингис хотоос Сүхбаатар аймгийн төв Баруун-Урт хүртэл 230 км хатуу хучилттай замыг 2014 онд барьж дуусган Улаанбаатар хоттой холбосон. Харин Баруун-Уртаас Бичигтийн боомт хүртэл 278 км хатуу хучилттай зам барих ажил хүлээгдэж байна. Манай улс ойрын хугацаанд энэ замыг барьж дуусгах хэрэгтэй. Энэ зам баригдсанаар Монгол Улс, Солонгосын хойг хооронд хамгийн дөт олон улсын замыг ашиглах боломж нээгдэнэ. Түүнчлэн Монгол Улсын Зүүн бүс, Хэнтий, Сүхбаатар аймгуудыг Хятадын ӨМӨЗО-ны 1.2 сая хүн амтай Шилийн гол аймагтай холбох, цаашлаад Хятадын Зүүн хойд бүсийн 45 сая хүн амтай Ляонин мужийн зах зээлд нэвтрэх, Жинзоу далайн боомтод хүрэх боломжтой.



Зураг 2. Монгол Улс, Солонгосын хойг хооронд авто тээвэр хөгжүүлэх маршрутын хувилбар

Тооцож үзвэл Монгол Улсын Бичигтийн боомтоос АН-35, АН-1 замаар 1760 км орчим яваад Сөүл хүрэх боломжтой байна. Энэ нь Улаанбаатар хотоос Баян-Өлгий аймгийн Цагааннуурын боомт хүрэх зайтай ойролцоо юм. Монгол Улс, Солонгосын хойг хоорондын нийт зай Хятадын Шанхайгаас баруун хилийн Хоргос боомт хүртэл 4500 км, Америкийн зүүн эргийн Вашингтоноос, баруун эргийн Сан Франциско хүртэл 4700 км зайтай харьцуулахад ойрхон юм.

Өнөөгийн байдлаар Сөүл, Улаанбаатар хооронд бараа, бүтээгдэхүүн тээвэрлэхэд усан зам, төмөр зам, авто замаар сэлгэн ачиж дунджаар 14 хоног зарцуулдаг. Далай болон төмөр замын тээвэр хямд хэдий ч цаг хугацаа их шаарддаг. Ойр зайд далай болон төмөр замын тээврийн дамжлагууд бий болгосноор тээврийн өртөг зардлыг нэмэгдүүлдэг. Өргөн хэрэглээний ачаа барааг авто замаар тээвэрлэх тохиромжтой. Авто замаар тээвэр хийвэл ачаа, барааг сэлгэж ачих хүндрэл гарахгүй бөгөөд хугацаа хэмнэх, тээврийн зардал ч ихээхэн буурах боломжтой. Ачаа барааг олон удаа сэлгэн ачсанаас эвдэрч гэмтэх, удаан тээвэрлэснээс чанар муудах эрсдэл буурна. Одоогийн тээвэрлэлтийн хугацааг гурваас дөрөв дахин бууруулах боломжтой.

Сөүл хүртэл тээвэр хийхийн тулд БНХАУ, БНАСАУ, БНСУ-тай авто замаар дамжин өнгөрөх тээвэр хийх тухай Засгийн газар хоорондын хэлэлцээр байгуулах ажлыг санаачлан эхлүүлэх хэрэгтэй байна. Энэ хэлэлцээрийг Зүүн хойд Азийн Их түмэн санаачилга олон улсын хамтын ажиллагааны механизмын хүрээнд дэвшүүлэн ажил хэрэг болгох боломжтой.

Манай улс Их түмэн бүсийн улсуудтай харилцан улс төрийн болон ямар нэгэн маргаангүй. Стратегийн түнш, найрсаг сайн харилцаатай орнууд юм (Энхболд, 2017). Ялангуяа Хойд солонгостой уламжлалт сайн харилцаатай бөгөөд хоёр орны хооронд дипломат харилцаа тогтоосны 70 жилийн ой 2018 онд болсон (Ломбо, 2018). Хойд солонгосын гэрээт ажилчид манай улсад ирж ажилладаг. Хоёр улс харилцан элчин сайдын яамд ажиллуулдаг (Ломбо, Хаш-Эрдэнэ, 2020). Хойд Солонгостой эрдэс түүхий эд, малын гаралтай түүхий эдийг боловсруулах чиглэлд хамтарч ажиллах, хамтарсан үйлдвэр байгуулах санаачлага хоёр талаас гарч олон жил яригдаж биелэлээ хүлээсээр байна. Хойд солонгостой сайн харилцаатай улс дэлхийд цөөн, тэдний нэг Монгол учир авто тээвэр хөгжүүлэх санаачилгыг эхлүүлэх хэрэгтэй.

Монгол, Орос, Хятад гурван улсын 2016 онд байгуулсан Азийн авто замаар дамжин өнгөрөх тээвэр хийх хэлэлцээрт Азийн бусад орнууд нэгдэх хүсэл эрмэлзэлтэй байдаг. Хойд солонгос Азийн авто замын сүлжээг 2012 онд хүлээн зөвшөөрч нэгдсэн. Нутаг дэвсгэр дээгүүр нь АН-1, АН-6 чиглэлийн замууд дайран өнгөрдөг. Нэг зүйлийг сануулахад Монгол Улс, Хойд солонгостой Тээврийн салбарт хамтран ажиллах тухай хэлэлцээрийг 1996 онд байгуулж, 2015 онд шинэчилсэн байдаг. Хойд солонгос өөрийн нутаг дээгүүр Монгол Улсын ачааг нэвтрүүлэх магадлалтай. Транзит тээврээс Хойд солонгост ч ашиг олох боломжтой. Яриа хэлэлцээрээс бүх зүйл шалтгаална. Монгол Улс, Солонгосын хойг хооронд авто тээвэр хөгжүүлэх чиглэлээр Монгол Улсын Засгийн газар, Зам, тээврийн хөгжлийн яам оролцогч талуудтай идэвхийлэн ажиллах шаардлагатай байна.

Дүгнэлт

Манай улс ОХУ, БНХАУ-тай хамтарч Азийн авто замын сүлжээгээр дамжин өнгөрөх тээвэр хийх тухай гурван улсын хэлэлцээрийг 2016 онд амжилттай байгуулан ажиллаж байна. Мөн Ази, Европын 20 орчим оронтой авто тээврийн салбарт хамтран ажиллах хэлэлцээр байгуулан, олон улсын авто тээврийг хөгжүүлэхэд зохих туршлага хуримтлуулаад байна.

Өмнөд солонгос манай улсын импортын тав дахь том түнш болж, Монгол Улс, Солонгосын хойг хооронд жилд 300 сая ам.долларын худалдаа хийгдэн, их хэмжээний ачаа барааны эргэлт бий болжээ.

Азийн авто замын сүлжээг ашиглан Монгол Улс, Солонгосын хойг хооронд авто тээвэр хөгжүүлэх боломжтой хоёр зам байна. Зайн хувьд бага зэрэг зөрүүтэй ч аль аль замаар нь тээвэр хийх боломжтой. Улаанбаатар, Сүүл хооронд 2600 км зайд орчин үеийн авто тээврийн салбарыг хөгжүүлснээр тээврийн хугацааг гурваас дөрөв дахин, тээврийн зардлыг хоёр дахин бууруулах боломж байна. Энэ нь Хятадын зүүн хойд мужууд, Солонгосын хойгоос Монголын ачаалал багатай, дөт замаар Сибирийн бүс, Новосибир, цаашлаад Европ хүртэл транзит тээвэр хийх сонирхолтой нийцнэ.

Бүтээн байгуулалтын хувьд АН-35 чиглэлийн Баруун-Урт – Бичигтийн 278 км замыг ойрын хугацаанд хатуу хучилттай болгож барих ажил хүлээгдэж байна. Зүүн хойд Азийн Их түмэн санаачилга хамтын ажиллагааны хүрээнд Монгол Улс, Солонгосын хойг хооронд авто тээвэр хөгжүүлэх талаар БНХАУ, БНАСАУ, БНСУ-тай яриа хэлэлцээр эхлүүлэх санаачилга гаргаж байна. Энэ чиглэлээр Монгол Улсын Засгийн газар, Зам, тээврийн хөгжлийн яам идэвхийлэн ажиллах хэрэгтэй.

Ном зүй

- Гөлгөө, Ж., & Индра, Б. (2017). Монгол, Орос, Хятад гурван улсын эдийн засгийн коридор байгуулах оху, БНХАУ-ын сонирхол. *Journal of International Studies*, 82-100.
- Зам тээврийн хөгжлийн яам, (2020). *Тээврийн корридорын сургалтын материал*, Ази, номхон далайн Эдийн засаг, нийгмийн комисс, Улаанбаатар хот, 12-68
- Ломбо, Ж., (2018). *Монгол Улс, Бүгд найрамдах ардчилсан Солонгос ард улсын харилцаа 70 жил*, Улаанбаатар хот, 45-67
- Ломбо, Ж., Хаш-Эрдэнэ, Л., (2020). *Монгол Улс, Бүгд найрамдах Солонгос улсын харилцаа 30 жил*, Улаанбаатар хот, 67-69
- Монгол Улсын хууль, (2018). *Азийн авто замын сүлжээгээр олон улсын авто тээвэрлэлт гүйцэтгэх тухай хэлэлцээр соёрхон батлах тухай*, <https://old.legalinfo.mn/law/details/13305?lawid=13305>
- Монгол Улсын хууль, (2005). *Азийн авто замын сүлжээний тухай Засгийн газар хоорондын хэлэлцээрийг соёрхон батлах тухай*, <https://legalinfo.mn/mn/detail/10261>
- Монголын логистикийн холбоо, (2018). *Үндэсний тээвэр, логистикийн сүлжээ байгуулах бодлогын судалгаа*, <http://nda.gov.mn/1454.html>
- Үндэсний статистикийн хороо, (2020). Солонгосын хойгтой хийж буй худалдаа 2005-2020, http://www.1212.mn/tables.aspx?TBL_ID=DT_NSO_1400_001V1
- Энхболд, И. (2017). Монгол улс, БНСУ-ын худалдааны харилцаа. *Journal of International Studies*, 101-121.

- Dondokov, Z. (2018, October). The economic corridor “China-Mongolia-Russia problems and development prospects”. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 190, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- ESCAP, UN. (2017). *Draft annex IV Intergovernmental agreement on the Asian Highway Network: Asian Highway design stand for road infrastructure safety facilities*.
- Grigoreva, J. G. (2019). South korean direct investment in Mongolia. *Международный журнал прикладных наук и технологий Integral*, (4-2), 55-55.
- Kim, D. H., & Kong, T. Y. (Eds.). (2016). *The Korean peninsula in transition*. Springer. 45-64
- Krechetova, V., Tanase, V., Li, Y., Chong, E., Meeuws, R., & Zhe, K. (2017). *Comprehensive Planning of Eurasian Transport Corridors to Strengthen the intra-and inter-Regional Transport Connectivity*. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP).
- Lee, J. Y., & Gwun, K. W. (2016). Korea-Mongolia Economic Relations: How Can They Be Reinforced?. *KIEP Research Paper World Economy Brief*, (16-21).
- Tsend, B. (2019). The Mongolia-China-Russia: Opportunities and Challenges to Develop Cross-Border Cooperation. *Journal of International Studies*, 5-39.
- Vladimirovna, B. E., & Tuul, D. (2020). Science diplomacy within the Russian-Chinese-Mongolian cooperation at the present time. *Journal of International Studies*, 82-90.

Автомашин дугуйн мөрөөр үүсэх хөрсний эвдрэл, доройтлын судалгааны үр дүн (Шороон замын жишээн дээр)

Results of soil erosion and degradation caused by automobile tire tracks (Cases of unpaved roads)

©Г.Бямбабаяр^{1*}, Д.Даваадорж¹, Г.Түвшин¹
G.Byambabayar^{1*}, D.Davaadorj¹, G.Tuvshin¹

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

¹Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: byambabayar@num.edu.mn

*Corresponding author: byambabayar@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2021.11.17

Засварласан: 2021.03.06

Зөвшөөрөгдсөн: 2022.03.09

Хураангуй

Монгол улсын нийт нутаг дэвсгэрийн 77.8 хувь нь их, бага хэмжээгээр цөлжилт, газрын доройтлын үйл явцад өртсөн бөгөөд үүнээс 35.3 хувь нь сул, 25.9 хувь нь дунд, 6.7 хувь нь хүчтэй, 9.9 хувь нь нэн хүчтэй зэрэглэлд хамрагдаж байна (МОЦА, 2013). Хөрсөн бүрхэвч дэх нягтшилын нөлөөлөл нь хөдөө аж ахуй, тэр дундаа газар тариалангийн бүсэд илүү ажиглагддаг (Barnes, 1971). Хөрсний нягтшил нь хүний хөл, үхэр малын туурай, автомашины дугуйн даралтын нөлөөгөөр үүсдэг түгээмэл буюу олон талт үйл явц юм (Lull, 1959). Ихэнх судлаачид хөрсний нягтшилыг мөн шороон замаас үүдэлтэй байдаг гэж үзсэн (Webb & Wilshire, 1978). Шороон замаас үүдэлтэй энэхүү хөрсний нягтшил нь хурдтай хөрсний элэгдэл явагдах үндсэн нөхцөл болдог (Snyder, 1976); (Iverson, 1980). Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн 2015 онд хийсэн судалгааны дүнгээс харахад, нийтдээ 3 сая га талбай техник хэрэгслийн дугуйн нөлөөгөөр талхагдалд өртсөн гэсэн мэдээ байна. Энэхүү өгүүлэл нь Монгол орны байгалийн ялгаатай бүсүүд дэх хөрсний эвдрэл, доройтолд шороон замын нөлөөлөл байдлыг харуулах зорилготой болно. Шороон замын техник хэрэгсэл нь маш их хэмжээний даралт хөрсөнд учруулж, дугуйн мөр зам дээр үлдээдэг бөгөөд энэ нь хөрсний алдрал, нягтшил цаашилбал хөрсний ус-физик шинж чанарт маш их сөрөг нөлөө, өөрчлөлтийг үзүүлдэг. 1997 оны байдлаар, Манай оронд техник хэрэгслийн дугуйн мөр нь 8000-12,000 км² талбайг цөлжилтөд өртүүлээд байгаа бөгөөд зарим газар орныг хээрийн доройтолд оруулаад байгаа гол хүчин зүйл юм (БОЯ, 1997Б). Иймээс шороон замын эрчимтэй ашиглалт нь экологийн (хөрс) тэнцвэртэй байдлыг алдагдуулсан асуудал болоод байгаа юм. Энэхүү судалгааны хүрээнд бид байгалийн 3-н өөр бүсэд орших хөрсөн бүрхэвчээс 0-5 см, 5-10 см, 10-15 см гэсэн гүнүүдэд 3 давталттайгаар хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжсийг цуглуулан мөн шороон замын хөндлөн огтлолын хэмжилт хийж, лабораторийн аргаар тэдгээрийн ус-физик шинж чанарын өөрчлөлт болон алдагдсан хөрсний хэмжээг тодорхойлсон. Судалгааны үр дүнд шороон замаас үүдэлтэй нарийн ширхэгт тоос, шавранцар зэрэг нь судалгааны талбайгаас хамгийн ихдээ 30 км гаруй зайд, 100 км² талбайг хамран тархсан мөн ойт-хээрийн бүсэд шороон замын нөлөөгөөр 1 га талбайгаас алдагдсан хөрсний хэмжээ нь 196.97 тн байсан бөгөөд энэ нь тухайн цэгийн хөрсөн бүрхэвч нь шороон замын нөлөөгөөр илүү нягтшилд орсонтой холбоотой гэж үзлээ. Шороон замын энэхүү үйл ажиллагаа нь манай орны хөрсний эвдрэл, доройтолд голлох сөрөг нөлөөг үзүүлдэг байна.

Түлхүүр үгс: Шороон замын техник хэрэгсэл, замын мөр, хөрсний ус-физик шинж чанар, хөрсний алдрал, эвдрэл, нягтшил

Abstract

According to the 2010 Desertification Map, 77.8 percent of Mongolia's territory is affected by desertification and land degradation, of which 35.3 percent are weak, 25.9 percent are moderate, 6.7 percent are strong, and 9.9 percent are very strong. (ADM, 2013). The effect of soil compaction is more pronounced in agriculture, especially in agricultural areas (Barnes, 1971). Soil compaction is a common or multifaceted process caused by human feet, cattle hooves, and car tire pressure (Lull, 1959). Most researchers have suggested that soil compaction is also caused by unpaved roads (Webb & Wilshire, 1978). This soil compaction, caused by unpaved roads, is a key condition for rapid soil erosion (Snyder, 1976); (Iverson, 1980). According to a 2015 study by the Institute of Geography and Geoecology, a total of 3 million hectares have been destroyed by vehicle tires. The purpose of this article is to show the impact of unpaved roads on soil erosion and degradation in different natural areas of Mongolia. Unpaved road vehicles put a lot of pressure on the soil and leaves tires on the road, which has a very negative effect on soil loss, compaction and further water-physical properties of the soil. As of 1997, 8000-12,000 km² of vehicle trails have been

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: **Г.Бямбабаяр:** Судалгааны онол, аргазүй, өгөгдөл боловсруулалт, үндсэн бичвэр; **Д.Даваадорж:** Үр дүнгийн хяналт, засвар; **Г.Түвшин:** Хээрийн судалгаа, зургийн боловсруулалт.

affected by desertification in Mongolia, which is a major factor in field degradation in some areas (MOE, 1997B). Therefore, the intensive use of unpaved roads has become an ecological (soil) imbalance. In this study, we collected soil bulk density samples in 3 times each from soil cover in 3 different natural zones at depths of 0-5 cm, 5-10 cm, and 10-15 cm, and measured the cross section of unpaved roads, calculated the changes in their water-physical properties by laboratory methods and the amount of soil lost. As a result of the study, fine dust and loam from the unpaved road spread over a maximum of 30 km from the study area, covering an area of 100 km², and the amount of soil lost per hectare in the forest-steppe zone was 196.97 tons. This is due to the fact that the soil cover is more compacted due to unpaved roads. The use of unpaved road has a major negative impact on soil degradation in our country.

Keywords: Unpaved road vehicles, Road trails, Soil water-physical properties, Soil loss, Erosion, Compaction

Оршил

Монгол улсын нийт нутаг дэвсгэрийн 77.8 хувь нь их, бага хэмжээгээр цөлжилт, газрын доройтлын үйл явцад өртсөн бөгөөд үүнээс 35.3 хувь нь сул, 25.9 хувь нь дунд, 6.7 хувь нь хүчтэй, 9.9 хувь нь нэн хүчтэй зэрэглэлд хамрагдаж байна (МОЦА, 2013). Иймээс хөрсний эвдрэл, газрын доройтол нь өнөө үед Монгол орны экологийн тулгамдсан асуудлын нэг болоод байгаа юм. Дэлхийн ихэнх орнуудын хөдөө орон нутгийн чанартай замууд нь шороон зам байдаг боловч тэдгээр нь одоог хүртэл улс орны эдийн засгийн чухал хөшүүрэг байсаар байна. Өргөн уудам газар нутагтай, хол зайд хатуу хучилттай зам барьж байгуулах эдийн засгийн чадавх багатай улс орнуудын хувьд шороон замыг зам тээвэртээ ихээхэн ашиглаж байна. Монгол орны хувьд шороон зам нь хөдөө орон нутгийн сум суурин газруудын хоорондох болон тэдгээрийн доторх зам, хөдөө аж ахуй, уул уурхайн объектыг чиглэсэн замуудад маш ихээр ашиглагдаж байна (Бямбаа, 2011; Li et al., 2006).

Монгол улсын шороон замын уртын хэмжээг албан ёсоор тогтоогоогүй бөгөөд нийтдээ 50,000 километрээс илүү гэсэн ерөнхий тооцоо байдаг (Дэлхийн банк, 2006). бага ашигладаг хөдөөгийн нарийн шороон зам болон үндсэн чиглэлийн шороон зам дагуу олон салаалсан замыг оруулан тооцвол дээрхээс хэдэн зуу дахин их тоо гарахаар байна. Монгол орны эдийн засгийн хурдацтай өсөлт болон нийгмийн ардчиллын үр дүнд тээврийн хэрэгслийн тоо 1990-ээд оны эхэн үед 43,792 байсан бол 2000 онд тус тоо нь 81,693 болж жилд дунджаар 9 хувийн өсөлттэй гарсан байна (ҮСХ, 2000). 2016 оны байдлаар тээврийн хэрэгслийн тоо 499,152 болсон нь өмнөх оны мөн үеэс 5 орчим хувиар өссөн үзүүлэлттэй байна (ҮСХ, 2017). Монгол улсын үндэсний статистикийн хороо (ҮСХ)-оос гаргасан эмхэтгэлээс харахад 2000 оноос хойш 10 жилийн хугацаанд авто замын сүлжээний урт улс орон даяар 5 дахин нэмэгдсэн байгаа бөгөөд үүнийгээ дагаад манай орны авто замын сүлжээний уртад шороон замын эзлэх хувь мөн нэмэгдээд байгаа юм (ҮСХ, 2011). 2001 оны байдлаар улсын хэмжээгээр нийтдээ 11,100 км урт замыг ашиглаж байгаа тухай тооцоо гарсан бөгөөд үүний 11.9 хувь нь хатуу хучилттай, 12.5 хувь нь сайжруулсан шороон зам байсан бол үлдсэн 75.6 хувь шороон зам байсан байна (UNESCAP, 2001). Хүмүүсийн өдөр тутмын амьдралд машин, техникийн хэрэглээ нэмэгдэхийн хэрээр энэ нь авто замын сүлжээ, түүнтэй холбоотой сөрөг үр дагавруудыг ихээхэн нэмэгдүүлж байна. Техник хэрэгслийн дугуйн мөр нь цөлжилт үүсгэгч хүчин зүйлийн нэг юм (Batjargal, 1997; БОЯ, 1999). Швейцарын хөгжлийн агентлагийн Цөлжилтийг сааруулах төслийн тайланд шороон замыг хүний хүчин зүйлээс шалтгаалж цөлжилтөд нөлөөлж буй зүйлсийн нэгээр авч үзсэн байна (ШХА, 2014). Авто машин, техник хэрэгслийн дугуй нь маш их хэмжээний даралт хөрсөнд учруулж, дугуйн мөр зам дээр үлдээдэг бөгөөд энэ нь хөрсний нягтшил цаашилбал хөрсний эвдрэл, доройтлыг бий болгож байна.

1997 оны байдлаар, техник хэрэгслийн дугуйн нөлөөгөөр 8,000-12,000 км² талбайг цөлжилтөд өртүүлээд байгаа бөгөөд зарим газар орныг газрын доройтолд оруулаад байгаа гол хүчин зүйл юм (БОЯ, 1997Б). Шороон замын эрчимтэй ашиглалт нь хөрсний элэгдэл үүсгэж улмаар экологийн тэнцвэрийг алдагдуулж байна. Ашиглагдахгүй удаж байгаа буюу хуучин хөрсөн шороон зам нь байгалийнхаа жамаар эдгэрдэг байна (Whisenant, 1999).

Монгол орны хувьд хөрсний элэгдэл, доройтлын томоохон хүчин зүйлийн нэг болсон шороон замын асуудал маш бага судлагдсан байна. Энэхүү судалгааны хүрээнд шороон замаас хөрсөн бүрхэвчид үзүүлж буй ус-физик шинж чанарын өөрчлөлт, нөлөөллийг илрүүлэх болон техник хэрэгслийн дугуйн үйл ажиллагаагаар алдарсан хөрсний хэмжээг тооцоолох аргазүй боловсруулах, түүний сөрөг нөлөөллийг тодорхойлохыг зорьсон.

Судалгааны ажлын хүрээнд байгалийн ялгаатай 3 бүсийг (хээр, говь, цөл) сонгон авч туршилт судалгаа хийж гүйцэтгэсэн. Замын нөлөөнд өртсөн хөрсний эзэлхүүн жин, нягтшил

огцом нэмэгдэж, ус нэвчүүлэх хурд илт буурсан. Шороон замын эвдрэл нь газрын шугаман хэлбэрийн элэгдэл, эвдрэл тул шороон замаас алдарсан хөрсний хэмжээг тодорхойлох зорилгоор гуу, жалганаас алдагдах хөрсний хэмжээг тооцоолох аргыг ашигласан.

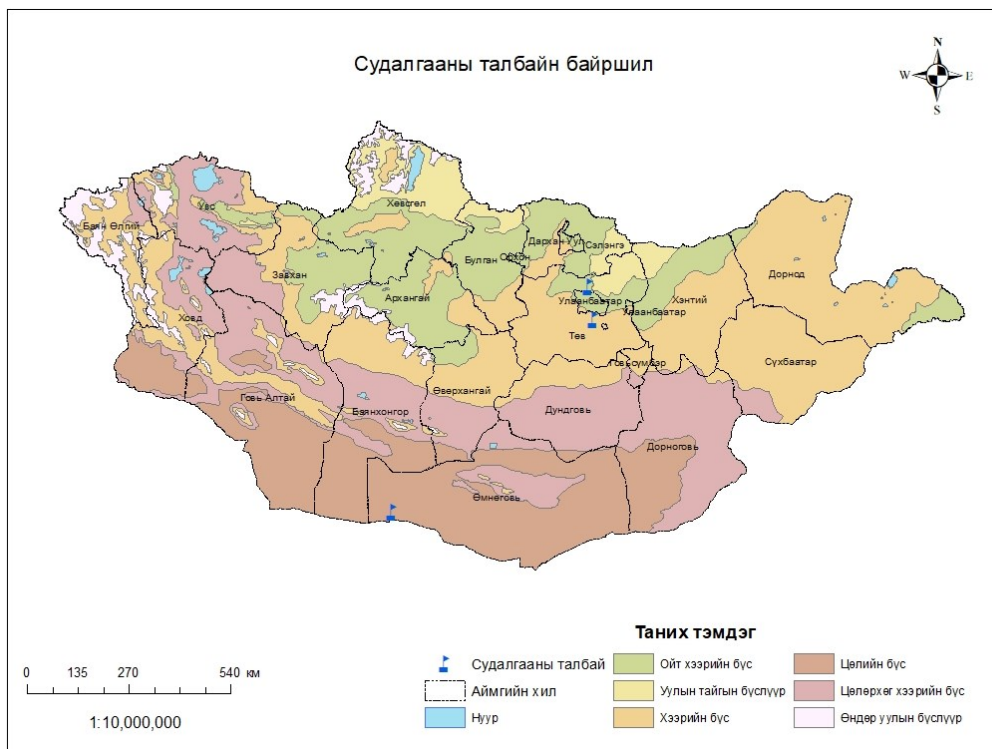
Судалгааны материал, аргазүй

Тус судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэхдээ дараах судалгааны үе шатуудыг авч үзсэн.

- Хөрсний хээрийн судалгааны арга
- Аналитик арга (Лабораторийн задлан шинжилгээ)
- Статистик тооцооллын арга

Судалгааны талбай

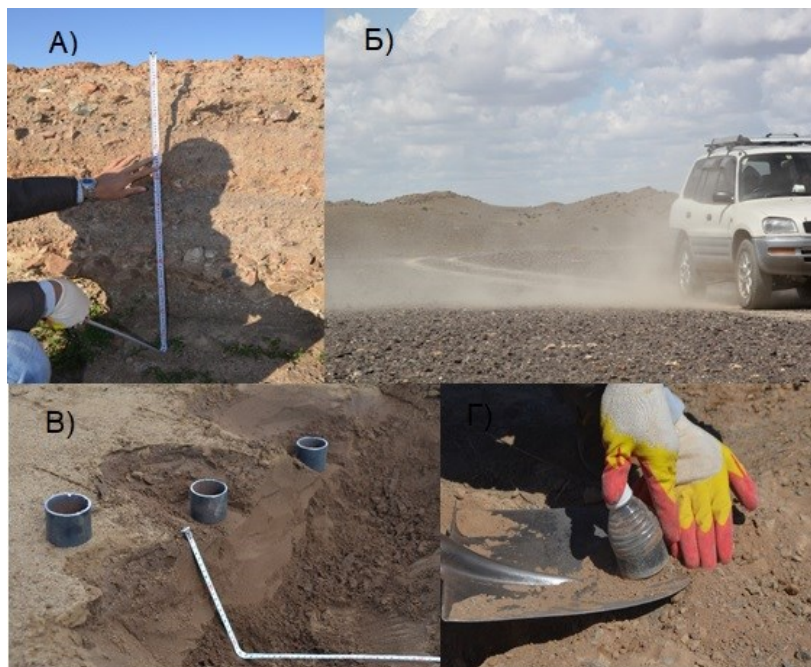
Энэхүү судалгааны ажлаар Өмнөговь аймгийн Гурвантэс (Говийн бүсийн хөрс), Төв аймгийн Сэргэлэн (Хээрийн бүсийн хөрс), Батсүмбэр сумын нутгуудыг (Ойт-Хээрийн бүсийн хөрс) байгалийн 3-н өөр бүсийн хөрсний шинж чанарыг төлөөлүүлэхээр сонгож авсан (Зураг 1).



Зураг 1. Шороон замаас үүсэх хөрсний элэгдэл, эвдрэлийн хэмжилт, туршилт хийсэн цэгүүдийн газарзүйн байршил

Өмнөговь аймгийн Гурвантэс сумын нутагт орших Шивээхүрэн хилийн боомт нь Монгол, Хятадын хилийн боомт, тэдгээрийн хилийн дэглэмийн тухай МУ-ын Засгийн газар, БНХАУ-ын Засгийн газар хоорондын дагуу зорчигч болон нүүрс тээврийн байнгын үйл ажиллагаа явуулдаг. Тус хилийн боомт хүртэлх манай орны нүүрс тээвэрлэлт шороон зам дээр явагддаг тул судалгааны талбайгаар Өмнөговь аймгийн Гурвантэс сумын нутагт орших Овоот хурал, Цахиуртын хөндий гэх газрыг хээрийн судалгааны тохиромжтой талбай гэж үзэн судалгааны талбайгаар сонгож авсан. Хээрийн туршилт, судалгааг хийж гүйцэтгэхдээ судалгааны талбайн тухайн (цэгийн) газрын хөрсний үндсэн шинж чанарыг төлөөлөхүйц эрүүл газрыг сонгон авч 1.8 тн жин бүхий автомашинаар 1, 10, 20, 30, 40, 50 гэсэн 6-н удаагийн явалтыг хийж гүйцэтгэн, явалт тус бүрийн дараах замуудаас хөрсний эзлэхүүнт жингийн дээжлэлтийг 5-10 см, 25-30 см гэсэн гүнүүдээс 2 давталттайгаар цуглуулж, лабораторийн нөхцөлд тэдгээрийн физик шинж чанарын өөрчлөлтийг тодорхойлон, хөрсний нэвчилтийн туршилтыг явалт тус бүрийн дараа хийж гүйцэтгэсэн (Зураг 2Б). Энэхүү зургаан ялгаатай туршилтын үр дүнд хөрсний нягтшил

үүссэн болохыг нотлох үүднээс туршилт тус бүрийн дараах хөрсний нэвчилтийг хэмжиж, хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжийг 5-10 см, 25-30 см гэсэн гүнүүдэд 2 давталттайгаар туршилтын нөлөөлөлд өртсөн зам, түүний хяналтын цэгийн хөрс болон одоо ашиглаж байгаа уурхайн шороон зам гэсэн 3 цэгээс авсан (Зураг 2В, Г). Замын өнгөн үе давхарга машин техник хэрэгслийн дугуйн даралтын нөлөөлөлд өртдөг гэж үзэн 20 ба 50 удаагийн явалтын дараах судалгааны шороон замын болон уурхайн шороон замын хөндлөн огтлолыг хэмжиж тэмдэглэсэн. Мөн судалгааны талбайн 2 цэгт хөрсний үндсэн зүсэлтийг хийсэн (Зураг 2А).



Зураг 2. А) ба Б) Хээрийн туршилт; В) ба Г) Хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжлэлт

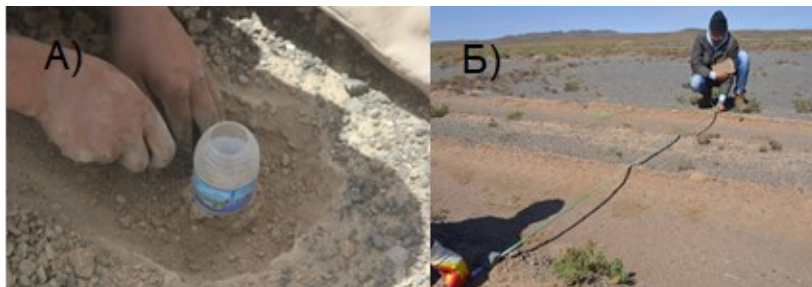
Хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжлэлт

Туршилт судалгааны талбайн хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжийг 1.8 тн жинтэй, тогтмол хурд (30 км/цаг) бүхий машинаар эрүүл хөрсөн дээрх 50 удаагийн явалтын дараах туршилтын замын болон хяналтын цэгийн хөрс гэсэн 2 цэгээс 5-10 см, 25-30 см гүнүүдэд 2 давталттайгаар авсан (Зураг 2Б). Мөн байгалийн гурван өөр бүсэд орших одоогоор ашиглагдаж байгаа шороон замаас болон хяналтын цэгийн хөрснөөс харьцуулалт хийх ба тэдгээрийн нягтшилыг тодорхойлох зорилгоор хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжийг 5 см-ийн өндөргэй, 5 см-ийн диаметртэй (2.5 см-ийн радиустай) цилиндр ашиглан 0-5 см, 5-10 см, 10-15 см гүнүүдэд 3 давталттайгаар авсан (Зураг 2В,Г).

Хөрсний нэвчилтийн туршилт

Хөрсөнд ус хэр зэрэг хурдан нэвтэрч байгааг хөрсний ус нэвтрүүлэх чадвараар хэмжинэ. Ус нэвтрүүлэлтийн зэрэглэл бага байвал хөрсний гадаргад тогтоол ус бий болох ба тэр нь налуугаа дагаж урсан хөрсний элэгдэл эвдрэл буюу угаагдлыг үүсгэнэ. Хөрсний ус нэвчилтийн зэрэглэлийг тодорхойлох нь түүний нягтаршил, хөрсөн дэх ус ба агаарын солилцооны горимд дүн шинжилгээ хийх ач холбогдолтой. Хөрсний нэвчилтийг дотор нь анхдагч нэвчилт ба ханасан хөрсний нэвчилт гэж 2 хуваадаг. Анхдагч нэвчилтийг хээрийн нөхцөлд дан болон давхар цагаригийн аргаар тодорхойлно. Ханасан хөрсний нэвчилт нь янз бүрийн загварчлал тооцоонд хэрэглэгддэг гол үзүүлэлт бөгөөд мм/цаг гэсэн нэгжээр илэрхийлэгдэнэ (Баатар, 2003). Хээрийн судалгааны үе шатанд хөрсний нэвчилтийг тодорхойлохдоо тогтмол хурд бүхий, 1.8 тн жинтэй тээврийн хэрэгслээр судалгааны талбайн эрүүл хөрсөн дээр 1, 10, 20, 30, 40, 50 гэсэн 6 удаагийн явалтын дараах хөрсний нэвчилтийн хурдын өөрчлөлтийг тооцоолсон. Туршилт судалгааны өмнө урьдчилан бэлтгэсэн хуванцар савыг ашиглан явалт бүрийн дараах дугуйн даралтын

нөлөөнд өртсөн замын дугуйн мөрөн дээр болон харьцуулалт хийх үүднээс хяналтын цэгийн хөрсний үе давхаргад зүсэлт хийн хөрсний гадаргаас доош 3 см-ын гүнд суулгаж (Ус алдагдах боломжгүйгээр) дотор нь 300 мл хэмжээтэй ус хийж хөрсөнд бүрэн шингэх хугацааг нь бичиж тэмдэглэсэн (Зураг 3А).



Зураг 3. А) Хөрсний нэвчилт; Б) Замын хөндлөн огтлолын талбайн хэмжилт

Замын хөндлөн огтлолын хэмжилт

Замын хөндлөн огтлолыг хээрийн судалгааны болон байгалийн гурван өөр бүсийн хөрсөн шороон зам дээр хийж гүйцэтгэсэн. Ингэхдээ замын дагуух хажуугийн эрүүл хөрсийг 0 цэг болгон сонгож авсан. Дараа нь тухайн 2 цэгийн хоорондох зайг хэмжиж тэмдэглэн, уг цэгтэй перпендикуляр шулуун (метр, орс) татна. Хоёр 0 цэгийн хооронд татсан шулууныг 10 см-ийн интервалаар хуваан тухайн интервалын цэг бүр дэх замын гүнийг шугам ашиглан перпендикуляр байдлаар хэмжилт хийн дэвтэрт тэмдэглэнэ (Зураг 3Б). Дараа нь тухайн судалгааны замын уртыг тогтмол уртаар тооцоолж хэмжин, замын чиглэлийн дагуу 10 см-ийн интервалаар тухай бүр нь замын мөрний гүнд хэмжилтийг хийн хүснэгтэд тэмдэглэсэн.

Хөрсний дээжлэлт

Ямарваа нэг хөрсний хээрийн судалгаанд түүнийг бүрэн гүйцэд судлах улмаар хөрсний нэршлийг тодорхой ангиллын дагуу тогтоохын тулд хөрсний зүсэлт, дээжлэл болон түүний морфологи тогтцын бичиглэлийг хийх шаардлагатай юм. Тус судалгаа нь шороон замаас үүдэлтэй хөрсний эвдрэл, доройтлыг судалж байгаа учраас хөрсний ерөнхий шинж чанарыг тодорхойлох шаардлагатай юм. Иймээс судалгааны талбайн болон байгалийн гурван өөр бүсэд орших эрүүл хөрсөн бүрхэвчээс хөрсний дээжийг хөрсний үе давхарга бүрээс авч лабораторийн ерөнхий шинжилгээнд өгсөн. Хөрсний морфологи бичиглэл нь тухайн хөрсний шинж чанарыг тодорхойлох анхан шатны тулгуур материал болохоос гадна хөрсний гарал үүсэл, хөрс үүсгэврийн үйл явцуудыг судлах хээрийн судалгааны гол арга юм (Anon, 1975). Хээрийн судалгааны үед хөрсний зүсэлт, морфологи бичиглэл хийж дараагаар нь хөрсний үе давхарга болгоноос лабораторийн задлан шинжилгээнд зориулж дээж бэлтгэн авсан.

Хөрсний ус-физикийн шинжилгээний арга

Хөрсний шингэн төлөвийн биетийн шинж чанар, түүний олон талт үйл ажиллагааны физик ул мөрийг илтгэх бүхий л шинж чанаруудыг энд багтаан үзнэ. Өөрөөр хэлбэл, хөрсний бүх хэлбэрийн усны физик шинжүүд энд орно. Хөрсний ус-физикийн шинж, түүний ус чийгийн хими, биологийн ямарваа нөлөөлөл хийгээд үйлчлэлийг үл илэрхийлнэ (Гончигсумлаа, 2008).

Хөрсний механик бүрэлдэхүүнийг тодорхойлох Качинскийн арга

Механик бүрэлдэхүүний анализ хийх дараалал: 1 мм-ийн шигшүүрээр шигшиж бэлтгэсэн хөрснөөс 10 гр-ыг жигнэн авч шаазан ууранд хийж дээр нь 4 хувийн пиросфосфер хүчлийн натрийн уусмалаас 10 мл хийгээд резинэн зөөлөвчтэй шаазан нухуураар 15 минутын турш сайн үрж хутгаж холилдуулна. Бүрэн нухаж гүйцсэний дараа шаазан ууртай уусмалаа 1 литрийн багтаамжтай цилиндрт 0.25 мм-ийн жижиг шигшүүрээр шүүж хийх ба шигшүүр дээрх шороог нэрмэл усаар сайн угаана. Шигшүүр дээр 1-0.25 мм-ийн диаметртэй хэсгүүд буюу том ширхэгтэй элс үлдэнэ. Энэ элсийг алдагдалгүйгээр тигельд хийж 105⁰С-д тогтмол жинтэй болтол нь хагааж жигнэх ба энэ нь бүдүүн ширхэгтэй элсний хэмжээ юм. Харин 1 литрийн цилиндртэй уусмалаа

хуваарь 1 л хүртэл нь нэрмэл усаар дүүргээд резинэн бүлүүрээр 1 минутын турш бүлж сайн холилдуулаад тавьж тайван байлгана. Цагийг тэмдэглэж авна. Цилиндртэй уусмалаас хэзээ, уусмалын ямар гүнээс, ямар ширхэгтэй хэсгийг 25 мл-ийн шимүүрээр авахыг харуулав (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. 25 мл-ийн шимүүрээр дээж соруулан авах хугацаа, гүн

Ширхгийн диаметр (Мм)	Дээж авах гүн (См)	Дээж авах хугацаа		
		20°C		
		Цаг	Мин	Сек
<0.05	25	-	-	115
<0.01	10	-	19	14
<0.005	10	1	16	55
<0.001	7	22	25	57

Эзлэхүүн жингийн тооцоо

Байгалийн нөхцөлд эвдрээгүй байгаа хөрсний нягтыг эзлэхүүн жин гэх бөгөөд г/см³ нэгжээр илэрхийлэгдэнэ. Хамгийн тохиромжтой эзлэхүүн жин 1.0-1.2 г/см³ орчим байдаг. Хөрсний эзлэхүүн жинг тодорхойлохдоо хээрээс хөрсний өрмийн аргаар авсан эзлэхүүн дээжийг аналитик жин дээр жигнэн гарсан жинг хүснэгтэд тэмдэглэнэ. Мөн хөрсний өрмийн өөрийн жин болон хөрсний өрмийн тагийн жинг тус тус бичиж тэмдэглэнэ (Зураг 4В). Үүний дараагаар хөрсний эзлэхүүн дээжийг хатаах зууханд хийн 105⁰С-д 2 цагийн хугацаанд хатаана. Хатаасны дараагаар дээжийг аналитик жин дээр дахин жигнэн мөн хүснэгтэд тэмдэглэнэ. Эцэст нь хөрсний өрмийн жингийн эзлэхүүнийг олохдоо хатаасан хөрсний массыг нийт эзлэхүүнд харьцуулан тооцож гаргана. Хөрсний өрмийн нийт эзлэхүүнийг дараах томъёогоор бодно (Баатар, 2003). Үүнд:

$$V = \pi \times r^2 \times h \tag{I}$$

Энд:

V – Хөрсний өрмийн нийт эзлэхүүн, (г/см³)

r - Хөрсний өрмийн радиус, диаметрийн хагастай тэнцүү, (см)

h - Хөрсний өрмийн өндөр, (см)

π – Тогтмол тоо бөгөөд 3.14-тэй тэнцүү



Зураг 4. А) ба Б) Хөрсний чийгийн үзүүлэлт; В) Хөрсийг жигнэх; Г) Хөрсийг хатаах

Хөрсний эзлэхүүн жингийн тооцоо (g/cm^3)

$$BD = \frac{E}{V} \times 100 \quad (II)$$

Энд:

BD – Хөрсний эзлэхүүн жин, ($г/см^3$)

E – Анализад авсан үнэмлэхүй хуурай хөрсний жин, (г)

V – Цилиндрийн эзлэхүүн, ($см^3$)

100 – 100 гр дээжид тооцох утга

Сүвэрхэгшилтийн тооцоо

Хөрсний хатуу хэсгээс бусад агаар, ус бүхий орон зайн эзлэх хувийг сүвэрхэгшилт гэх ба хувиар илэрхийлнэ (Баатар, 2003). Энэ үзүүлэлт нь хөрсний хамгийн их чийг багтаамж юм. Хөрсний сүвэрхэгшилт дунджаар 50 хувь орчим байдаг. Хөрсний нийт сүвэрхэгшилт нь нэгээс хөрсний эзлэхүүн жинг хөрсний хувийн жин буюу тогтмол ($2.65 г/см^3$)-д харьцуулсан харьцааг хассантай тэнцүү юм (Зураг 4В, Г).

Хөрсний сүвэрхэгшилт (%)

$$P = \left(1 - \frac{d1}{d2}\right) \times 100 \quad (III)$$

Энд:

P – Ерөнхий сүвэрхэгшилт, (%)

d1 – Хөрсний эзлэхүүн жин ($г/см^3$)

d2 – Хөрсний хувийн жин ($г/см^3$)

Хөрсний бүрэн чийг багтаамж (*Water Holding Capacity*)

Хээрийн чийг багтаамж буюу хөрсний бүрэн чийг багтаамж нь (цаашид WHC) хөрсний чийгийн хамгийн чухал, тогтмол үзүүлэлт бөгөөд хувиар илэрхийлэгдэнэ. Хөрсний усалгааны нормыг хээрийн чийгийн багтаамжийг үндэслэж тогтоодог. Хөрс хамгийн их капилляраар өргөгдсөн усыг агуулах үеийн хөрсний чийгийн хэмжээ (Black, 1965). Үржил шимтэй ялзмагт хөрсөнд ойролцоогоор 30-35 хувь, элсэрхэг хөрсөнд 10-15 хувь байна. Ургамалд хамгийн тохиромжтой чийг нь хээрийн чийг багтаамжийн 70-80 хувь орчим байна. Хөрсний хээрийн чийг багтаамж буюу хөрсний бүрэн чийг багтаамжийг тодорхойлохдоо хээрээс авчирсан хөрсний өрмийн эзлэхүүн дээжийг хангалттай ус бүхий (Хөрсний өрмөөс өндөр) эскалаторт хийж 24 цаг болгоно (Зураг 4Б). Энэ нь хөрс хангалттай чийгших, усжих хугацаа юм. Үүний дараагаар хөрсний эзлэхүүнт дээжийг эскалатороос гарган жигнэн, хүснэгтэд жинг тэмдэглэн авна. Мөн хөрсний өрмийн өөрийн жин болон хөрсний өрмийн тагийн жинг тус тус бичиж тэмдэглэнэ. Жигнэсний дараагаар ус, чийгээр ханасан хөрсний эзлэхүүнт дээжийг хатаах зууханд хийн 105^0C -д 24 цаг хатаана. Хатаасны дараагаар дахин аналитик жин дээр жигнэн жинг хүснэгтэд тэмдэглэнэ. Эцэст нь хөрсний бүрэн чийг багтаамжийг тодорхойлно. Хөрсний хээрийн чийг багтаамж буюу бүрэн чийг багтаамж нь хөрсний ханасан чийгийн жинг хуурай, хатаасан хөрсний жинд харьцуулсан харьцаагаар тодорхойлно (Баатар, 2003).

Хөрсний хээрийн бүрэн чийг багтаамж (%)

$$X = \frac{(B-C)}{C-A} \times 100 \quad (V)$$

Энд:

X - Хөрсний бүрэн чийг багтаамж, (%)

A - Хоосон хуурай бюксийн жин, (%)

B - Чийгээр ханасан хөрстэй бюксийн жин, (%)

C - Хатаагч шүүгээнд хатаасны дараах хөрстэй бюксийн жин, (гр)

Капиллярын чийгийн багтаамж

Капиллярын тухайн үеийн чийгийн багтаамжит чанар нь тухайн хөрсний капилляр нүх сүв нь анхныхаа байдалд байх үеийн агуулж чадах чийгийн хамгийн их хэмжээ бөгөөд хувиар илэрхийлэгдэнэ. Капиллярын чийгийн багтаамжийг тодорхойлохын тулд чийгтэй болон хуурай хөрсний жинг тодорхойлох шаардлагатай. Эхлээд хээрийн судалгааны явцад цуглуулсан хөрсний өрмийн эзлэхүүн дээжийг аналитик жин дээр жигнэн, жинг хүснэгтэд тэмдэглэнэ. Үүний дараагаар хөрсний эзлэхүүн дээжийг хатаах зууханд хийн 105⁰С-д 24 цагийн хугацаанд хатаана. Хатаасны дараагаар дахин аналитик жин дээр жигнэн, жинг хүснэгтэд тэмдэглэнэ. Дараа нь хатаасан хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжийг усаар дүүргэсэн эскалаторт хийн 24 цаг болсны дараагаар чийгтэй чигээр нь гаргаж ирэн аналитик жин дээр жигнэн хүснэгтэд тэмдэглэнэ. Жигнэсний дараа тухайн хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжийг хатаах зууханд хийн 105⁰С-д 24 цагийн хугацаанд хатааж, хатаасан хөрсөө аналитик жин дээр жигнэн жинг хүснэгтэд тэмдэглэнэ. Мөн хөрсний өрмийн өөрийн жин болон хөрсний өрмийн тагийн жинг тус тус бичиж тэмдэглэх шаардлагатайг анхаарах хэрэгтэй. Капиллярын чийгийн багтаамж нь чийгтэй хөрсний жин болон чийгээр ханах хүртэлх, шороонд байсан усны жингийн нийлбэрийг хуурай шорооны жинд харьцуулсан харьцаагаар тодорхойлно (Баатар, 2003).

Капиллярын чийгийн багтаамжийн тооцоо (%)

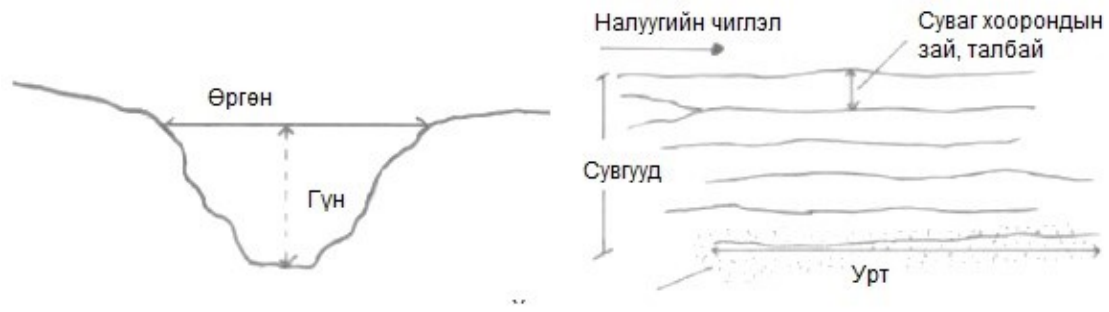
$$CPV\% = \frac{(B-A+D)}{E} \times 100 \tag{IV}$$

Энд:

- CPV - Капиллярын чийгийн багтаамж, (%)
- B - Чийгээр ханасан шороотой цилиндрийн жин, (гр)
- A - Хуурай шороотой цилиндрийн жин, (гр)
- D - Чийгээр ханах хүртэлх, шороонд байсан усны жин, (гр)
- E - Хуурай шорооны жин, (гр)

Замын эвдрэл, хөрсний алдралыг хэмжих арга

Хөрсний алдагдлын универсал тэгшитгэл буюу Universal Soil Loss Equation (цаашид USLE) нь энгийн ашиглахад хялбар, загварт оруулах өгөгдлийн тоо хэт олон биш, нэмэлт мэдээллийн багц шаарддаггүйгээрээ зарим нарийн нийлмэл загваруудаас давуу чанартай байдаг. Энгийн томьёолол, практик хэрэглээний давуу байдал нь нөгөө талаар хөрсний элэгдлийн бүх нарийн үйл явцыг тооцоолох шаардлагыг орхигдуулах талтай (Умберто ба Раттан, 2008). Шороон замаас үүсэх хөрсний эвдрэл нь газрын шугаман хэлбэрийн элэгдлийн нэг учраас “Судгаас алдагдсан хөрсний хөрсний хэмжээг тооцох арга”-ыг ашиглаж, тооцоолох боломжтой гэж үзсэн. Байгалийн ялгаатай бүсүүдэд орших хөрсөн бүрхэвч, хөрсний алдралын хэмжээг тодорхойлох зорилгоор хээрийн туршилт судалгааны шатанд цуглуулсан тоон мэдээлэлд үндэслэн тэдгээрийг газрын доройтолд хамаарах судгаас (жалгын үүслийн эхний хэлбэр) алдагдсан хөрсний хэмжээг тооцох аргыг ашиглан судалгааны талбай тус бүр дэх м² тутмаас алдагдсан хөрсний хэмжээ буюу алдралыг тодорхойлсон (Зураг 5).



Зураг 5. Замын хөндлөн огтлолын хэмжилт

Хөндлөн огтлолын талбайн тооцоо (m^2)

$$\frac{1}{2} \times \text{Width (m)} \times \text{Depth (m)} = \text{Cross - Sec Area (m}^2\text{)} \quad (\text{VI})$$

Энд:

Cross-Section Area (m^2) – Хөндлөн огтлолын талбай (m^2)
 $\frac{1}{2}$ - Тухайн элэгдлийн гадаргуугийн хэлбэрийн коэффициент
 Width (m) – Шороон замын мөрний өргөн (м)
 Depth (m) – Шороон замын мөрний гүн (м)

Алдагдсан эзлэхүүний хэмжээ (m^3)

$$\text{Cross - Section Area (m}^2\text{)} \times \text{Length (m)} = \text{Volume Lost (m}^3\text{)} \quad (\text{VII})$$

Энд:

Volume Lost (m^3) – Алдагдсан эзлэхүүний хэмжээ (m^3)
 Cross-Section Area (m^2) – Хөндлөн огтлолын талбай (m^2)
 Length (m) – Тухайн шороон замын урт (м)

Алдагдсан хөрсний хэмжээ (m^3/m^2)

$$\text{Volume Lost (m}^3\text{)} \div \text{Catchment Area (m}^2\text{)} = \text{Soil Loss (}\frac{m^3}{m^2}\text{)} \quad (\text{VIII})$$

Энд:

Soil Loss (m^3/m^2) – Алдагдсан хөрсний хэмжээ (m^3/m^2)
 Volume Lost (m^3) – Алдагдсан эзлэхүүний хэмжээ (m^3)
 Catchment Area (m^2) – Нийт талбай (m^2)

Алдагдсан хөрсний хэмжээ (тн/га)

$$\text{Soil Loss (}\frac{m^3}{m^2}\text{)} \times \text{Bulk Density (}\frac{t}{m^3}\text{)} = \text{Soil Loss (t/ha)} \quad (\text{IX})$$

Энд:

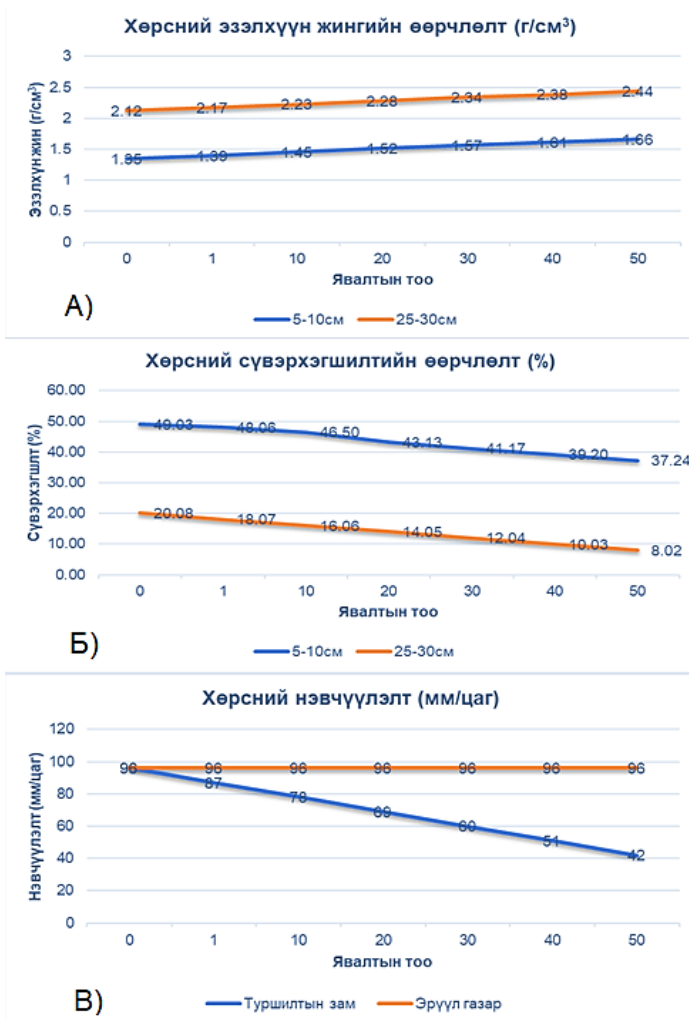
Soil Loss (m^3/m^2) – Алдагдсан хөрсний хэмжээ (m^3/m^2)
 Soil Loss (t/ha) – Алдагдсан хөрсний хэмжээ (тн/га)
 Bulk Density (t/m^3) – Эзлэхүүн жин (тн/ m^3)

Судалгааны үр дүн

Хээрийн судалгаа:

Хээрийн туршилт судалгааны үр дүнгээс харахад зургаан удаагийн явалтын дараах хөрсний эзлэхүүн жин, хяналтын цэгийн /эрүүл/ хөрстэй харьцуулахад 0.3 г/см^3 –ээр нэмэгдсэн байгаа нь автомашин нь хөрсөн бүрхэвчид тодорхой хэмжээний даралт учруулж, цаашилбал хөрсний бүтцийг алдагдуулснаар хөрсний эвдрэл, доройтол үүсэх үндсэн нөхцөлийг бий болгож байна. Хөрсний эзлэхүүн жингийн графикаас харахад автомашины явалтын тоо нэмэгдэх тусам дугуйн даралтын нөлөөлөлд өртсөн хөрс илүү нягтарч байгаа нь харагдаж байна (Зураг 6А). Мөн автомашины явалтын тооноос хамаарч хөрсний эзлэхүүн жин нь арифметик прогрессын зүй тогтлоор нэмэгдсэн буюу өссөн үзүүлэлттэй гарсан үзэж болох юм. Учир нь энэхүү судалгааны үр дүн нь (Webb et al., 1980); (Webb et al., 2012) онд Калифорнийн цөлд хийсэн туршилтын үр дүнтэй таарч байгаа учраас өөрийн туршилт судалгааг илүү бодитой, алдаа багатай явагдсан.

Хээрийн судалгааны үр дүнгээс үзэхэд хөрсний сүвэрхэгшилт автомашины явалтын тооноос хамаарч, түүнтэй урвуу хамааралтайгаар, арифметик прогрессоор буурсан буюу хяналтын цэгийн хөрстэй харьцуулахад сүвэрхэгшилтийн хэмжээ ойролцоогоор 10 хувиар буурсан (Зураг 6Б). Үндсэн шалтгаан нь автомашины дугуй нь замтай харилцан үйлчлэлцсэнээр түүнд даралт учруулж, хөрсөн дэх сүвэрхэгшилтийг бууруулж байв. Энэ нь цаашилбал хөрсний элэгдэл, доройтол үүсэх үндсэн шалтгаан болж байв.

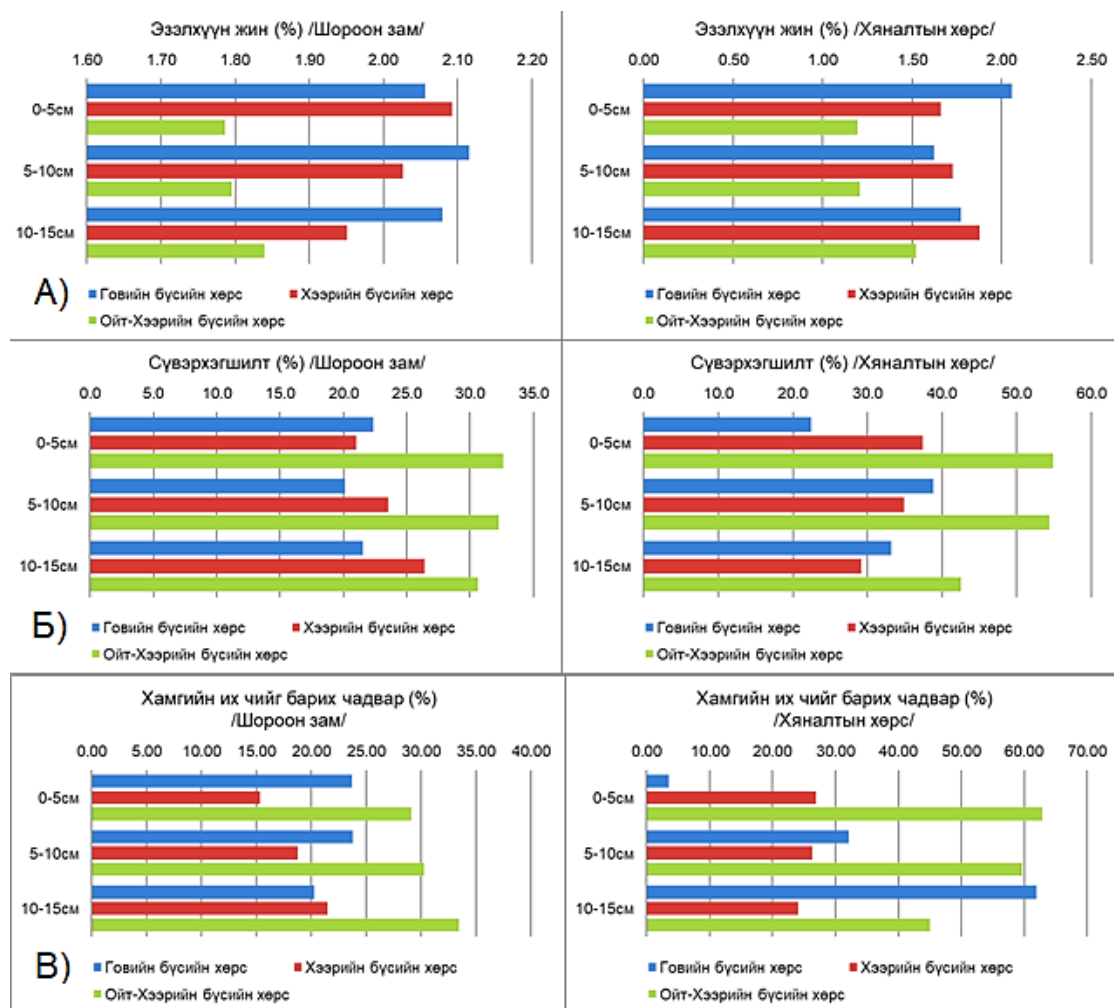


Зураг 6. А) Туршилтын дараах эзлэхүүн жингийн өөрчлөлт; Б) Туршилтын дараах сүвэрхэгшилтийн өөрчлөлт; В) Туршилтын дараах хөрсний нэвчүүлэлт

Хөрсний нэвчүүлэлт нь хөрсний бүтэц, тэр дундаа хөрсний сүвэрхэг байдалтай шууд холбоотой юм. Хэрвээ хөрсний бүтэц алдагдаагүй буюу сүвэрхэг байдал нь их байвал, түүний ус шингээх чадвар төдий чинээ их байна гэсэн үг юм. Хээрийн туршилт, судалгааны дүнгээс үзэхэд явалтын тоо ихсэх тусам, хөрсний нэвчүүлэх чадвар буурсан байна (Зураг 6В). Энэ нь ойролцоогоор 6 явалтын дараагаар хөрсний нэвчүүлэх чадвар 40 гаруй хувиар буурсан үзүүлэлттэй гарсан байна. Өөрөөр хэлбэл автомашины дугуй нь хөрсөн бүрхэвчид даралт учруулснаар тухайн хөрсний бүтцийг алдагдуулж байгаа гэсэн үг юм.

Хөрсний ус-физикийн шинж чанарын өөрчлөлт:

Автомашин, техник хэрэгслийн дугуй нь хөрсөнд даралт учруулж, хөрсний эзлэхүүн жинд маш хүчтэй сөргөөр нөлөөлдөг нь харагдаж байна. Ялангуяа шороон замын нөлөөгөөр замын өнгөн хэсэг техникийн дугуйн даралтад маш их өртдөг бөгөөд говь, цөлийн бүсэд хээрийн болон ойт-хээрийн бүстэй харьцуулахад тухайн шороон замын мөрнөөс доош 5-10 см-ийн гүнд хамгийн их нягтардаг нь дүнгээс харагдаж байна (Зураг 7А). Гэхдээ энэхүү үр дүнд тухайн техник хэрэгслийн даац, замын зориулалт-төрөл, хөрсний механик бүрэлдэхүүний хэмжээ зэргийг харгалзан үзэх нь зүйтэй юм.



Зураг 7. А) Эзлэхүүн жингийн харьцуулалт ($г/см^3$); Б) Сүвэрхэгшилтийн харьцуулалт (%); В) Хөрсний бүрэн чийг багтаамжийн харьцуулалт (%)

Үр дүнгээр шороон замын техник хэрэгсэл нь хөрсийг дарж нягтруулснаар, хөрсний бүтэц алдагдаж, хөрсөнд нягтшил үүсэж сүвэрхэг байдал нь энгийн хөрстэй харьцуулахад ихээхэн багассан байсан нь тогтоогдсон (Зураг 7Б). Хөрсний сүвэрхэгшилт нь хөрсний эзлэхүүн жинтэй шууд хүчтэй урвуу хамааралтай байдаг. Үүнтэй холбоотойгоор ойт-хээрийн болон говийн бүсийн хөрсөнд эзлэхүүн жин болон сүвэрхэгшилтийн урвуу хамаарал илэрсэн байна.

Хөрсний бүрэн чийг багтаамж нь хөрсний эзлэхүүн жинтэй урвуу хамааралтай бол сүвэрхэгшилттэй шууд хамааралтай байна. Судалгааны талбайн хөрсний бүрэн чийг багтаамжийн графикаас харахад говийн хөрсөн шороон замын хувьд 0-5 см-ийн гүнд хамгийн их чийг барих чадвар нь замын хөрстэй харьцуулахад эрүүл хөрсөнд бага байгаа нь нүүрс тээврийн даацын машин говийн хөрсний өнгөн үе болох элсэн хучаасны үеийг эвдэлж байхгүй болгосонтой холбоотой юм (Зураг 7В). Энэ нь хөрсний шинж чанартай холбоотой бол бусад хөрснүүдийн хувьд өөр гүнүүдэд авч үзэхэд эзлэхүүн жинтэй урвуу хамааралтай байв.

Хүснэгт 2. Хөрсний гүн болон шинж чанарын харилцан хамаарал

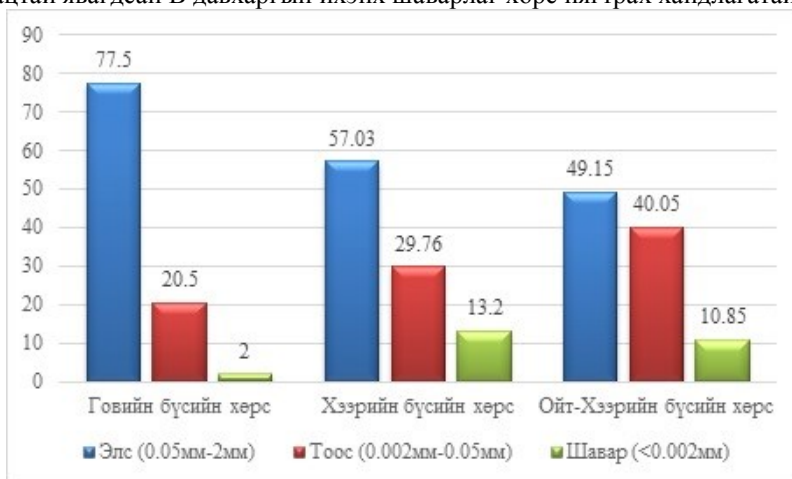
Байгалийн бүс	Төрөл	Гүн, см	Эзлэхүүн жин ($г/см^3$)	Сүвэрхэгшилт (%)	Хөрсний бүрэн чийг багтаамж (%)	Капиллярын чийгийн багтаамж (%)
Говийн бүс	Замын хөрс	0-15 см	0.376	-0.376	-0.861	-0.954
	Хяналтын хөрс	0-15 см	-0.644	0.644	1.000	0.997
Хээрийн	Замын хөрс	0-15	-0.999	0.999	0.998	0.968

бүс	Хяналтын хөрс	0-15 см	0.976	-0.976	-0.946	-1.000
	Замын хөрс	0-15 см	0.936	-0.936	0.968	0.840
Ойт-Хээрийн бүс	Хяналтын хөрс	0-15 см	0.885	-0.885	-0.938	-0.991

Судалгааны цэгүүдээс цуглуулсан хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжлэлтийн гүний болон хөрсний ус-физикийн үндсэн шинж чанарууд болох эзлэхүүн жин, сүвэрхэгшилт, хөрсний бүрэн чийг багтаамж болон капиллярын чийгийн багтаамжийн харилцан хамаарлыг тодорхойлсон болно. Судалгааны үр дүнд говийн шороон замын хөрсний сүвэрхэгшилтийн хэмжээ нь хөрсний эзлэхүүн жингийн дээжийн гүнтэй -0.376 буюу сул урвуу хамааралтай гарсан нь говийн хөрсний өнгөн давхарга буюу элсэн хучаас үе алдагдсантай холбоотой юм. Харин хээрийн бүсийн эрүүл хөрсний капиллярын чийгийн багтаамж нь гүнтэйгээ -1 гэсэн утгыг үзүүлж байгаа нь капиллярын чийгийн багтаамж нь гүнтэйгээ хүчтэй урвуу хамааралтай байгааг илтгэж байна. Энэ нь өөрөөр хэлбэл гүн нэмэгдэхийн хирээр капиллярын чийгийн багтаамж багасаж байгаа гэсэн үг юм. Мөн хээрийн бүсийн эрүүл болон замын хөрсний гүнүүдийн, ус-физик шинж чанартай үзүүлэх хамаарал нь хүчний түвшний хувьд хүчтэй зэрэглэлд хамаарч байна (Хүснэгт 2). Харин Монгол орны цөлжилтийн атлас (2013)-т “Монголын хөрсний элэгдэх байдал нэлээд өндөр бөгөөд нийт хөрсний 55 гаруй хувь нь их, маш их элэгдэлд өртөмтгий” гэж ангилсан (ГХ ба БОМТ, 2013). Харин бага зэрэг элэгдэлд өртөмтгий хөрс маш бага талбайг эзэлж хээрийн бүсийн 30 гаруй хувьд нь дунд зэрэг өртөмтгий хөрс тархсан нь харьцангуй элэгдэл эвдрэлд тогтвортой хэмээн үзэж болно” гэсэн жишээгээр тайлбарлаж болох юм.

Хөрсний ширхгийн бүрэлдэхүүний харьцуулалт:

Хөрсний өнгөн үе элэгдэж алдагдан доод үе давхарга нь ил гарснаар хүнд шаварлаг хэсэг, хайрганы орц ихсэж, органик бодисын агууламж эрс буурдаг учир амархан дагтаршдаг. Хөрсний элэгдэл хурдацтай явагдсан В давхаргын ихэнх шаварлаг хөрс нягтрах хандлагатай байдаг.



Зураг 8. Хөрсний ширхгийн бүрэлдэхүүний харьцуулалт

Хөрсний элэгдэл нь үржил шимт өнгөн хөрснөөс ялгаатай доод үе давхаргуудыг гадаргад ил гаргах ба эдгээр давхарга нь хэврэг, элэгдэлд өртөмтгий байдаг. Элэгдсэн хөрсний гадаргад борооны дуслын нөлөөгөөр өрөмтөж, дайрх нь хялбархан болох ба ус нэвчилт буурч, хөрсний бүтэц өөрчлөгддөг. Гадаргад ил гарсан доод үе давхарга нь шаврын агууламж ихтэй (ялангуяа V₁ давхарга) тул хагарал, ан цав амархан үүсэх нөхцөл болдог. Хөрсний элэгдэл нь өнгөн хөрснөөс өөр механик бүрэлдэхүүнтэй доод үе давхаргын нарийн жижиг хэсгүүд нь зөөгдөн алдагдахад хүргэж, ширхгийн бүрэлдэхүүнийг өөрчилнө. Шимт хөрс алдагдах тусам хөрсний эзлэхүүн жин, нягтрал ихэснэ. Хөрсний элэгдэл нь сүвэрхэгшилтийг бууруулж, доод үе давхарга нь нягт, цул бүтэцтэй болдог учир эзлэхүүн жин нэмэгдэн, ургамалд ашигтай чийг, ус нэвчилт ба ус дамжуулалт буурдаг (Умберто ба Раттан, 2008). Эндээс үзэхэд хөрсний ширхгийн бүрэлдэхүүн нь хөрсний элэгдэл, эвдрэлд ихээхэн нөлөөг үзүүлдэг. Говийн хөрс нь ширхгийн бүрэлдэхүүний

хувьд элсэн ширхэг буюу 0.05 мм-2 мм хэмжээтэй ширхгийн хэмжээ ихтэй байгаа нь шороон замын эвдрэлд өртөх үндэс болж байгаа хэдий ч автомашины дугуйн даралтын нөлөөгөөр алдагдах хөрсний хэмжээтэй урвуу хамааралтай байна. Хөрсний ширхгийн бүрэлдэхүүнд элсэн ширхэг, элсэнцрийн агууламж их байх нь хөрс хими-физикийн шинж чанарын өөрчлөлтөд хамгийн эмзэг буюу өртөмтгий байхад хүргэж байна. Харин хээрийн хөрсөнд шаврын агууламж буюу (<0.002 мм) бүхий ширхгийн хэмжээ бусад төрлийн хөрстэй харьцуулахад их байгаа нь хөрсний эвдрэл, доройтол, шороон замын нөлөөлөлд автах нөлөөлөл бага байгаатай холбож тайлбарлаж болох юм (Зураг 8).

Замын эвдрэл, хөрсний алдралын тооцоо:

Газрын доройтлын үед хөрснөөс алдагдах нь судалгааны цэг бүрт харилцан адилгүй бөгөөд алдагдах хөрсний хэмжээг дараах байдлаар тодорхойлсон (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Шороон замын нөлөөгөөр алдагдсан хөрсний хэмжээ

Байгалийн бүс	Говь, цөлийн бүс		Хээрийн бүс		Ойт-Хээрийн бүс	
	Зам	Хяналтын цэг	Зам	Хяналтын цэг	Зам	Хяналтын цэг
Төрөл						
Хөндлөн огтлол (м ²)	0.20	0.20	0.11	0.11	0.13	0.13
Алдагдсан эзлэхүүний хэмжээ (м ³)	20.47	20.47	11.28	11.28	13.00	13.00
Алдагдсан хөрсний хэмжээ (м ³ /м ²)	0.06	0	0.04	0	0.04	0
1 га талбайгаас алдагдсан хөрсний хэмжээ (тн/га)	1330.81	1164.46	775.20	671.59	713.03	516.0606
Дугуйн даралтын нөлөөгөөр алдагдсан хөрсний хэмжээ (тн/га)	166.35		103.62		196.97	

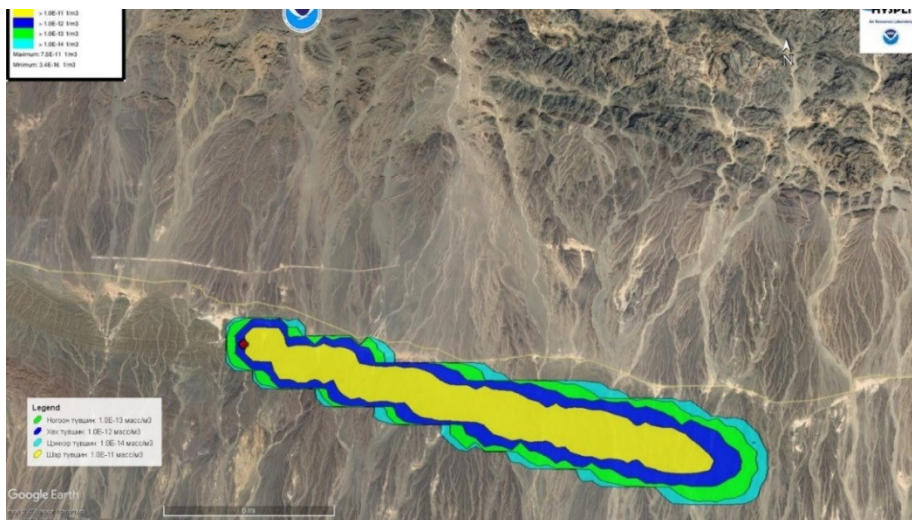
Үр дүнгээс үзэхэд шороон замын нөлөөллийн үр дүнд 1 га талбайгаас алдагдах хөрсний хэмжээ говийн бүсэд 1330.81 тн, хээрийн бүсэд 775.20 тн, ойт-хээрийн бүсэд 713.03 тн байв. Учир нь шороон замын нөлөөгөөр алдагдсан эдгээр хөрсний хэмжээнээс тус бүрийн эрүүл хөрсөн дэх алдралын зөрүүг хасахад зөрүү нь говийн бүсэд 166.35 тн, хээрийн бүсэд 103.62 тн, ойт-хээрийн бүсэд 196.97 тн байна. Эндээс харахад эдгээр байгалийн бүсүүд дундаас ойт-хээрийн бүсээс автомашины дугуйн даралтын нөлөөгөөр алдагдсан хөрсний хэмжээ их байгаа нь харагдаж байна (Хүснэгт 3). Энэ нь эрүүл хөрс болон дугуйн нөлөөлөлд автсан хөрсний эзлэхүүн жингийн зөрүүтэй шууд холбоотой юм. Учир нь говийн бүсийн шороон зам болон эрүүл хөрсний эзлэхүүн жингийн зөрүү ойролцоогоор 0.26 г/см³, хээрийн бүсэд 0.27 г/см³ бол ойт-хээрийн бүсэд энэ нь бараг 2 дахин их буюу 0.5 г/см³ байгаа нь дугуйн даралтын нөлөөгөөр алдагдсан хөрсний хэмжээ ойт-хээрийн бүсэд их байгаа нь эзлэхүүн жин буюу нягтшилтай шууд холбоотой нь харагдаж байв (Хүснэгт 4).

Хүснэгт 4. Эзлэхүүн жин (г/см³)

Хөрсний төрөл	Төрөл	Гүн (см)	Дундаж эзлэхүүн жин (г/см ³)
Говийн бүсийн хөрс	Шороон замын хөрс	0-15 см	2.08
	Хяналтын цэг	0-15 см	1.82
Хээрийн бүсийн хөрс	Шороон замын хөрс	0-15 см	2.02
	Хяналтын цэг	0-15 см	1.75
Ойт-Хээрийн бүсийн хөрс	Шороон замын хөрс	0-15 см	1.81
	Хяналтын цэг	0-15 см	1.31

Алдагдсан хөрсний нөлөөллийн талбай, тархалтын тооцоо:

Судалгаанаас үзэхэд шороон замын элэгдэл, эвдрэлд хамгийн эрчимтэй өртөж буй цэг нь говийн замууд юм. Говийн бүсэд шороон замын нөлөөгөөр алдагдсан хөрсний нөлөөллийн талбай, тархалтыг дараах байдлаар тодруулав (Зураг 9).



Зураг 9. Хөрсний алдралын нөлөөллийн талбай

Шороон замаар алдагдсан хөрсний нөлөөллийн талбай, тархалтын зургаас харахад $1.0 \cdot 10^{-11}$ мг/м³ агууламж (шар төвшин) бүхий хөрс, тоос тухайн судалгааны цэгээс зүүн урагш 27 км зайд, $1.0 \cdot 10^{-12}$ мг/м³ агууламж (хөх төвшин) бүхий хөрс, тоос мөн зүүн урагш 28 км зайд, $1.0 \cdot 10^{-13}$ мг/м³ агууламж (ногоон төвшин) бүхий хөрс, тоос зүүн урагш 29 км зайд, $1.0 \cdot 10^{-14}$ мг/м³ агууламж бүхий (цэнхэр төвшин) хөрс, тоос зүүн урагш ойролцоогоор 30 км хүртэл зайд тархсан байна. Шороон замын хөрсний нарийн ширхэг, тоосны энэхүү тархалт нь тухайн үеийн цаг агаарын байдал, тэр дундаа салхины эрчим, хурд, хүчтэй шууд холбоотой юм. Мөн энэхүү тоосны тархалтын нөлөөллийн талбайг урт, өргөний үржвэрээр тооцож үзэхэд ойролцоогоор 100 км² гаруй талбай нь шороон замын тоосон бүрхэвчийн нөлөөлөлд автсан гэсэн тооцоо гарсан. Мөн энэхүү тархалтад хамгийн ихдээ $7.5 \cdot 10^{-11}$ мг/м³ агууламж бүхий хөрс, тоос агуулагдаж байсан бол хамгийн бага нь $3.4 \cdot 10^{-16}$ мг/м³ агууламж бүхий хөрс, тоос агуулагдаж байв (Зураг 9).

Хэлэлцүүлэг

Шороон зам нь хөрсний доройтлын томоохон эх үүсвэр болохоос гадна хүрээлэн буй орчны бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд сөрөг нөлөөтэй талаарх судалгааны ажлууд хийгдсэн байна. Шороон замаас үүсэх доройтлын судалгаанд ихэвчлэн газрын талхигдал, ургамлан бүрхэвчийн өөрчлөлт, хөрсний суулт, шилжилтийг голчлон авч үзсэн байна. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд хөрсний хими, физик шинж чанарт үзүүлж буй сөрөг нөлөөллийг илрүүлэх, дугуйны хөдөлгөөнөөр зөөгдөлд орох хөрсний хэмжээг тодорхойлох аргагүйг туршсан. Энэхүү судалгааны явцад нөлөөлөлд орсон шороон замын хөрсний механик бүрэлдэхүүнээс яг ямар механик бүрэлдэхүүн, хэр их хэмжээтэйгээр зөөгдсөнийг тооцоолоход бэрхшээлтэй тулгарсан. Энэ нь тухайн нөлөөлөлд автсан шороон замын /эвдрэлд орсон/ хөрсний механик бүрэлдэхүүнийг тухайн нөлөөлөлд автсан шороон замын нэгэн хэсэг мөн болохыг олж тогтоох техник технологитой холбоотой юм.

Цаашид энэ төрлийн судалгаанд тухайн замын элэгдэл, эвдрэлийн нөлөөлөлд автсан цэгээс хөрсний алдралыг тооцоолохдоо хөрсний изотопын аргачлалыг ашиглах, хяналтын цэгийн болон нөлөөлөлд автсан шороон замын хөрсний механик бүрэлдэхүүний харилцан хамаарлыг нарийвчлан тооцоолох шаардлагатай юм. Уг судалгаа нь манай орны шороон замын хөрсөн бүрхэвчид үзүүлэх сөрөг нөлөөлөл, тэр дундаа байгалийн ялгаатай бүсүүдэд орших хөрсөн бүрхэвч бүхий шороон замын хөрсний ус-физик шинж чанарын өөрчлөлт болон хөрсний алдралын хэмжээг лабораторийн аргаар хөрсний текстурээс хамааруулан тодорхойлсон нь ач холбогдолтой юм. Шороон замаас үүдэх хөрсний элэгдэл, доройтлыг хөрс, газрын доройтлын нэг хэлбэр учраас онцгой ач холбогдолтой юм.

Дүгнэлт

Шороон зам нь байгаль дахь эрүүл хөрсний ус-физикийн шинж чанарт ихээхэн сөргөөр нөлөөлдөг нь нотлогдож байна. Хөрсний ширхгийн агууламж болон тэдгээрийн хэмжээ нь хөрсний эвдрэл, элэгдэлтэд хамгийн их нөлөөлж байна. Тодруулбал, хөрсний хими шинж чанарын дүнгээс үзэхэд элсний агууламж их байх тусам тухайн хөрс нь элэгдэлтэд их эмзэг буюу амархан өртдөг бол харин эсрэгээр шаврын агууламж ихсэх тусам хөрсний элэгдэл, физик нөлөөлөлд илүү тэсвэртэй байв.

Хөрсний алдрал болон замын хөндлөн огтлолын хэмжээнээс харахад ойт-хээрийн хөрс нь говийн болон хээрийн хөрстэй харьцуулахад хамгийн их хөрсний алдагдал буюу суулт, эвдрэлд өртөж байна. Энэ нь ойролцоогоор 1 га талбайгаас 196.97 тн хөрс алдагдсан байна. Энэ нь ерөнхийдөө тухайн бүс нутгийн шороон замын ашиглалтын эрчим болон хөрсний нягтшил их байгаатай холбоотой гэж үзлээ.

Судалгааны талбайн хөрсний шавран буюу жижиг хэсэг, ширхгүүд нь агаарын урсгалын нөлөөгөөр тухайн цэгээс салхины чиглэлийн дагууд ойролцоогоор 30 орчим км зайд тархсан. Энэ нь тухайн цаг үе, момент тус бүр дэх цаг агаарын нөхцөл байдлаар шууд тодорхойлогдоно.

Хөрсний ус-физик шинж чанарын үр дүнгээс үзэхэд шороон замын нөлөөгөөр хөрсний ялзмагт үе А (өнгөн үе), мөн хуримтлалын В үе давхаргын дээд хэсэг (дээд үе) (~30 см) хамгийн их элэгдэлтэд өртдөг.

Автомашин хөдөлгөөн буюу шороон замаас үүсэх хөрсний элэгдэл, эвдрэлийн эрчим нь тухайн хөрсний механик бүрэлдэхүүнээс шалтгаалан харилцан адилгүй байна.

Говийн бүсийн хөрсний физик шинж чанарт, дугуйн даралт хамгийн их сөрөг нөлөөг үзүүлж байгаа бол хөрсний алдралын хувьд ойт-хээрийн бүсэд их байгаа нь хяналтын цэгийн (эрүүл) хөрс болон шороон замын /Нөлөөлөлд өртсөн/ механик бүрэлдэхүүнтэй шууд холбоотой нь харагдаж байна.

Хөрсний эзлэхүүн жин нь алдагдсан хөрсний хэмжээг тодорхойлогч коэффициентын үүрэг гүйцэтгэдэг болохыг онолыг баталж байна.

Хөрсний ус-физик шинж чанарын өөрчлөлтөөс үзэхэд шороон зам нь хөрсний шинж чанарт шууд нөлөө үзүүлж буй хөрсний доройтол үүсгэгч эх үүсвэр болох нь харагдаж байна.

Талархал

Уг судалгааны ажлыг 2016-2020 оны хооронд МУИС-ийн Газарзүйн тэнхим болон БНХАУ-ын Шинжлэх Ухааны Академийн харьяа Газарзүй-Байгалийн нөөцийн хүрээлэнгийн хамтран хэрэгжүүлсэн “Хил орчмын бүс нутгийн шороон замын эвдрэлийн судалгаа” сэдэвт төслийн хүрээнд хийж гүйцэтгэсэн. Тус судалгааг хийж гүйцэтгэхэд туслалцаа үзүүлсэн БНХАУ-ын Шинжлэх Ухааны Академийн Газарзүй-Байгалийн нөөцийн судалгааны хүрээлэнгийн нөөц ба Байгаль орчны мэдээллийн системийн төв лабораторийн эрхлэгч профессор Wang Juanle болон МУИС-ийн Газарзүйн тэнхимийн судалгааны багийн хамт олонд талархал илэрхийлье.

Ном зүй

- Аринушкина, Е.В. (1962). *Руководство по химическому анализу почв*. 2-е изд. - М.: изд-во МУ, 488 с.
- Баатар, Р. (2003). *Хөрсний хими, агро хими, ус физикийн шинж чанаруудыг тодорхойлох аргууд*. Улаанбаатар хот, Газарзүйн хүрээлэн, Жинст Харгана, 168
- Байгаль орчны яам (БОЯ). (1997Б). *Монгол улсын биологийн олон янз байдлыг хамгаалах үйл ажиллагааны төлөвлөгөө*. Улаанбаатар хот.
- Байгаль орчны яам (БОЯ). (1999). *Монгол Орны Байгалийн Гамшигийн мэдээлэл*. Улаанбаатар хот.
- Бямбаа, Г. (2011). Монгол орны шороон замын эвдрэл, доройтол ба нөхөн сэргэлтийн судалгаа. *МОГЗА*, Улаанбаатар хот, 39-45
- Геоэкологийн хүрээлэн ба Байгаль орчны мэдээллийн төв. (2013). *Монгол орны цөлжилтийн атлас*. Улаанбаатар хот. Адмон хэвлэлийн газар
- Гончигсумлаа, Ч. (1997). *Хөрсний газарзүй*. Улаанбаатар хот, Ардын хэвлэлийн хороо, 77-85
- Гончигсумлаа, Ч. (2008). *Хөрс судлал, үүсэл, тархалт, ангилал*. Улаанбаатар хот, 187-226

- Доржготов, Д. (2003). *Монгол орны хөрс*. Улаанбаатар хот, Адмон хэвлэлийн газар, 251-287
- Дэлхийн банк. (2006). *Цөлжилтийн тухай*. Улаанбаатар хот, 31-32
- Умберто, Б., Ратган, Л. (2008). *Хөрс хамгаалал ба менежментийн зарчим*. Улаанбаатар хот, Мөнхийн үсэг ХХК, 566-567
- Үндэсний статистикийн хороо (ҮСХ), (2000, 2011, 2017). *Статистикийн эмхтгэл*. Улаанбаатар хот. 15-67, 78-98
- Швейцарын хөгжлийн агентлаг (ШХА), (2014). *Цөлжилтийг сааруулах төслийн тайлан*. Улаанбаатар хот.
- Anon. (1975). *Munsell soil color charts*. Kollmorgen Corporation, Baltimore, MD.
- Barnes, K. K. (1971). *Compaction of agricultural soils* (No. 631.43 B3).
- Batjargal, Z. (1997). *Desertification in Mongolia*. Agricultural Research Institute of Iceland.
- Black, C.A. (1965). *Methods of Soil Analysis: Part I Physical and mineralogical properties*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA. Retrieved from: <http://nature.berkeley.edu/soilmicro/methods/Soil%20moisture%20content.pdf>
- Iverson, R. M. (1980). Processes of accelerated pluvial erosion on desert hillslopes modified by vehicular traffic. *Earth Surface Processes*, 5(4), 369-388.
- Li, S. G., Tsujimura, M., Sugimoto, A., Davaa, G., & Sugita, M. (2006). Natural recovery of steppe vegetation on vehicle tracks in central Mongolia. *Journal of Biosciences*, 31(1), 85-93.
- Lull, H. W. (1959). *Soil compaction on forest and range lands* (No. 768). Forest Service, US Department of Agriculture. 11-33.
- Snyder, C. T. (1976). *Effects of off-road vehicle use on the hydrology and landscape of arid environments in central and southern California* (Vol. 76). Geological Survey, Water Resources Division.
- United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP). (2001). *The road networks connecting China*. New-York, 1-106.
- Webb, R. H., & Wilshire, H. G. (1978). An Annotated Bibliography of the Effects of Off-Road Vehicles on the Environment. *An Annotated Bibliography of the Effects of Off-Road Vehicles on the Environment*, 78-149.
- Webb, R. H., & Wilshire, H. G. (1980). Recovery of soils and vegetation in a Mojave Desert ghost town, Nevada, USA. *Journal of Arid Environments*, 3(4): 291-303. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0140196318316343>
- Webb, R. H., & Wilshire, H. G. (Eds.). (2012). *Environmental effects of off-road vehicles: impacts and management in arid regions*. Springer Science & Business Media. 1-535.
- Whisenant, S. (1999). *Repairing damaged wildlands: a process-orientated, landscape-scale approach* (Vol. 1). Cambridge University Press, 11-312.

ANUSPLIN статистик загвар ашиглан Монгол орны агаарын температур, хур тунадасыг (1991-2020) өндөр нарийвчлалтай торын зангилааны цэгээр тооцоолох нь

To estimate air temperature and precipitation of Mongolia (1991-2020) for the high-resolution grid using ANUSPLIN statistical model

©Б.Мөнхбат^{1*}, П.Гомболуудэв¹, С.Эрдэнэсүх², Д.Сандэлгэр²
B.Munkhbat^{1*}, P.Gomboluudev¹, S.Erdenesukh², D.Sandelger²

¹ Уур Амьсгалын Өөрчлөлт, Нөөцийн Судалгааны Хэлтэс, Ус, Цаг Уур, Орчны Судалгаа, Мэдээллийн Хүрээлэн, Цаг Уур, Орчны Шинжилгээний Газар, Монгол улс

² Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Монгол Улс

¹ Climate Change and Resource Research Division, Information and Research Institute of Meteorology, Hydrology, and Environment, National Agency of Meteorological and Environment of Mongolia
² Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: munkh2006bat@gmail.com

*Corresponding author: munkh2006bat@gmail.com

Хүлээн авсан: 2021.12.21

Засварласан: 2022.03.03

Зөвшөөрөгдсөн: 2022.03.10

Хураангуй

Энэхүү судалгааны ажлын үндсэн зорилго нь статистик загвар (ANUSPLIN) ашиглан Монгол орны уур амьсгалын үндсэн үзүүлэлтүүд болох агаарын температур, хур тунадасны шинэчилсэн нормыг (Дэлхийн Цаг Уурын Байгууллагын журмын дагуу 1991-2020 оны дундаж) орон зайн өндөр нарийвчлалтайгаар торын зангилааны цэг (grid)-ээр тооцоолж, бодит ажиглалтын мэдээгээр объектив анализ хийхэд оршино. Монгол орны уул зүй, орографийн нөхцөлийг тооцоход Дэлхийн хэмжээний 30-арк секунд (1 километр) нарийвчлалтай GTOPO30 (global digital elevation model, DEM) өндөршилний grid мэдээ, Монгол улсын Цаг Уур, Орчны Шинжилгээний Газар (ЦҮОШГ)-ын цаг уурын ажиглалтын 137 станцын болон мөстлийн хайлалт, хуримтлал судлалын цаг уурын автомат 3 станцын сарын нарийвчлалтай мэдээг тус тус цуглуулж уур амьсгалын статистик боловсруулалт, харьцуулалтын аргаар (шугаман регрессийн тэгшитгэл) 1991-2020 он хүртэл уртасгасан нэгэн төрлийн бодит мэдээг бэлтгэн ANUSPLIN статистик загварын захын болон анхны өгөгдөл болгон ашигласан. Мэдээний дундаж орон зайн шийд цаг уурын 137 станцын хувьд -0.75° буюу -83.2 км, мөстлийн хайлалт, хуримтлалын цаг уурын автомат 3 станцын хувьд -0.87° буюу -96.2 км байна. Эндээс Монгол орны ЦҮОШГ-ын харьяа албадын цаг уурын станцууд харьцангуй сийрэг байрласан гэж үзэж болно. Статистик буулгалтаар Монгол орны агаарын температур, хур тунадасны нормыг 1991-2020 оны дунджаар, цаг хугацааны хувьд сараар, орон зайн хувьд $0.0125^{\circ} \times 0.0125^{\circ}$ ($\sim 1.4 \times 1.4$ км)-ын нарийвчлалтай торын зангилааны цэгүүд(grid)-ээр тооцсон үр дүнг цаг уурын ажиглалтын бодит мэдээгээр үнэлсэн ба агаарын температурын орон зайн корреляцийн коэффициент (ОЗКК) $0.97-1.00$, дундаж квадрат алдаа (ДКА) 0.24°C -аас 1.03°C , хур тунадасны хувьд ОЗКК $0.88-1.00$ бол ДКА 0.02 мм-ээс 3.61 мм-ийн хооронд байна. Орон зайгаар дундажлан харьцуулахад загварчилсан агаарын температур бодит хэмжилтийн утгаас өвлийн улиралд (XII, I, II сар) $1.1-1.4^{\circ}\text{C}$ -ээр, хавар намрын улиралд (III-V, IX-XI сар) $0.2-0.6^{\circ}\text{C}$ -ээр тус тус дулаан байсан бол зуны улиралд (VI-VIII сар) нилээд ойролцоо утгатай тооцоологдсон. Харин хур тунадасыг дулааны улиралд (V-X сар) $0.5-2.9$ мм-ээр багасгаж тооцоолсон. Статистик загвар ба бодит хэмжилтийн үр дүнгийн хоорондын сар бүрийн корреляцийн коэффициент 99% түүнээс дээш статистик үнэмшилтэй байна. Иймд ANUSPLIN статистик загварыг ашиглан Монгол орны агаарын температур, хур тунадасны нормыг торын зангилааны цэгүүд (grid)-ээр тооцоолсон орон зайн өндөр нарийвчлалтай энэхүү тоон мэдээг байгаль орчин, хөдөө аж ахуй болон биологийн гэх мэт төрөл бүрийн шинжлэх ухааны судалгаанд суурь мэдээлэл болгон ашиглах бүрэн боломжтой.

Түлхүүр үгс: Статистик загвар (ANUSPLIN), торын зангилааны цэг (grid), агаарын температур, хур тунадас, өндөршил, Дэлхийн өндрийн тоон загвар (DEM)

Abstract

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: **Б.Мөнхбат** ба **П.Гомболуудэв:** Онолын үндэслэл, аргазүй ба мэдээлэл боловсруулалт, үр дүнгийн хяналт, үндсэн бичвэр, өгүүдлийн эх бэлтгэл; **С.Эрдэнэсүх, Д.Сандэлгэр:** Өгүүдлийн эх бэлтгэл; үр дүнгийн болон бичвэрийн хяналт, засвар хийсэн.

The main objectives of this study were to use the statistical model (ANUSPLIN) to calculate the updated norms Mongolia of air temperature and precipitation (average for 1991-2020 according to the World Meteorological Organization) with high spatial accuracy for any grid, and to perform objective analysis in observation data. GTOPO30 (global digital elevation model, DEM) elevation grid data with 30-arc seconds (1 km) accuracy for estimating the mountain and orographic conditions of Mongolia, and monthly climate data of 137 meteorological stations of the National Agency of Meteorological and Environment of Mongolia (NAMEM), as well as monthly data of 3 automatic weather stations for glacial melting and accumulation research, were used to generate a series of data from 1991 to 2020 using climate statistical processing and comparison methods (linear regression equations). The data were used as peripheral and initial condition data for the statistical model (ANUSPLIN). The average spatial resolution of the data is $\sim 0.75^\circ$ or ~ 83.2 km for 137 meteorological stations, and $\sim 0.87^\circ$ or ~ 96.2 km for 3 automatic meteorological stations for ice melting and accumulation research. Hence, it can be considered that the hydro-meteorological and environmental research stations of Mongolia are relatively distributed sparsely. As a result of the statistical downscaling analysis, monthly air temperature and precipitation norms of Mongolia as an average of 1991-2020 were calculated for each grid with a spatial resolution of $0.0125^\circ \times 0.0125^\circ$ ($\sim 1.4 \times 1.4$ km). The spatial correlation coefficients (SPC) were 0.97-1.00 and 0.88-1.00 for air temperature and precipitation, respectively, while the mean square error (DCA) was 0.24°C to 1.03°C for temperature and 0.02 mm to 3.61 mm for precipitation. For spatial average, the air temperature from the model was warmer by 1.1-1.4 $^\circ\text{C}$ in winter (December to January) and 0.2-0.6 $^\circ\text{C}$ in spring and autumn (March to May, and September to November) than for observation data, while it was very similar for the summer (June-August). But model precipitation was reduced by 0.5-2.9 mm during the warm season (May-October) than observation data. The monthly correlation coefficients between the statistical model and observation data were 99% or higher. Therefore, this high-resolution spatial data for air temperature and precipitation norms of Mongolia for grid points calculated using the statistical model ANUSPLIN can be used as fundamental data for various scientific studies such as environment, agriculture and biology.

Keywords: Statistical model ANUSPLIN, Grid, Air temperature, Precipitation, Elevation, Global digital elevation model

Оршил

Торын зангилааны цэгүүд (грид) дээрх уур амьсгалын мэдээг орон зайд буулгасныг Уур амьсгалын элементийн гадаргуу (climate surfaces) гэж нэрлэх ба үүнийг байгаль орчин судлал, хөдөө аж ахуй болон биологийн гэх мэт олон төрлийн шинжлэх ухаанд түгээмэл ашиглаж байна (Hijmans et al., 2003; Jones, Gladkov, 2003; Parra et al., 2004).

Аливаа судалгаанд уур амьсгалын элементийн орон зайн нарийвчлал нь мэдээний хэрэглээ, боломжоос хамаарч ялгаатай байдаг боловч байгаль орчны хувьсал, өөрчлөлтийг судлахад 1 km^2 -аас бага орон зайн нарийвчлалтай мэдээлэл шаардагдана. Орон зайн нарийвчлал муутай мэдээлэл хэрчигдэл ихтэй хотгор гүдгэрийг сайн дүрслэдэггүй бол нарийвчлал сайжирснаар дээрх алдаа арилахын зэрэгцээ уур амьсгалын градиентийг харьцангуй өндөр нарийвчлалтай илэрхийлэх давуу талтай. Гэвч ийм өндөр нарийвчлалтай мэдээ нь олдоц багатай бөгөөд Дэлхийн өндөр хөгжилтэй улс орнуудаас зөвхөн АНУ-д мэдээллийн бааз үүсгэсэн байна (<http://www.daymet.org/>; <http://www.prism.oregonstate.edu/>; Thornton et al., 1997).

Монгол орны ЦУОШГ-ын харьяанд цаг уурын ажиглалтын 137 станц, 181 харуул харьцангуй сийрэг тархан байрлана. Энэхүү нягтшил муутай цаг уурын ажиглалтын сүлжээ нь Монгол орны эх газрын эрс тэс, гандуу хуурай уур амьсгал, мөн агаарын мандлын үзэгдэл болон физик процессыг тооцоолоход хангалттай мэдээллийг өгч чаддаггүй (Gomboluudev et.al 2018a; 2018b).

Аливаа уур амьсгалын загвар нь тодорхой системийн алдаатай байдаг ба тэр нь олон хүчин зүйлээс хамаардаг. Тухайлбал: Дэлхийн агаар мандалд явагдаж байгаа физик процесс, агаар мандал болон газрын гадаргуугийн харилцан үйлчлэлийг тооцоолоходоо параметрчлал, математикийн ойролцооллын аргуудыг ашиглах зэрэг нь тодорхой алдааг бий болгодог (Gerelchuluun&Ahn, 2014). Тиймээс загварын систем алдааг багасгахдаа шугаман болон шугаман бус аргуудыг ашигладаг байна (Wigley et al., 1990; Wilks, 1995; Ahn et al., 2002; Richardson et al., 2003; Мөнхбат, Ок-Ён, 2014; Гомболуудэв, Мөнхбат, 2017).

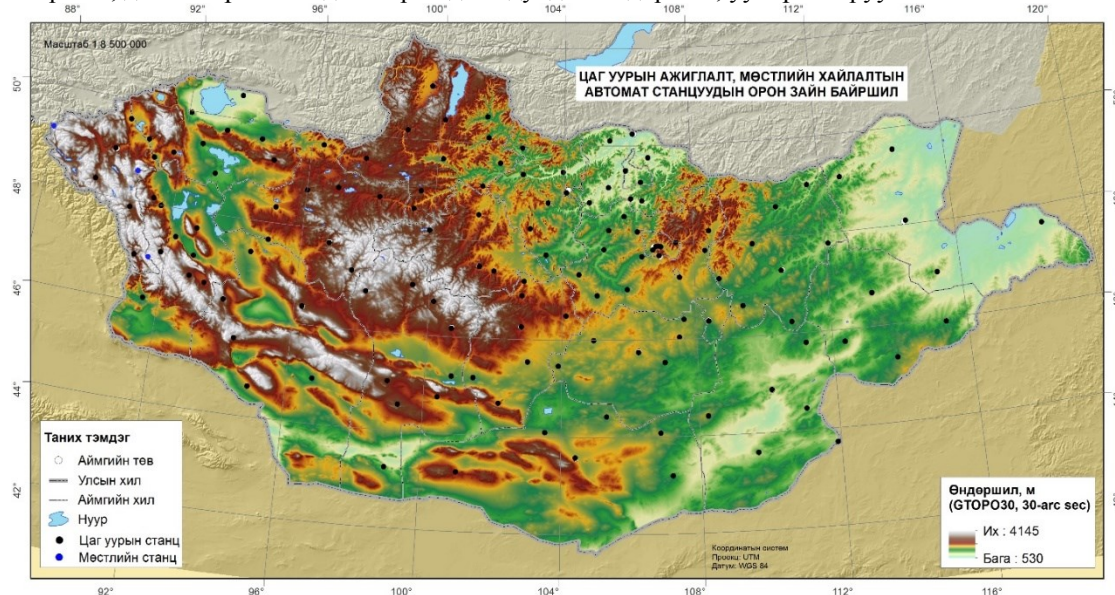
Энэхүү судалгааны ажилд Монгол орны агаарын температур, хур тунадасны шинэчилсэн нормыг (1991-2020) торын зангилааны цэгүүд (грид)-ээр тооцоолоходоо цаг уурын ажиглалтын бодит мэдээний (Thin plate smoothing splines) аргачлалд тулгуурласан, хамааралгүй хувьсагч өргөрөг, уртраг, өндөршлийг тооцон интерполяци хийдэг статистик загвар (ANUSPLIN-Australian National University Spline)-ыг (Hutchinson 2007; The et.al 2014) ашиглан статистик буулгалт хийж, загварын үр дүнд объектив шинжилгээ хийсэн.

Судалгааны материал, арга зүй

Ашигласан мэдээ: Монгол орны уул зүй, орографийн нөхцөлийг тооцоход Дэлхийн хэмжээний 30-арк секунд (1 километр) нарийвчлалтай GTOPO30 (global digital elevation model, DEM) өндөршлийн грид мэдээ, ЦУОШГ-ын цаг уурын ажиглалтын 137 станц, мөстлийн хайлалт,

хуримтлал судлалын 3 цаг уурын автомат станцын сарын дундаж мэдээг уур амьсгалын статистик боловсуулалт, харьцуулалтын аргаар (шугаман регрессийн тэгшитгэл) 1991-2020 он хүртэл уртасган, нэгэн төрлийн хэмжээстэй 30 жилийн цуваа бүрдүүлсэн. Энэхүү 30 жилийн дундаж буюу нормын бодит ажиглалтын мэдээг ANUSPLIN статистик загварын захын болон анхны өгөгдөл болгон статистик буулгалт хийж, үр дүнг бодит ажиглалтын мэдээгээр объектив анализ хийсэн.

Зураг 1-д цаг уурын ажиглалтын станц, мөстлийн хайлалт судлалын автомат станцын байршил, далайн түвшнээс дээш өргөгдсөн дундаж өндөршил, уулзүйг харуулав.



Зураг 1. Цаг уурын станц, мөстлийн автомат станцын байршил, далайн түвшнээс дээш өргөгдсөн дундаж өндөршил, газар зүйн рельеф (Цэнхэр цэг: мөстлийн станц, хар цэг: цаг уурын станц)

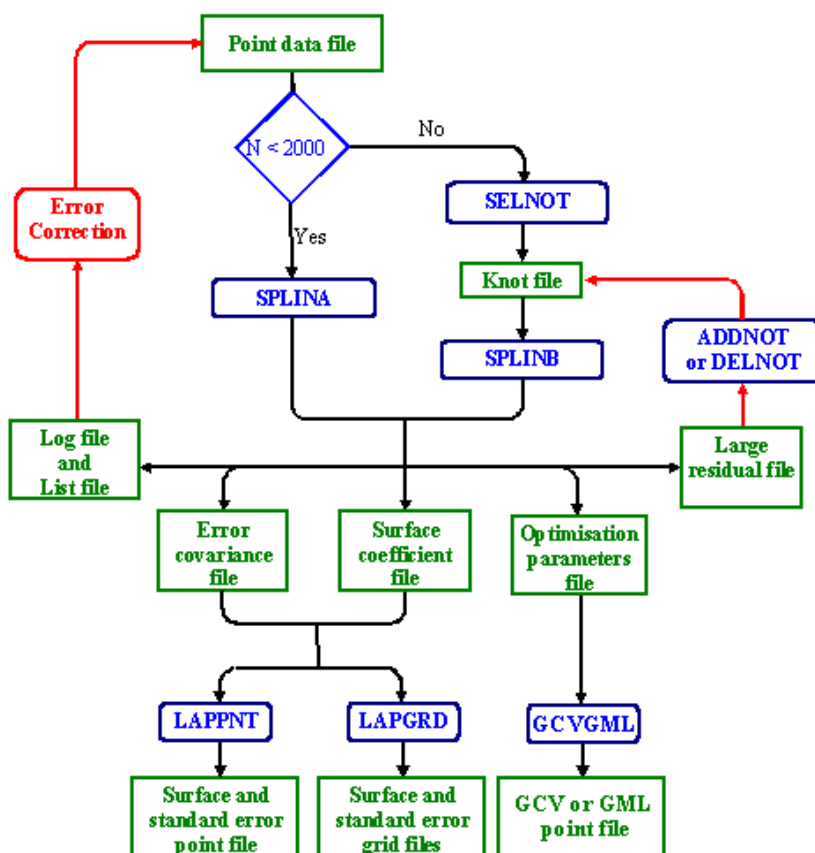
Цаг уурын ажиглалтын сүлжээ харьцангуй сийрэг, хол зайтай буюу орон зайн дундаж нарийвчлал ойролцоогоор 83.2 км болно (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Цаг уурын станц, мөстлөгийн автомат станцын д.т.д өндөр, хоорондын зайн мэдээлэл

Нэр	Хоорондын зай(км)			Д.т.д өндөр(м)		
	Дундаж	Их	Бага	Дундаж	Их	Бага
Цаг уурын станц	83.2	377.4	8.0	1370.6	2257.0	628.0
Мөстлийн цаг уурын автомат станц	96.2	144.4	42.2	3166.2	3568.8	2858.3

Судалгааны аргазүй

Статистик буулгалт: ANUSPLIN статистик загвар нь thin plate smoothing splines аргыг ашиглан төрөл бүрийн анализ хийхээс гадна олон хэмжээст өгөдлийн орон зайн тархалт байгуулах боломжийг олгодог (The et.al 2014, Мөнхбат, 2018). Орон зайн буулгалтын процесс нь эхэндээ уртраг, өргөрөг гэсэн бие даасан 2 хувьсагчтай, аравны нарийвчлалтай градусаар илэрхийлэгдэж байсан. Харин уур амьсгалын параметр агаарын температур, хур тундасны буулгалт хийхийн тулд өндөр гэсэн гуравдагч хувьсагчийг оруулж ирсэн. Энэ нь метр, километрээр илэрхийлэгдэнэ. Заримдаа тооцоог нарийвчлах тохиолдолд нэмэлтээр өндрийн засвар хийх шаардлагатай. Энэхүү хэмжээсийг анхлан тодорхойлсон судлаачдын тоонд Hutchinson (1984) болон Bates нар (1987) нэрлэгдлэнэ. Үүний дараа бодит хэмжилтийн цэгэн өгөгдлийг, грид ANUSPLIN багц програм хангамж ашиглан орон зайн хувьд интерполяц хийсэн (Hutchinson 2007; The et.al 2014). ANUSPLIN статистик загварчлал нь статистик анализ, өгөгдлийн шинж чанар болон орон зайн тархалтын стандарт алдаа зэрэг дэлгэрэнгүй мэдээллээр хангаж өгөх зорилгыг тавьж өгдөг. Статистик загвар ANUSPLIN-ын ерөнхий өгөгдлийн схемийг Зураг 2-т үзүүлэв.



Зураг 2. Статистик загвар ANUSPLIN-ийн ерөнхий өгөгдлийн схем (Hutchinson 2007; The et.al 2014)

Богино цуваатай цаг уурын станцын мэдээг уртасгах: Богино цуваатай цаг уурын станцын мэдээг уртасгаж, нэгэн төрлийн цуваанд шилжүүлэхэд уур амьсгалын математик, статистикийн аргачлал ашигласан. Үүнд ялангуяа сонгодог харьцуулах (регресс), корреляцийн шинжилгээ, магадлалын аргачлалыг ашиглав. Корреляцийн шинжилгээнд корреляцийн коэффициентийг тодорхойлох эсвэл цэгэн диаграммыг байгуулах замаар шугаман хамааралтай эсэхийг тодорхойлдог.

Пирсоны *r* корреляцийн коэффициентын утгаар хамаарлын хүчийг тодорхойлох ба үүнийг дараах (I) томъёогоор тооцдог (Freedman et.al, 2007).

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (I)$$

Энд: r - корреляцийн коэффициент, x_i - үл хамаарах хувьсагч, \bar{x} - үл хамаарах хувьсагчийн дундаж, y_i - хамааран хувьсагч, \bar{y} - хамааран хувьсагчийн дундаж

Олон хэмжигдэхүүний сонгодог шугаман регрессийн тэгшитгэл (Freedman et.al, 2007) нь дараах (II) байдалтай байна. Үүнд:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \epsilon \quad (II)$$

Энд: y_i - хамаарах хувьсагч, x_i - үл хамаарах хувьсагч, β_0 - тогтмол, β_1 - налуу, ϵ - санамсаргүй алдаа

Цаг уурын станцуудын хоорондын орон зайн дунджийг дараах (III) томъёогоор тодорхойлов.

$$\text{Distance} = A \cos(\cos(\text{Radians}(90 - \text{Latitude}_1)) \cdot \cos(\text{Radian}(90 - \text{Latitude}_2)) + \sin(\text{Radians}(90 - \text{Latitude}_1)) \cdot \sin(\text{Radians}(90 - \text{Latitude}_2)) \cdot \cos(\text{Radians}(\text{Longitude}_1 - \text{Longitude}_2))) \cdot R_{\text{earth}} \quad (III)$$

Энд: Distance – цэгүүдийн орон зайн дундаж зай, Radians – радиан, Latitude₁ – эхний цэгийн уртраг, Latitude₂ – сүүлчийн цэгийн уртраг, Longitude₁ – эхний цэгийн өргөрөг, Longitude₂ – сүүлчийн цэгийн өргөрөг, R_{earth} – дэлхийн радиус

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

1. Цаг уурын станц хоорондын орон зайн дундаж, нэгэн төрлийн ажиглалтын бодит мэдээ:

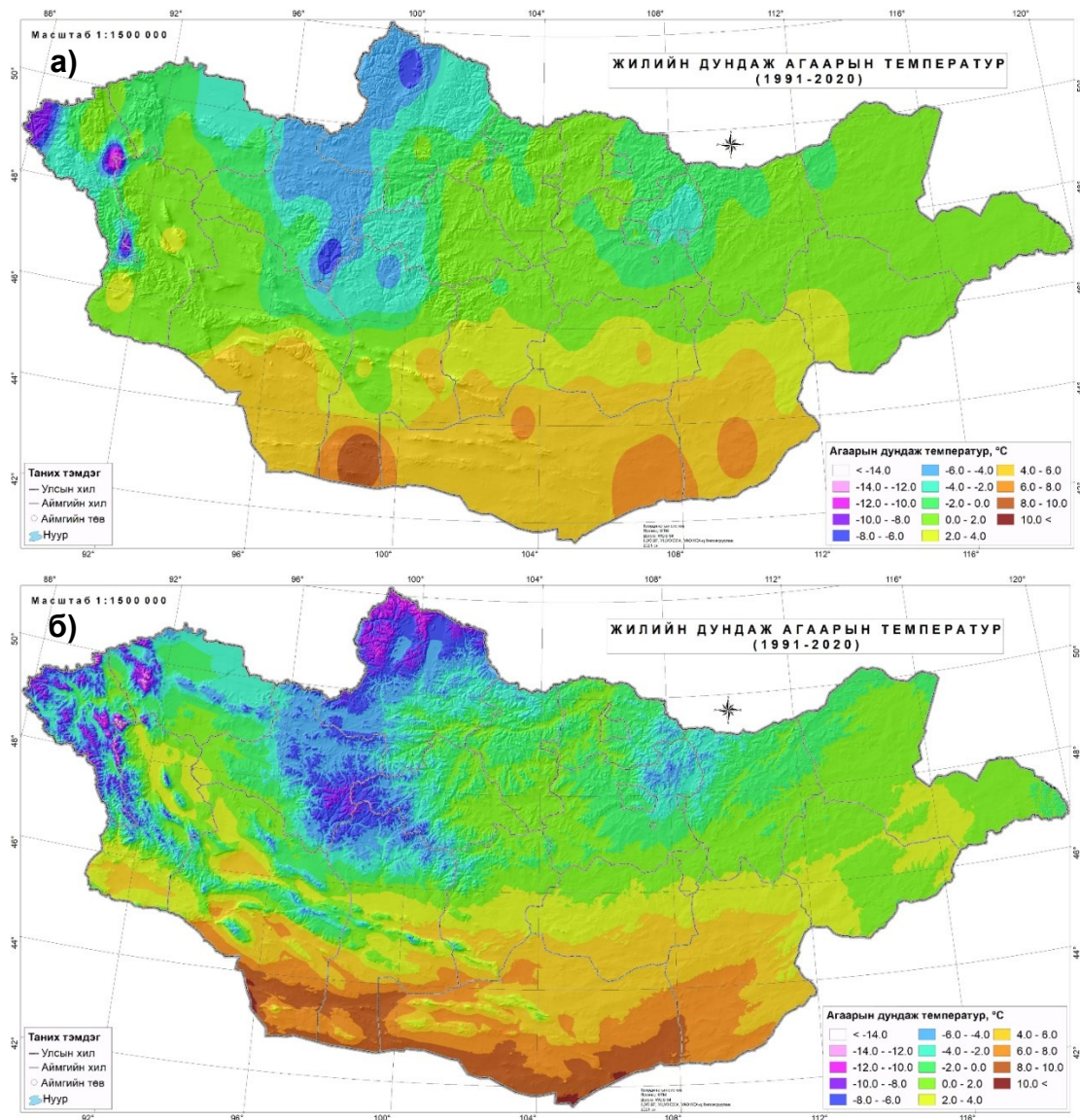
Цаг уурын 137 станцын орон зайн дундаж $\sim 0.75^\circ$ буюу ~ 83.2 км, хамгийн бага $\sim 0.07^\circ$ буюу ~ 8 км, харин хамгийн их нь $\sim 3.39^\circ$ буюу ~ 377.4 км байна. Харин мөстлийн хайлалт, хуримтлалын цаг уурын 3 автомат станцын орон зайн дундаж $\sim 0.87^\circ$ буюу ~ 96.2 км байна. Эндээс үзвэл Монгол орны ЦУОШГ-ын харьяанд байх цаг уурын станцууд харьцангуй сийрэг тархан байрласан байна.

1991 оноос хойш байгуулагдсан цаг уурын 53 станц, мөстлийн 3 автомат станцын агаарын температурын мэдээний 5-аас дээш жилийн богино цувааг шугаман регрессийн тэгшитгэл (II) буюу уур амьсгалын цувааны анализийн харьцуулалтын аргачлалаар 1991-2020 он хүртэлх цувааг урагш нь уртасгасан. Иймээс нийт 137 цаг уурын станцад цаг хугацааны хувьд сарын нарийвчлалтай, 1991-2020 оны агаарын дундаж температурын болон хур тунадасны ажиглалтын тоон мэдээтэй болсон. Энэ нь дэлхийн хэмжээний өндөр нарийвчлалтай динамик, статистик буулгалтын грид тоон мэдээллийг Монгол орны хэмжээнд боловсруулж, анализ хийх, үнэлгээ өгөхөд маш чухал бодит ажиглалтын мэдээлэл болно.

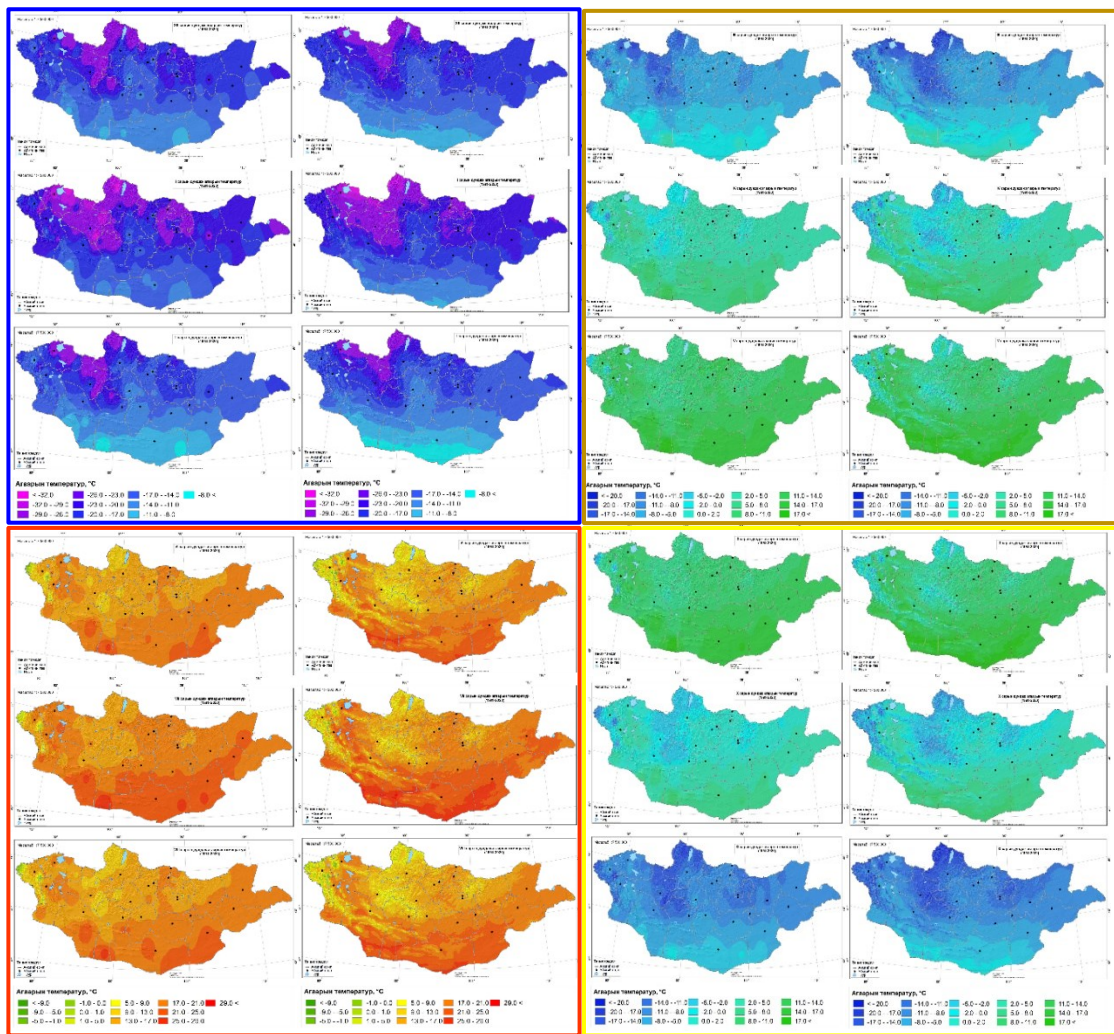
2. Агаарын температур, хур тунадасны олон жилийн дундаж буюу норм (1991-2020):

Агаарын температур, хур тунадасны олон жилийн дундаж буюу шинэчилсэн нормыг 1991-2020 оны дунджаар, цаг хугацааны хувьд сараар, орон зайн хувьд $0.0125^\circ \times 0.0125^\circ$ ($\sim 1.4 \times 1.4$ км)-ын нарийвчлалтай торын зангилааны (грид)-ээр статистик буулгалт хийсэн. Иймд бодит ажиглалт болон статистик буулгалтын жил, сарын дундаж агаарын температурыг Зураг 3-аас 4-д, харин жилийн нийлбэр хур тунадасны орон зайн хуваарилалтыг Зураг 5-д тус тус харьцуулан харуулав. Зураг 3, 5-ын (а) болон Зураг 4 (4 өнгийн хайрцагаар ялган харуулсан)-ийн 1-р мөрөнд бодит ажиглалтын I-XII сарын дундаж агаарын температурыг гео орон зайн тархалтын интерполяцийн аргуудаас урвуу зайн жингийн (IDW) анализийн аргыг ашиглан $\sim 1.4 \times 1.4$ км-ийн грид рүү хөрвүүлсэн.

Эндээс үзвэл агаарын дундаж температурын орон зайн тархалтанд гол нөлөөлөх уулзүй, орографийг харуулж чадахгүй байна. Учир нь урвуу зайн жингийн (IDW) интерполяцийн арга нь тухайн цаг уурын станцын далайн түвшнээс дээших өндрөөр нэгэн төрлийн хавтгайд интерполяцилж, тэр хавтгай дахь агаарын дундаж температурын орон зайн тархалтыг дүрсэлж харуулдаг (Мөнхбат, 2018). Гэтэл бодит байдал дээр агаарын температурын тархалт нь уул зүй, газрын гадаргын байдал, нарны цацрагийн хуваарилалт, орчил урсгал зэргээс хамааран жигд бус тархалттай байдаг (Gomboluudev et.al, 2018a, 2018b).



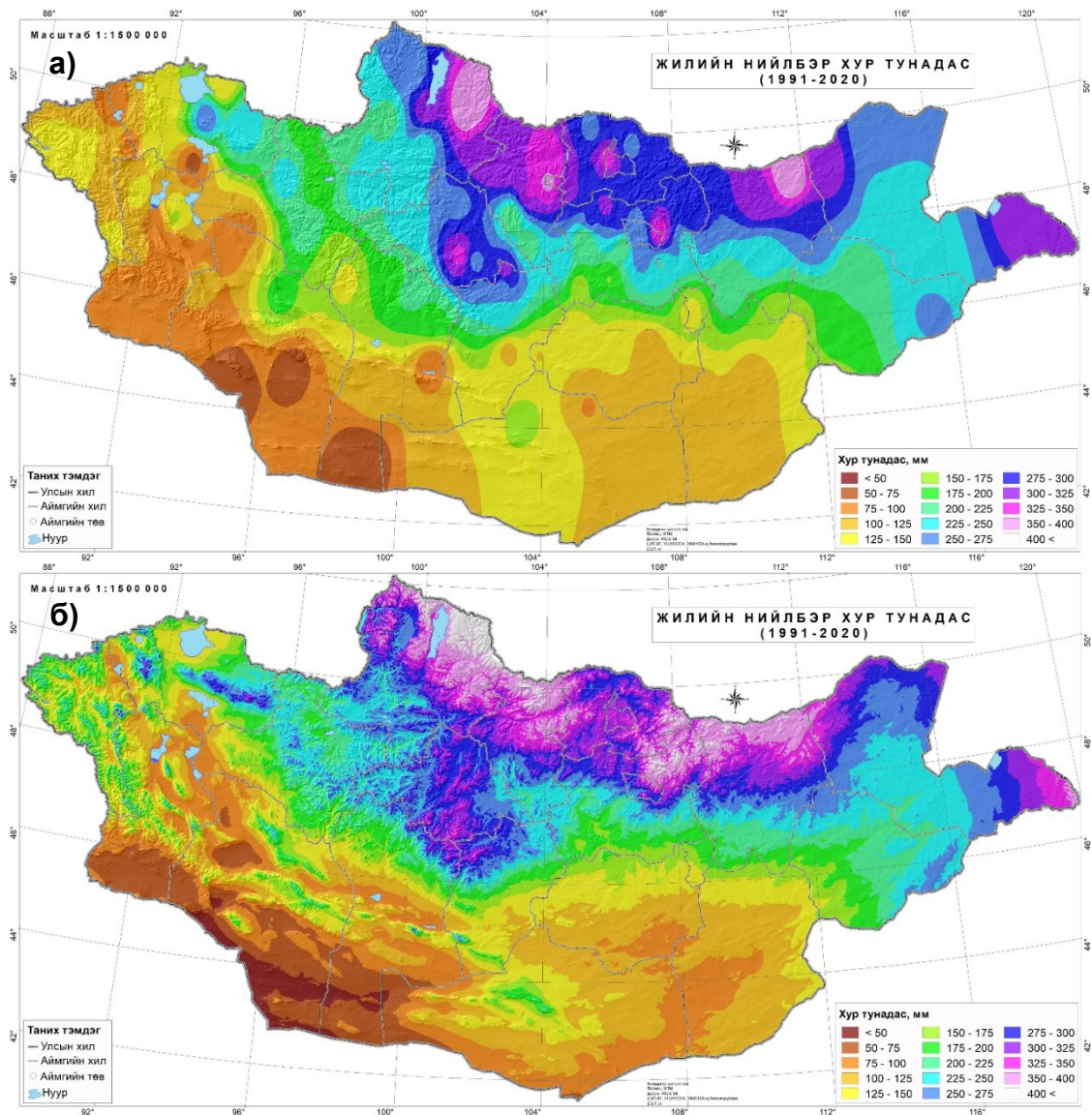
Зураг 3. Жилийн дундаж агаарын температур (1991-2020)
а) – бодит ажиглалт; б) – статистик буулгалт



Зураг 4. Сарын дундаж агаарын температур (1991-2020)

Тайлбар: **Цэнхэр хайрцагт** – XII, I, II сарын дундаж агаарын температур (өвлийн улирал)
Хүрэн хайрцагт – III, IV, V сарын дундаж агаарын температур (хаврын улирал)
Улаан хайрцагт – VII, VII, VIII сарын дундаж агаарын температур (зуны улирал)
Шар хайрцагт – IX, X, XI сарын дундаж агаарын температур (намрын улирал)-уудын орон зайн хуваарилалт ба 1-р мөрөнд бодит ажиглалт, 2-р мөрөнд статистик загварын үр дүн.

Статистик загварын үр дүнгээс (Зураг 3, 5-ын (б) болон Зураг 4-ийн 2-р мөр) үзвэл жил, сарын дундаж агаарын температур болон жил, сарын нийлбэр хур тунадасыг нарийвчлал сайтай, бодит ажиглалтын мэдээнд ойртуулж, буулгалт хийсэн байна. Өөрөөр хэлбэл статистик буулгалтын (ANUSPLIN) давуу тал нь нарийн төвөгтэй уулзүй буюу орографыг тооцоолж, агаарын температур болон хур тунадасны өндрийн градиент (шатлуур)-ийн хамаарлыг тооцдог (Schoof & Pryor., 2001; Paulin & Yonas., 2005).

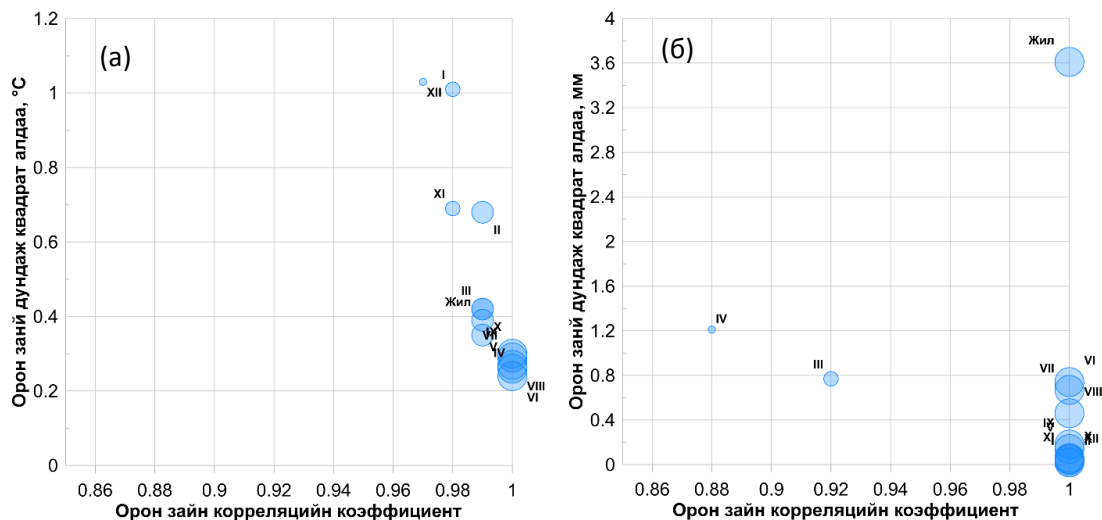


Зураг 5. Жилийн нийлбэр хур тунадас (1991-2020)
а) – бодит ажиглалт; б) – статистик буулгалт

3. Үр дүнг бодит ажиглалтын мэдээгээр үнэлэх нь:

Статистик буулгалтын үр дүнг ажиглалтын мэдээгээр үнэлэхдээ ANUSPLIN загварын үр дүнг хоёр хэмжээст интерполяцийн арга ашиглан цаг уурын станцын грид рүү хөрвүүлж, математик-статистик анализийн аргыг ашиглан аномаль корреляцийн коэффициент (АКИ), орон зайн корреляцийн коэффициент (ОЗКК), дундаж квадрат алдаа (ДКА) зэрэг статистик үзүүлэлтүүдийг тооцоолов.

Агаарын температур, хур тунадасны статистик үзүүлэлтүүдийг (ДКА, ОЗКК) тооцож Зураг 6, Хүснэгт 2, 3-т харуулав.



Зураг 6. Агаарын температур (а) болон хур тунадасны (б) статистик үзүүлэлтүүд

Хүснэгт 2. Агаарын температурын статистик үзүүлэлт (140 станцаар)

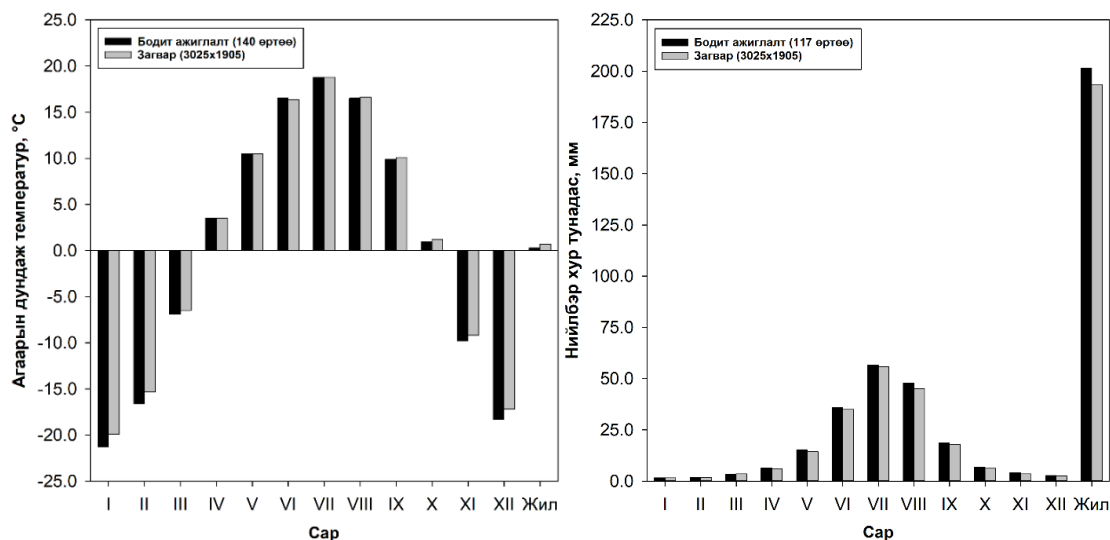
Статистик үзүүлэлт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жил
ОЗКК	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.99
ДКА, °C	1.01	0.68	0.42	0.35	0.26	0.24	0.29	0.27	0.30	0.42	0.69	1.03	0.39

Хүснэгт 3. Хур тунадасны статистик үзүүлэлт (117 станцаар)

Статистик үзүүлэлт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жил
ОЗКК	1.00	1.00	0.92	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ДКА, мм	0.02	0.02	0.77	1.21	0.14	0.74	0.67	0.46	0.18	0.06	0.05	0.04	3.61

Зураг 6 болон Хүснэгт 2, 3-аас үзвэл агаарын температурын статистик буулгалтаар ОЗКК 0.98-1.00, ДКА 0.24°C-ээс 1.03°C-ийн хооронд, харин хур тунадасны ОЗКК 0.88-1.00, дундаж ДКА 0.02 мм -ээс 3.61 мм-ийн хооронд байна. Энэхүү судалгаанд ашигласан статистик загвар нь агаарын температурыг зуны улиралд ДКА хамгийн бага, ОЗКК хамгийн их хамааралтай тооцсон бол өвлийн улиралд ДКА хамгийн их, ОЗКК хамгийн бага хамааралтай илэрхийлсэн нь хүйтний улиралд температурын инверси тогтдогтой холбоотой. Монгол оронд хүйтний улиралд тогтдог газрын гадарга орчмын температурын инверси нь агаарын температурын орон зайн загварчлалд алдаа үүсгэдэг тул түүнийг тооцооноор алдаа багасч илүү бодит үр дүнг өгдөг (Sumiya, 2008; Gerelchuluun, Ahn, 2014).

Бодит ажиглалт болон статистик загварын орон зайн дунджийг Зураг 7-д харууллаа. Зураг 7-оос үзвэл агаарын температурын орон зайн дундаж өвлийн улиралд (XII, I, II сар) 1.1-1.4°C-ээр, хавар намрын улиралд (III-V, IX-XXI сар) 0.2-0.6°C-ээр тус тус дулааруулж байсан бол зуны улиралд (VI-VIII сар) нилгээд ойролцоо утгатай байсан. Харин хур тунадасыг дулааны улиралд (V-X сар) 0.5-2.9 мм-ээр багасгаж тооцоолсон бол Монгол оронд нийт тунадасны ердөө 5-10% нь ордог хүйтний улиралд (Gomboluudev et.al 2018a) ихээхэн ойролцоо үр дүнг харуулж байв.



Зураг 7. Бодит ажиглалт болон статистик загварын орон зайн дундаж

Энэ судалгаагаар Монгол орны агаарын температур, хур тунадасны нормыг маш өндөр нарийвчлалтай торын зангилааны цэг (грид)-ээр тооцоолохын тулд ANUSPLIN статистик загварыг ашиглан статистик буулгалт хийж туршсан. Статистик буулгалт нь Монгол орны агаарын температур, хур тунадасны шинэчилсэн нормыг (1991-2020) торын зангилааны цэг (грид)-ийн үр дүнгийн статистик үнэмшил 99 хувиас дээш байна. Иймд ANUSPLIN статистик загварыг ашиглан Монгол орны агаарын температур, хур тунадасны нормыг торын зангилааны цэг (грид)-ээр тооцоолоход бүрэн боломжтой нь харагдаж байв.

Дүгнэлт

Судалгаанд ашигласан цаг уурын ажиглалтын 137 станц харьцангуй сийрэг, хол зайтай ба орон зайн дундаж зай нь $\sim 0.75^\circ$ буюу ~ 83.2 км, хамгийн бага $\sim 0.07^\circ$ буюу ~ 8 км, харин хамгийн их нь $\sim 3.39^\circ$ буюу ~ 377.4 км байна.

Агаарын температур, хур тунадасны олон жилийн дундаж буюу шинэчилсэн нормыг 1991-2020 оны дундажар, цаг хугацааны 1 сарын, орон зайн $0.0125^\circ \times 0.0125^\circ$ ($\sim 1.4 \times 1.4$ км)-ын нарийвчлалтай торын зангилааны (грид)-ээр статистик буулгалтаар орон зайн корреляцийн коэффициент (ОЗКК) 0.98-1.00, дундаж квадрат алдаа (ДКА) 0.24°C -аас 1.03°C -ын хооронд, харин хур тунадасны ОЗКК 0.88-1.00, ДКА 0.02 мм -ээс 3.61 мм-ийн хооронд байна.

Судалгаанд ашигласан статистик загвар нь агаарын температурыг зуны улиралд ДКА хамгийн бага, ОЗКК хамгийн их хамааралтай тооцсон. Харин өвлийн улиралд ДКА хамгийн их, ОЗКК хамгийн бага хамааралтай байгаа нь температурын инверсийн нөлөөтэй холбоотой.

ANUSPLIN загвар Монгол орны агаарын температур, хур тунадасыг орон зайд маш өндөр нарийвчлалтай буулгалт хийснээс гадна статистик үнэмшил нь 99%-иас дээш байна.

Номзүй

- Гомболүүдэв, П., Мөнхбат, Б., (2017). Монгол орны хур тунадасны нөөцийн үнэлгээний асуудалд: Хоногийн хур тунадасны хэмжилтийн мэдээнд засвар хийх нь. *Монгол орны байгаль, уур амьсгалын үнэн нөөц*. 65-72
- Мөнхбат, Б., (2018). “Статистик загвар ашиглан Монгол орны агаарын температурын нормыг торын зангилааны цэгүүд (грид) -ээр тооцоолох нь (1981-2010)”, *УЦУОСМХ-ийн ЭШБ-№36*, 99-110
- Мөнхбат, Б., Ок-Ён.К., (2014). “Монгол орны агаарын температурын тархалтыг тооцоолох нь”, *УЦУОХ-гийн бүтээл №34*, х113-124
- Ahn, J. B., C. K. Park, and E. S. Im, (2002). Reproduction of Regional Scale Surface air temperature by Estimating Systematic Bias of Mesoscale Numerical Model. *Journal of Korean Meteorological Society*, 38(1), 69-80.

- Bates, D., Lindstrom, M., Wahba, G., and Yandell, B., (1987). GCVPACK-routines for generalised cross validation. *Communications in Statistics B-Simulation and Computation*, 16, 263-297.
- Freedman, D., Pisani, R., & Purves, R. (2007). *Statistics (international student edition)*. Pisani, R. Purves, 4th Edn. WW Norton & Company, New York.
- Gerelchuluun, B. and Ahn, J.-B. (2014). Air temperature distribution over Mongolia using dynamical downscaling and statistical correction. *Int. J. Climatol.*, 34: 2464-2476. <https://doi.org/10.1002/joc.3853>
- Gomboluudev, P., Dorjpurev, J., Natsagdorj, L., Davaadorj, G., Dorjsuren, Ch., Davaa, G., Bynie, G., Erdenetsetseg, B., Enkhbileg, D., Jambaljav, Ya., Gantsetseg, B., Mandakh, N., Burmaajav, B., Munkhbat, B., Namkhainyam, B., Batimaa, P., Landannorov, J., Munkhzaya, D., Gerelt-Od, D., Delgermaa, D., (2018a). *Third National Communication Of Mongolia*. UNEP. UNFCCC, Ulaanbaatar, Mongolia.
- Gomboluudev, P., Kurosaki, Y., Natsagdorj, L., Munkhbat, B., (2018b). *Climate of Mongolia. Rangeland Ecosystem of Mongolia*, Ulaanbaatar, 2: 75-107
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. and Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.*, 25: 1965-1978, <https://doi.org/10.1002/joc.1276>
- Hutchinson, M. (1984). Some Surface Fitting and Contouring Programs for Noisy Data. CSIRO Division *Mathematics and Statistics Consulting Report ACT 8416*. 24-25.
- Hutchinson, M., (2007), 'ANUSPLIN Version 4.3'.
- Jones PG, Gladkov A. (2003). FloraMap. A Computer Tool for Predicting the Distribution of Plants and Other Organisms in the Wild. Version 1.02. Centro Internacional de Agricultura Tropical: Cali, Colombia.
- Parra, J. L., Graham, C. C., & Freile, J. F. (2004). Evaluating Alternative Data Sets for Ecological Niche Models of Birds in the Andes. *Ecography*, 27(3), 350-360. <http://www.jstor.org/stable/3683616>
- Paulin, C., Yonas, B.D., (2005). Downscaling Precipitation and Temperature with Temporal Neural Networks, *J. Hyd.*, 6, 483-496 .
- Richardson, K. A. (2003). On the limits of bottom-up computer simulation: towards a nonlinear modeling culture. *Paper presented at the 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Proceedings of the.
- Schoof, J.T., Pryor S.C., (2001). Downscaling Temperature and Precipitation: A comparison of Regression-based Methods and Artificial Neural Networks. *Int. J. Clim.*, 21, 773-790.
- Sumiya, E., (2008). Studies on inversion near ground surface layer in Mongolia. *Ph.D. dissertation. Nat'l.Univ. Mongolia*, 2273-2274.
- The C., Hutchinson C., Johnson M.F, Beesley C., Green J., (2014). Application of ANUSPLIN to produce new IFD design rainfalls across Australia.
- Thornton, P. E., Running, S. W., & White, M. A. (1997). Generating surfaces of daily meteorological variables over large regions of complex terrain. *Journal of hydrology*, 190(3-4), 214-251.
- Wigley, T. M. L., P. D. Jones, K. R. Briffa, and G. Smith (1990). Obtaining subgrid scale information from coarse-resolution general circulation model output, *J. Geophys. Res.*, 95, 1943- 1953.
- Wilks, D.S. (1995). *Statistical methods in the atmospheric sciences. Int. Geophysical Series*, Academic Press, San Diego, USA, 467-468.

Монгол орны био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нөхцөлийн судалгаа Study of bioclimatic pathogenicity conditions in Mongolia

©У.Пүрэвдорж¹, Б.Мөнхбат¹, Д.Сандэлгэр^{2*}, С.Эрдэнэсүх², Г.Намхайжанцан¹
U.Purevdorj^{1*}, B.Munkhbat¹, D.Sandelger², S.Erdenesukh², G.Namkhajjantsan¹

¹Уур Амьсгалын Өөрчлөлт, Нөөцийн Судалгааны Хэлтэс, Ус Цаг Уур, Орчны Судалгаа, Мэдээллийн Хүрээлэн, Цаг Уур, Орчны Шинжилгээний Газар, Монгол улс

²Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Монгол Улс

¹Climate Change and Resource Research Division, Information and Research Institute of Meteorology, Hydrology, and Environment, National Agency of Meteorological and Environment of Mongolia, Mongolia

²Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: d.sandelger@num.edu.mn

*Corresponding author: d.sandelger@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2021.12.16

Засварласан: 2022.03.05

Зөвшөөрөгдсөн: 2022.03.10

Хураангуй

Цаг агаар, уур амьсгалын өөрчлөлт хүний эрүүл мэндэд ихээр нөлөөлөх болж, эмгэг хууч өвчтэй хүмүүсийн тоо ихсэж байгаатай уялдааг байгалийн нөхөн сэргээх эмчилгээний төрлийг хэрэглэхийг хичээж байна. Цаг агаарын төлөв байдлын хувьслын индексийг судалж Монгол орны нутаг дэвсгэрийг био уур амьсгалын 3 мужид хуваасан байдаг боловч хүний биед үзүүлэх үйлчлэлээр нь үнэлэн гаргасан судалгаа нэн ховор юм. Монгол орны уур амьсгал, физик газарзүйн онцлог, байгалийн бүс, бүслүүрүүдийг төлөөлөхүйц цаг уурын 69 хэмжилтийн цэгийн 1991-2020 оны цаг уурын үндсэн үзүүлэлтүүдийн хоногийн дундаж утгын мэдээг ашиглан хүний биед цаг агаар, уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нөхцөлийн индексийг тооцоолон тэдгээрийн орон зай цаг хугацааны горимыг судлах зорилго тавьлаа. Эмгэг үүсгэх био уур амьсгалын нөхцөлийг агаарын температур, температурын хоног хоорондын өөрчлөлт, даралтын өөрчлөлт, харьцангуй чийгшил, үүлшил, салхины үзүүлэлтүүдийн эмгэг үүсгэх нөхцөлийг агуулсан нийлбэр индексээр тооцоолж, хүний биед үзүүлэх үйлчлэлийг Монгол орны дундаж байдлаар үнэлэхэд Монгол орны жилийн 107 хоног “тохиромжтой”, 135 хоног “тохиромжгүй”, үлдсэн 123 хоног “эмгэг үүсгэх” чочроох нөхцөлтэй байна. Хүний эрүүл мэндэд цаг агаарын өөрчлөлтөөс үзүүлэх нөлөөг улирлаар авч үзвэл зуны улиралд “тохиромжтой” нөхцөл зонхилдог бол өвлийн улиралд “эмгэг үүсгэх” нөхцөл давамгайлж байна. Харин шилжилтийн улирлуудад эмгэг үүсгэх нөхцөлийн эрчимшил дунд зэрэг байна. Эмгэг үүсгэх уур амьсгалын нийлбэр индексийг жилийн дунджаар тооцоолж үзэхэд Монгол орны аль ч байгалийн бүсийн хувьд хүний биед тохиромжгүй ангилалд багтах боловч говь, цөлийн бүсэд уг нөхцөл арай бага буюу 18-20 түүний орчим, хойшлох тусам индексийн утга нэмэгдэх зүй тогтолтой. Эмгэг үүсгэх нийлбэр индексэд цаг агаарын үзүүлэлтүүдийн эзлэх хувийн жинг судалж үзвэл хүний эрүүл мэндэд агаарын температурын хоногийн өөрчлөлт болон салхины хурдны нөлөө хамгийн их байна. Энэхүү судалгаа нь жигд тархан байрласан цаг уурын 69 станцын сүүлийн 30 жилийн хоногийн хэмжилтийн мэдээг ашиглан Монгол орны био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нөхцөлийг шинэчлэн тогтоосноороо онцлогтой. Энэ нь цаг агаарын өөрчлөлт, хэлбэлзлээс хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг өвчлөл, наслалттай холбон судлах суурь мэдээлэл болохын хувьд цаашилаад энэ чиглэлийн судалгааг хийх боломжийг олгож байгаа юм.

Түлхүүр үгс: Хүний эрүүл мэнд, био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх индекс, эмгэг үүсгэх нөхцөлтэй хоногийн тоо, эмгэг үүсгэх нийлбэр индексэд цаг уурын үзүүлэлтүүдийн эзлэх хувийн жин

Abstract

At a time when climate change is affecting human health and the number of people with chronic diseases is increasing, people are trying to use natural treatments and aftercare. Although Mongolian territory for the weather evolution index is divided into three bioclimatic regions, the study about its effects on human health is rare. The aim of the study was to study the spatial and temporal patterns of bioclimatic pathogenicity on human health using daily average meteorological data of 1991-2020 from 69 weather stations representing the climate, physical geography, natural zones, and belts of Mongolia. The pathogenic bioclimatic conditions per year were calculated as a total index that includes pathogenic conditions of air temperature, temperature change between days, pressure changes, relative humidity, clouds, and wind parameters. From the estimation, 107 days were “suitable” for humans and 135 days were “unsuitable” while the remaining 123 days dominated “pathogenic conditions” in Mongolia.

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: У.Пүрэвдорж ба Д.Сандэлгэр: Өгүүллтийн онолын үндэслэл, аргагүй болон үр дүнгийн боловсруулалт, бичвэрийн хяналт, засвар; Б.Мөнхбат: Өгөгдөл боловсруулалт, зураглал, бичвэрийн хяналт, засвар; Г.Намхайжанцан, С.Эрдэнэсүх: Онол, аргагүйн зөвлөгөө, бичвэрийн хяналт, засвар хийсэн.

Seasonally, the effect of weather change on human health were suitable in summer while the pathogenicity is heavy in winter. However, pathogenicity conditions were moderately variance the transition seasons. The annual pathogenicity index was unsuitable for any natural zone in Mongolia, but in the Gobi and Desert regions, it was slightly lower around 18-20 while the index values tended to increase northward. When the percentage of meteorological variables in the total pathogenicity index was studied, the effects of daily changes in air temperature and wind speed had a significant impact on human health. This study has used the daily climate data for the last 30 years to update bio-climatic pathogenicity conditions in Mongolia, and it will be the fundamental data for exploring the relationship between weather oscillations and human disease. Therefore, it will provide an opportunity for further research in this area.

Keywords: Human health, bioclimatic pathogenicity index, number of days with pathogenic conditions, percentage of meteorological variables in the total index of pathogenicity

Оршил

Хүн унаган нутаг усныхаа цаг агаар, уур амьсгалын нөхцөлд амьдарч тэр нь эрүүл энх, бие бялдрын-эрүүл физиологийн хэм хэмжээг ч илтгэдэг жамтай-уур амьсгалжсан (климатизаци) байдаг. Уур амьсгалын тасралтгүй явагддаг цаг, хоног, сар, жил, олон жилийн хувьсал, хэлбэлзэл, өөрчлөлтийг хүний бие ямагт мэдэрч био хэмнэл нь хэлбэлзэж эмгэг үүсгэх, өвчлөх, агаар дулаар халдвар авч өвчлөх зэргээр илэрнэ. Мөн уур амьсгалын энэхүү үйл явцад заримдаа нөөц өгөөж энерги хуримтлуулж эрүүлжиж, бие махбодь нь илааршиж, уур амьсгалын эмчилгээний потенциалар нөхөн сэргээгдэж байдаг. Монгол орон дөрвөн улирлын онцлогтой зохицсон хүний биеийн био уур амьсгалын өгөөж баян нөөцтэйн зэрэгцээ хүний эрүүл ба эмгэг үүсэх байдал нь бие организмын ялгаатай, бас цаг агаар, уур амьсгалын амплитуд хэлбэлзэл, агаар мандлын аюултай, онц аюултай комплекс үзэгдлийн нөлөөгөөр гамшиг, эндэгдэлд өртөх нь бий (Намхайжанцан, Алтанцэцэг, 1998). Хүрээлэн буй орчны нөлөөллийн асуудалд, ялангуяа агаар мандлын процесс хүний амьдрал, үйл ажиллагаанд нөлөөлөх асуудлыг бүр эрт дээр үеэс судалж байсан бөгөөд энэ нь олон жилийн түүхтэй юм. Хүний бие организмын хэвийн үйл ажиллагаанд өөрчлөлт оруулахуйц агаар мандлын нөхцөлийг био цаг уур гэж ойлгоно (Сандэлгэр, 2021). Хүний эрүүл мэнд, өвчин эмгэг нь цаг агаар, уур амьсгалын нөхцөлөөс нилээд хэмжээгээр шалтгаална (Намхайжанцан, Алтанцэцэг, 1998).

Цаг агаар, уур амьсгал хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх асуудлыг Оросын Холбооны Улс (ОХУ), Америкийн Нэгдсэн Улс (АНУ), Япон, Герман, Англи, Хорват, Серби, Польш гэх мэт олон улс орнуудад хийж байна. Эдгээр ажилд эмч нараас гадна цаг уурчид өргөнөөр оролцдог. С.Стейтс сүүлийн 4 жилд сэрүүн бүсийн уур амьсгалтай Питтсбург (АНУ, Пенсильвани) цаг агаарын элементүүд болон нас баралтын хоорондын корреляцийн хамаарлыг тооцсон. Г.Брезовский Германы 11 био уур амьсгалын бүсэд зүрхний шигдээс өвчний тоо нь уур амьсгал, цаг агаар болон жилийн улирлаас хэрхэн хамаарч байгааг судалсан. Терюнг АНУ, Аляск, ба Хавайн арлуудад зориулсан дулааны таатай үеийн хазайлтыг илэрхийлэгч хуримтлагдсан үйлчлэлийн жилийн индексээр газарзүйн тархалтын зураглал хийсэн. Дулаан бүсийн орнуудад халуун бүгчимээс, далайн орнуудад бүгчим чийглэгээс шалтгаалан хүний эрүүл мэнд, өвчлөл хамаарч байна. Гэтэл сэрүүн бүсэд хүйтэн, хахиршлаас өвчлөлт, эмгэг хууч нь хамаарч бас цаг агаарын эрс тэс шинжийн нөлөө их байдаг (WHO/WMO/UNEP, 2004). Хүний биеийн био уур амьсгалын судалгааг дэлхий нийтэд ихээхэн анхаарч био цаг уурчдын конгресс хэд хэдэн удаа хуралдуулж олон тооны илтгэл хэлэлцүүлэх үйл ажиллагааг Дэлхийн Цаг уурын Байгууллага (ДЦУБ) зохицуулж байна (WHO/WMO/UNEP, 2004; McMichael et al., 2006; Haines et al., 2006).

Монгол орны хувьд Ж.Алтанцэцэг, Г.Намхайжанцан нар 1987-2000 онуудад нутаг орны уур амьсгалын нөхцөлөөр хүний биеийн (нүцгэн) дулааны баланс, эквивалент ашигтай температур, цацрагийн эквивалент ашигтай температур, хүчилтөрөгчийн нягт, хүний биед таагүй нөхцөл, хүний шилжин суурьших нүүдэл суудал болоход дасан зохицох байдал, хүний хувцас хунарын дулаан чанар, хувцасны уур амьсгалын мужлал, эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс болон зарим өвчлөлийн (амьсгалын замын, тарваган тахал, гэдэсний халдварт өвчин, осол гэмтэл, гипертони өвчин) уялдаа холбоо, цаг агаарын ангилал, био уур амьсгалын муж, элсэн эмчилгээний бичил уур амьсгалын судалгааг тус тус гүйцэтгэсэн байна (Алтанцэцэг, Намхайжанцан, 2009). Түүнчлэн амралт рашаан сувиллын эмчилгээний уур амьсгалын судалгааг Т.Сүхбаатар, Б.Намбар нар, био хэмнэлийн судалгааг Л.Лхагва нар 1994-1995 онуудад тус тус гүйцэтгэсэн (Алтанцэцэг, Намхайжанцан, 2009). Мөн хиймэл дагуулын мэдээ болон цаг уурын ажиглалтын мэдээнд суурилсан Монгол орны ургамлын био уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээг

О.Мөнхдулам (2017) хийсэн. Сүүлд Э.Алтанболд нар (2020) цусны даралт ихсэлтийн асуудалд био цаг уурын нөхцөлийн нөлөөг судалсан байдаг.

Сүүлийн жилүүдэд улс орнуудад уур амьсгалын өөрчлөлт, цаг агаарын нөхцөл байдал нь агаарын бохирдол, хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг судлахад ихээхэн анхаарал хандуулж (Ревич, Малеев, 2011) эмгэг хууч өвчтэй хүмүүсийн тоо ихсэж байгаагай холбоотойгоор хүмүүс байгалийн эмчилгээний төрлийг хэрэглэхийг хичээж байна.

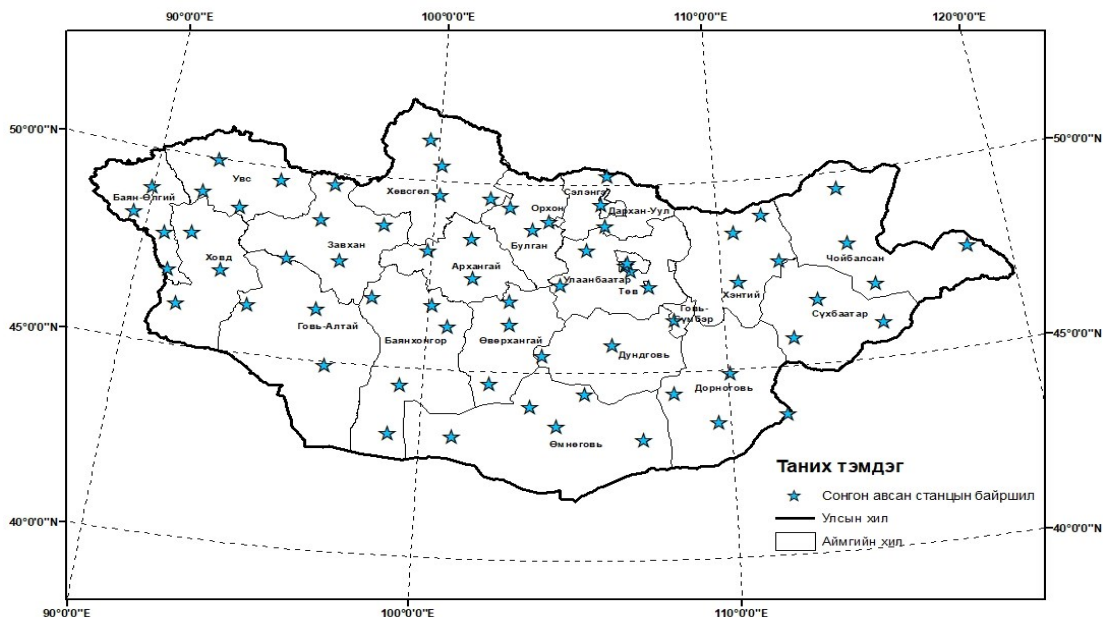
Ю.П.Переведенцев, А.В.Шумихина (2016) нарын судалгааны ажилд цаг агаарын эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн утга нь өвлийн улиралд хамгийн их байдаг. Энэ үзүүлэлтэд агаарын температурын болон агаарын температурын хоногийн өөрчлөлтийн эмгэг үүсгэх индекс хамгийн жинг эзлэх бол зуны улиралд үүлшил, чийгшил, агаарын температурын хоногийн өөрчлөлтийн эмгэг үүсгэх индексүүд илүү их нөлөөлдөг гэдгийг тогтоожээ. Харин Жавзмаа (2015) нарын судалгаанд цаг агаарын эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн утга өвөл их байсан бол хавар буурсан. Харин зуны улиралд хамгийн бага утгандаа хүрч, намар дахин нэмэгддэг гэсэн дүгнэлт хийсэн.

Цаг агаарын төлөв байдлын хувьслын индексийг судалж Монгол орны нутаг дэвсгэрийг био уур амьсгалын 3 мужид хуваасан байдаг боловч (Алтанцэцэг, Намхайжанцан, 2009) хүний биед үзүүлэх үйлчлэлээр нь үнэлэн гаргасан судалгаа ховор юм. Монгол орны цаг агаар, уур амьсгал хүний биед эрс тэс, хахир шинжтэй нөлөөлдөг нь эмгэг үүсгэх шалтгаан болно (Намхайжанцан, Хандсүрэн, 1999). Тэр нь улирал, цаг хугацааны өвөрмөц нөхцөлтэй уялдсан зарим өвчин үүсэх, тархах хүчин зүйл болдог. Мөн уур амьсгалын дулааралтаас хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөө багагүй болж байна. Цаг агаарын эмгэг үүсгэх индексийг судлах зайлшгүй шаардлагатай бөгөөд улирал бүрт уур амьсгал хүний биед үзүүлэх нөлөөллийг судлах ёстой. Энэ судалгаанд В.Г.Бокша (1989)-гийн эмгэг үүсгэх нийлбэр индекст тулгуурлан Монгол орны био цаг агаар, уур амьсгалын нөхцөлөөс эмгэг үүсгэх нөхцөлийг судлах зорилготой.

Судалгааны материал, арга зүй

Судалгааны талбай

Монгол орны нутаг дэвсгэр хотгор, гүдгэрийн (*рельеф*) ялгаа, өндрийн зөрүү ихтэй учраас газар нутгийг байгалийн бүс, босоо бүслүүр гэж ялгаж үзэхээр өвөрмөц онцлогтой. Энэ үүднээс хөрс, ургамалшил, ан амьтны байршил, тархацын хувьд өндөр уулын бүс, тайгын бүс, ойт хээрийн бүс, хээрийн бүс, говийн бүс, цөлийн бүс гэж ангилсан (Жамбаажамц, 1989).



Зураг 1. Судалгаанд сонгон авсан станцуудын газарзүйн байршил

Уур амьсгалын хувьд тухайлбал, агаарын температур, хур тунадас, гадаргын усны нөөц гэх мэт олон хүчин зүйлсийн тархац бараг өргөргийн дагуу байрлалтай байгаагаар нотлогдоно.

Манай орны нутаг дэвсгэр хойноосоо урагшаа 1200 гаруй километр үргэлжлэх бөгөөд өргөргийн зөрүү 10° хүрдэг, хойд хэсэгтээ уул, нуруу зонхилж гол төлөв өргөргийн дагуу байрласан хийгээд урагшлах тусам намсдаг, мөн энэ чиглэлд уур амьсгалын хуурай нөхцөл, эх газарлаг шинж ихсэж байгаа зэргээс шалтгаалж уур амьсгалын хэд хэдэн бүс дараалан орших боломжтой. Харин уул, нуруу зонхилсон газар нутагт уур амьсгалын босоо бүслүүр үүсдэг. Уулсын өндөр өмнө зүгт багасаж говийн нөлөөнд ихээхэн автсан учир босоо бүслүүр өргөргийн өөрчлөлттэй хавсран бүсүүд солигддог. Уур амьсгалын босоо бүслүүрийн шинж байдал зөвхөн уулсын өндөр хэсэгт илэрч, доошлох тутам өргөргийн бүсийн уур амьсгалын шинжтэй болдог (Жамбаажамц, 1989). Иймээс цаг уурын ажиглалтын цуваа урттай, мэдээний тасралт багатай, байгалийн бүс, бүслүүрүүдийг төлөөлөхүйц цаг уурын 69 станцыг сонгон авч судалгааг гүйцэтгэсэн. Эдгээр станцуудын байрлалыг Зураг 1-т үзүүлэв.

Судалгааны аргазүй

В.Г. Бокша (1989) био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийг томъёолсон (Головина, Русалов 1993) ба энэ аргазүйг уг судалгаанд ашигласан. Цаг уурын 69 станцын 1991-2020 оны хоногийн агаарын дундаж температур, даралт, харьцангуй чийг, салхи болон үүлшлийн мэдээ ашиглан хүний биед цаг уурын хүчин зүйлсийн цочроох нөлөө буюу эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийг (I) томъёогоор тооцоолов.

$$J = i_t + i_f + i_v + i_n + i_{dt} + i_{dp} \tag{I}$$

Энд: J - эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс

i_t - агаарын температурын эмгэг үүсгэх индекс

i_f - харьцангуй чийгшлийн эмгэг үүсгэх индекс

i_v - салхины хурдны эмгэг үүсгэх индекс

i_n - үүлшлийн эмгэг үүсгэх индекс

i_{dp} - агаарын даралтын хоногийн өөрчлөлтийн эмгэг үүсгэх индекс

i_{dt} - агаарын температурын хоногийн өөрчлөлтийн эмгэг үүсгэх индекс

Био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн утгын тодорхой хязгаарт хүний бие организмд үзүүлэх үйлчлэл өөр өөр байдаг. Үүнийг Хүснэгт 1-д үзүүллээ.

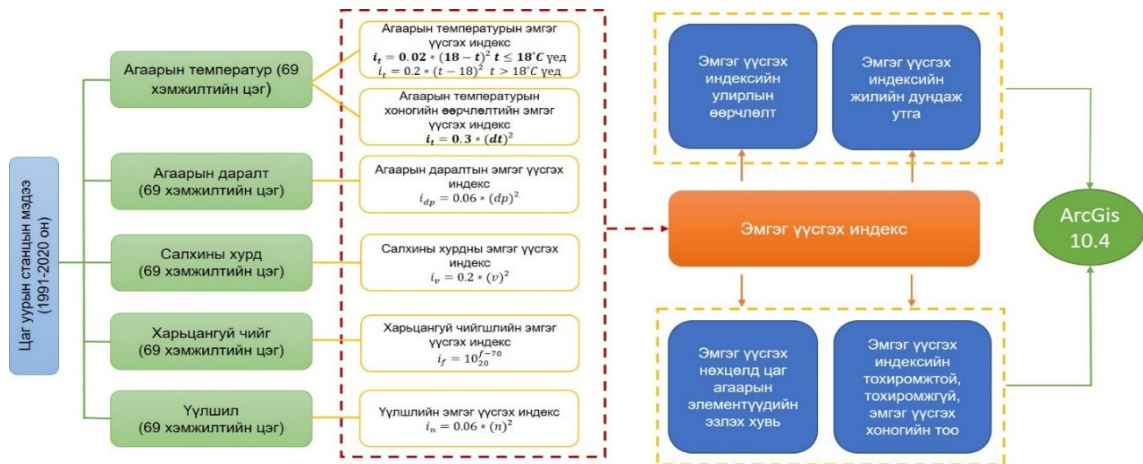
Хүснэгт 1. Эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн шалгуур үзүүлэлтүүд

Эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс	Хүний биед үзүүлэх үйлчлэл
0-9	Тохиромжтой
10-24	Тохиромжгүй
>25	Эмгэг үүсгэх цочроох

Монгол орны эмгэг үүсгэх био уур амьсгалын нийлбэр индексийн орон зай, цаг хугацааны горимыг гаргахдаа дараах боловсруулалтыг хийсэн. Үүнд:

1. Эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийг станц бүрээр 1991-2020 оны хоног тутмын мэдээгээр тооцоолох
2. Эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн жилийн явцын горимыг байгалийн бүсүүдээр гаргах
3. Газарзүйн мэдээллийн системийн аргыг ашиглан эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн улирлын болон жилийн дундаж орон зайн тархалтын зураг боловсруулах
4. Жилийн хугацаанд тохиолдох хүний бие организмд үзүүлэх “тохиромжтой”, “тохиромжгүй”, “эмгэг үүсгэх” нөхцөлтэй хоногийн тоог орон зайн тархалтаар гаргаж харуулах
5. Эмгэг үүсгэх уур амьсгалын нийлбэр индексэд цаг агаарын элементүүдийн үзүүлэх нөлөөллийн хувийн жинг үнэлэх багтана.

Судалгааны аргазүйн схемийг Зураг 2-т үзүүллээ. Орон зайн тархалтыг гаргахдаа ANUSPLIN статистик загвараар (The et al., 2014) буулгалт хийж GIS програм хангамж дээр зурагласан.

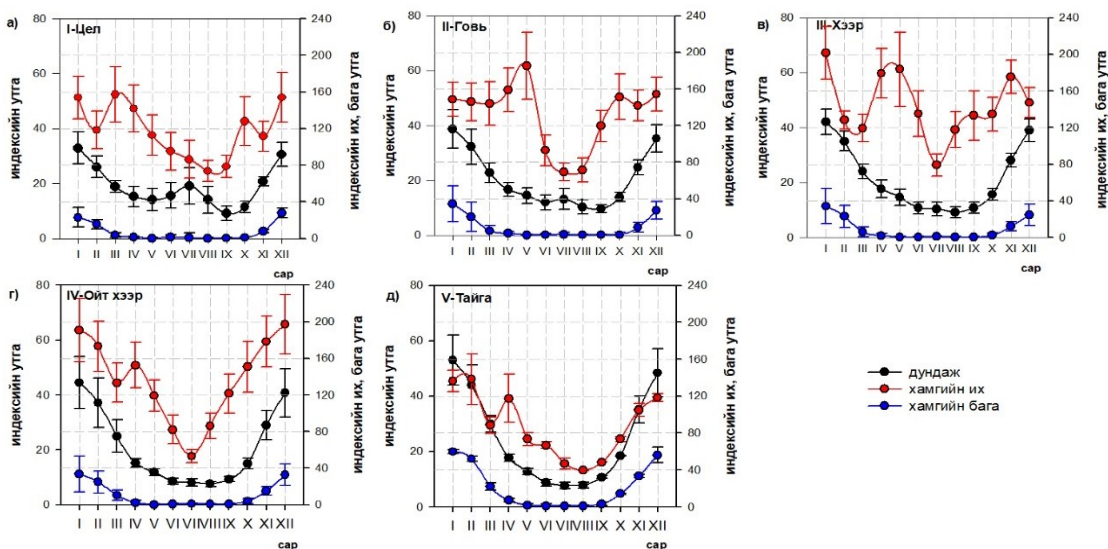


Зураг 2. Судалгааны аргазүйн схем

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

1. Био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн жилийн явц (байгалийн бүсээр):

Байгалийн бүсүүдээр био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн утгыг гаргаж үзвэл (Зураг 3) аль ч бүсэд хүйтний улиралдаа эмгэг үүсгэх цочроох нөхцөл давамгайлдаг бол дулааны улиралдаа энэ нөлөөлөл суларсаар зуны улиралд хүний бие организмд хамгийн таатай нөхцөл бүрэлддэг. Үүнийг байгалийн бүс бүрээр тодруулбал хоорондоо тодорхой ялгаа илэрдэг. Тухайлбал XII сараас II сарын хугацаанд индексийн утга манай орны цөлийн бүсээр 26-32, говийн бүс нутгаар 32-38-ын хооронд байдаг. III сараас V сар, X, XI саруудад сарын дундаж индексийн утга цөлийн бүсэд 11-20, говийн бүсэд 14-24 байна. Зуны саруудад сарын дундаж индексийн утга цөлийн бүсэд 14-19, говийн бүсэд 11-13 хооронд байдаг нь говь, цөлийн бүс нутгуудад +30 градусаас дээш халуун өдөр харьцангуй их байдагтай холбоотой. Харин XI сараас III сарын хугацаанд индексийн сарын дундаж утга хээрийн бүсэд 28-42, ойт хээрийн бүсэд 29-44, өндөр уулын тайгын бүсээр 30-52 хооронд ажиглагдана. IV, V, IX, X саруудад хээр, ойт хээр, өндөр уулын тайгын бүс нутгаар индексийн сарын дундаж утга 11-18 хооронд тус тус ажиглагдана. Өвлийн саруудад манай орны хувьд агаарын температурын эмгэг үүсгэх индексийн утгын нөлөө их байна. Хавар, намрын саруудад цаг агаар тогтворгүй байдагтай холбоотой агаарын температур, салхины хурдны эмгэг үүсгэх индексийн нөлөө зонхилно.



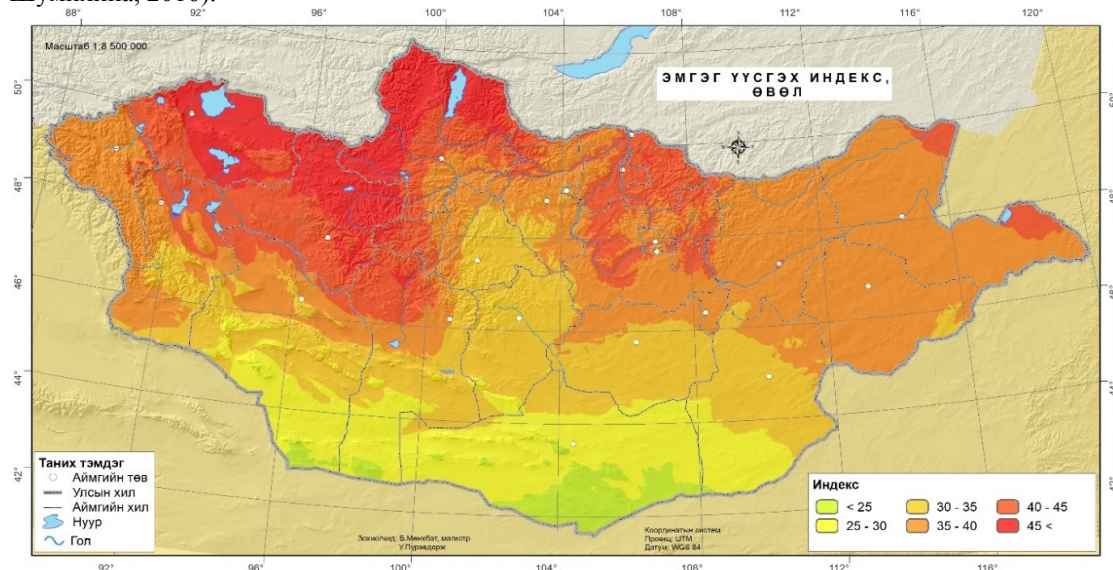
Зураг 3. Био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн жилийн явц, байгалийн бүсээр

Эмгэг үүсгэх индексийн хамгийн их утга өвлийн саруудад цөлийн бүсэд 118-153, говийн бүсэд 145-154, хээрийн бүсэд 128-201, ойт хээрийн бүсэд 173-197, тайгын бүсэд 118-138 хүрдэг. Хаврын саруудад цөлийн бүсэд 112-157, говийн бүсэд 143-185, хээрийн бүсэд 119-183, ойт хээрийн бүсэд 119-152, тайгын бүсэд 73-120 бол зуны саруудад цөлийн бүсэд 73-95, говийн бүсэд 69-92, хээрийн бүсэд 78-135, ойт хээрийн бүсэд 53-86, тайгын бүсэд 39-66 хүрдэг. Намрын саруудад цөлийн бүсэд 78-128, говийн бүсэд 119-151, хээрийн бүсэд 133-175, ойт хээрийн бүсэд 121-178, тайгын бүсэд 48-104 тус тус хүрдэг байна. Хоногийн дундаж агаарын температур 19 градусаар хүйтэрч, агаарын даралт 24 гПа-аар нэмэгдэхэд эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс нь хамгийн ихдээ 201 хүрсэн бөгөөд хоногийн дундаж агаарын температурын өөрчлөлтийн эмгэг үүсгэх индексийн утга 128, болон агаарын даралтын эмгэг үүсгэх индексийн утга 36 байсантай холбоотой юм.

Эмгэг үүсгэх индексийн хамгийн бага утга буюу хүний биед таатай нөхцөл өвлийн саруудад цөлийн бүсэд 5-9, говийн бүсэд 6-11, хээрийн бүсэд 8-11, ойт хээрийн бүсэд 8-11, тайгын бүсэд 11-20 ажиглагддаг. Хаврын саруудад цөлийн бүсэд 0-1, говийн бүсэд 0-2, хээрийн бүсэд 0-1, ойт хээрийн бүсэд 0-3, тайгын бүсэд 0-7 хүрдэг бол зуны саруудад аль ч байгалийн бүсүүдэд индексийн утга 0 байна. Харин намрын саруудад говь, цөлийн бүсэд 0-2, хээрийн бүсэд 0-4, ойт хээрийн бүсэд 0-5, тайгын бүсэд 1-11 тус тус ажиглагдана. Индексийн хамгийн бага утга дараах нөхцөлд тогтоно. Агаарын температур 18°C, харьцангуй чийгшил 50% , салхины хурд 0 м/с, үүлний тоо хэмжээ 0 балл, температур ба даралтын өөрчлөлт 0 гПа үед хүний биед хамгийн тохиромжтой (Головина, Русалов, 1993).

2. Био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн орон зайн тархалт, улирлаар:

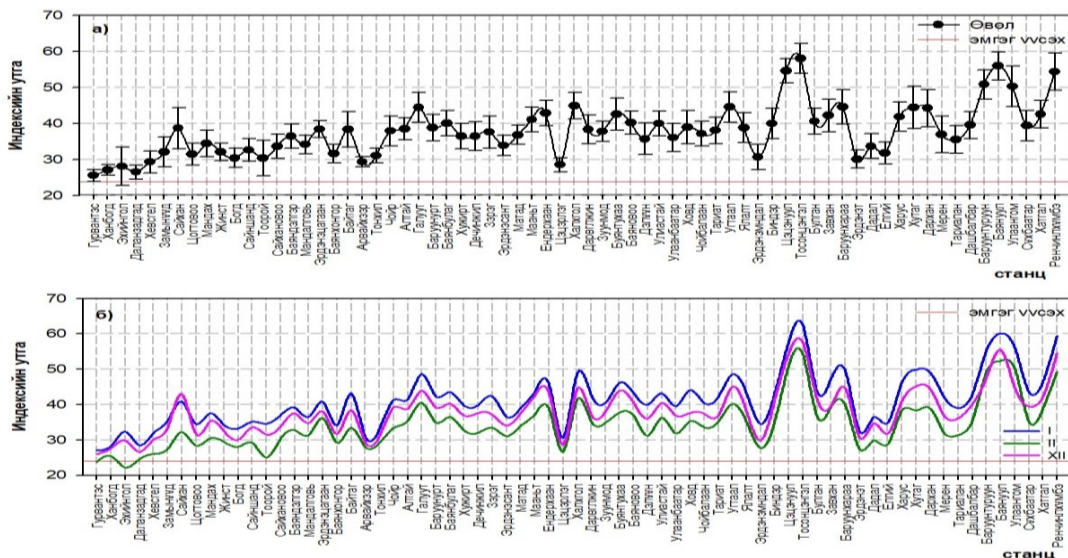
Өвлийн улирлын эмгэг үүсгэх индексийн орон зайн тархалт: Монгол орны нутаг дэвсгэрээр өвлийн улиралд “эмгэг үүсгэх” нөхцөл зонхилох бөгөөд индексийн утга дундажаар 22-62 хооронд байна (Зураг 4, 5). Өвлийн улиралд өндөр уулархаг, тайгын бүс нутгаар хамгийн их утга 45-62, ойт хээрийн бүс нутгаар 40-45, хээр, талын бүс нутгаар 35-40, алтайн өвөр говь, говийн бүс нутгаар 25-35, говь цөлөөр индексийн утга хамгийн бага ажиглагдана. Өвлийн саруудад хүний биед тохиромжтой цаг агаарын нөхцөл байдал ажиглагддаггүй байна (Переведенцев, Шумихина, 2016).



Зураг 4. Өвлийн улирлын био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс

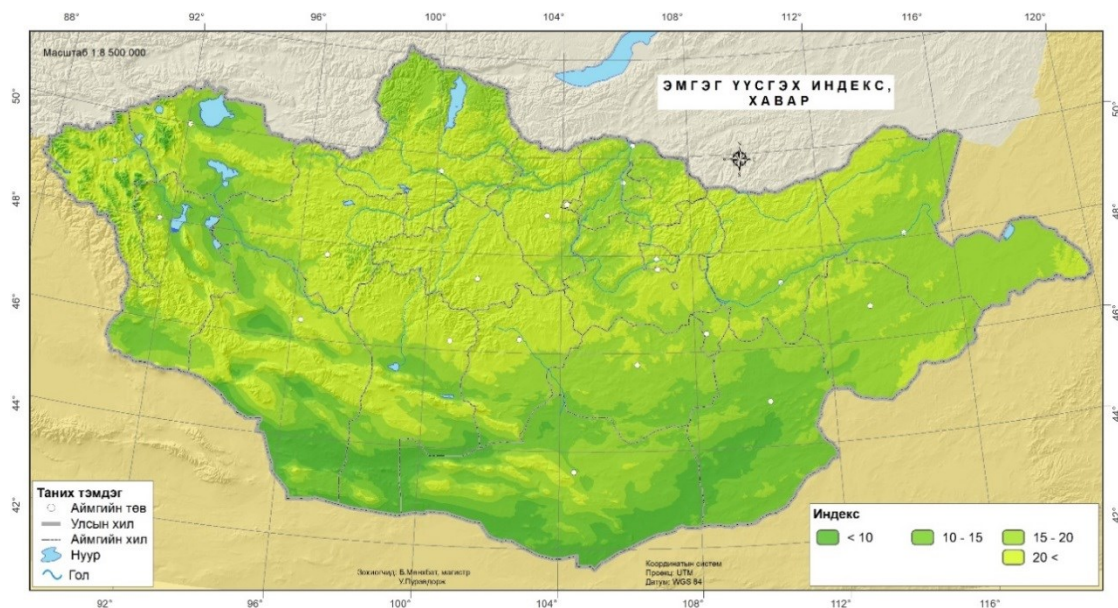
Өвөл эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн хамгийн их утга I дүгээр сард (27-62), хамгийн бага утга II дугаар сард (22-54) ажиглагдана. I сарын хамгийн их утга Завхан аймгийн Тосонцэнгэлд (индексийн утга 62), хамгийн бага утга Өмнөговь аймгийн Гурвантэс (индексийн утга 28) суманд тус тус ажиглагдана. Харин II сарын хамгийн их утга Завхан аймгийн Тосонцэнгэл (индексийн утга 54), хамгийн бага утга Баянхонгор аймгийн Шинэжинст сум Эхийнголд (индексийн утга 22) ажиглагдсан. XII сараас II сарын хугацаанд цаг агаарын нөхцөл байдлын 90-98% нь хүний биед

үзүүлэх үйлчлэл нь “эмгэг үүсгэх” нөхцөлтэй байдаг нь (Намхайжанцан, Алтанцэцэг 1998; Переведенцев, Шумихина, 2016) нарын судалгааны үр дүнтэй ижил байв.



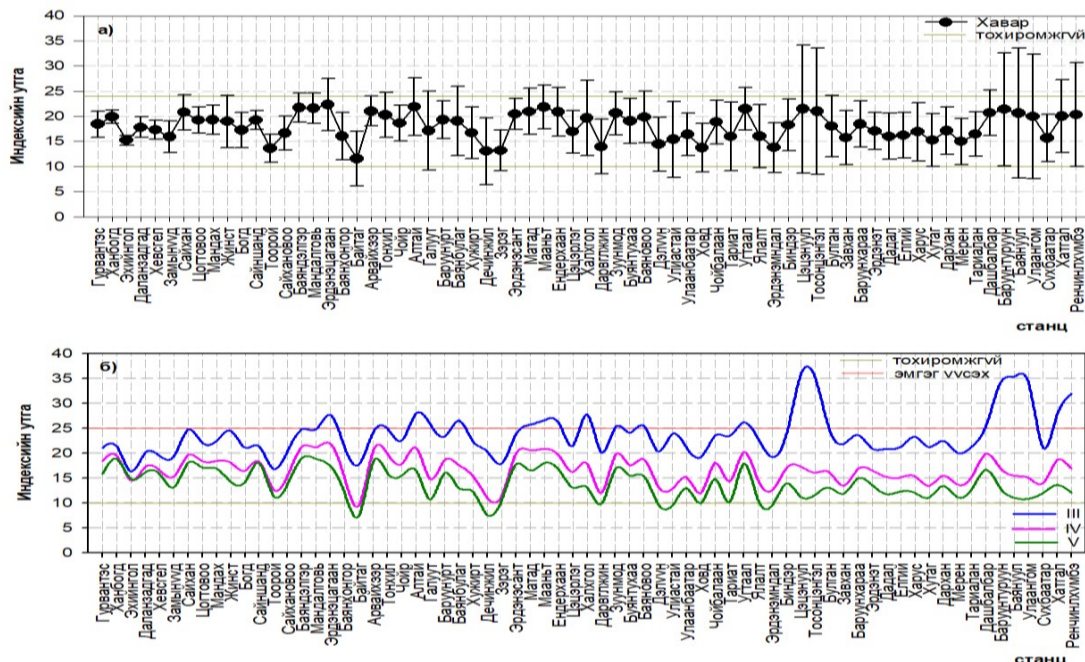
Зураг 5. Эмгэг үүсгэх индекс а). Өвлийн улирлын дунджаар болон б). Өвлийн саруудаар

Хаврын улирлын эмгэг үүсгэх индексийн орон зайн тархалт: Хаврын улиралд эмгэг үүсгэх индексийг тооцоолоход индексийн утга дундажаар 12-22 хооронд ажиглагдаж, хүний биед үзүүлэх үйлчлэл нь “тохиромжгүй” байна. Өндөр уулархаг, тайга, ойт хээрийн бүс нутгаар хамгийн их утга 20-22, тал, хээрийн бүс, говийн бүсийн зарим нутгаар 15-20, Алтайн өвөр говь, цөлийн бүс нутгаар 10-15 буюу хамгийн бага индексийн утга ажиглагдана.



Зураг 6. Хаврын улирлын био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс

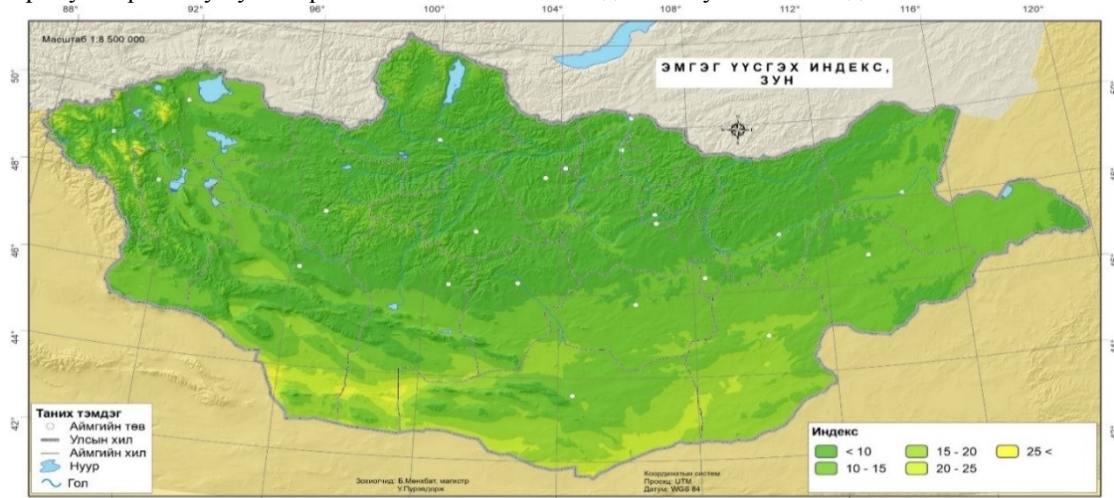
Хавар эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс III сард (16-36) хамгийн их утга, хамгийн бага утга V сард (7-19) тус тус ажиглагдана. III сарын хамгийн их утга Завхан аймгийн Цэцэн-Уул (индексийн утга 36), хамгийн бага утга Баянхонгор аймгийн Эхийнгол (индексийн утга 16) станцад харгалзана. V сарын хамгийн их утга Өмнөговь аймгийн Ханбогд суманд (индексийн утга 19), хамгийн бага утга Ховд аймгийн Байтаг (индексийн утга 7) станцад буюу Алтайн өвөр говьд тус тус ажиглагдсан.



Зураг 7. Эмгэг үүсгэх индекс а) Хаврын улирлын дунджаар болон б) Хаврын саруудаар

Хаврын улиралд ирж буй нарны цацрагийн хэмжээ, агаарын температур нэмэгдэж, үлшил, харьцангуй чийгшил буурч, цаг агаарын нөхцөл зөөлөрдөг боловч III сард “тохиромжгүй” болон “эмгэг үүсгэх” нөхцөл (өндөр уулархаг тайгын, их нуруудын хотгороор) хэвээр байна. IV сард эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн хувьд голчлон “тохиромжгүй” нөхцөл зонхилдог боловч үүлэрхэг, чийглэг, салхитай, хүйтэн цаг агаартай үед 15-20%-ийн магадлалтай эмгэг үүсгэх нөхцөл үүсэж болно (Переведенцев, Шумихина нар, 2016; Tsend et al., 2016).

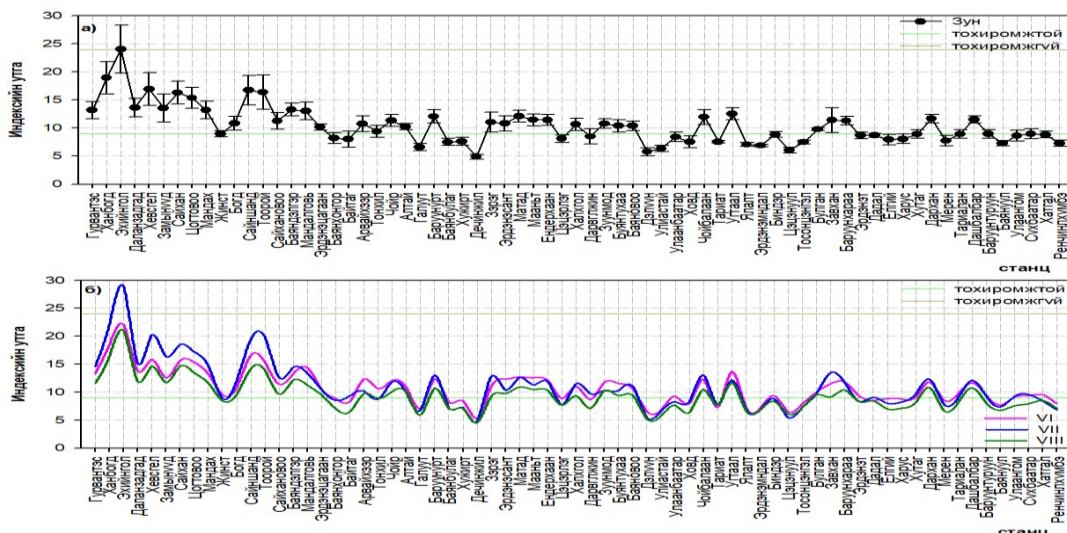
Зуны улирлын эмгэг үүсгэх индексийн орон зайн тархалт: Зуны улиралд “тохиромжтой” болон “тохиромжгүй” нөхцөл зонхилох бөгөөд индексийн утга дунджаар 5-25 хооронд байна. Зуны улиралд цөлийн бүс нутгаар хамгийн их утга 20-25, Алтайн өвөр говь, говийн бүсийн өмнөд хэсгээр 15-20, тал, хээр, говийн бүсийн хойд хэсгээр 10-15, өндөр уулархаг, тайга, ойт хээрийн бүс нутгаар 4-9 буюу тохиромжтой хамгийн бага индексийн утга ажиглагдана.



Зураг 8. Зуны улирлын био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс

Зуны улиралд гол төлөв эмгэг үүсгэх индексийн утгууд ихэнх бүс нутгаар ойролцоо байх ба говь, цөлийн бүсийн зарим станцад хамгийн их утга VII дугаар сард (15-29), хамгийн бага утга VII дугаар сард (5) ажиглагдсан. VII сарын хамгийн их утга *Баянхонгор аймгийн Эхийнголд*

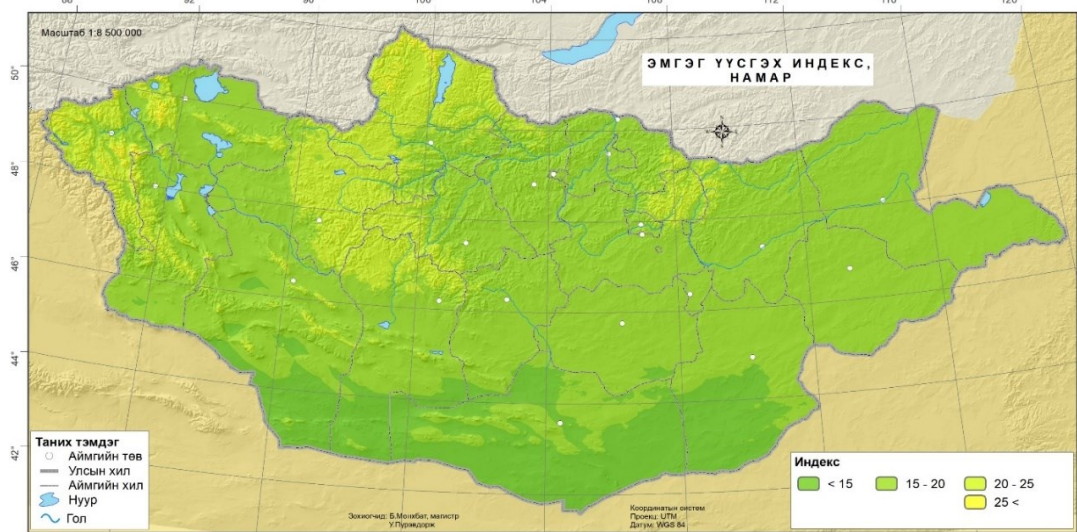
(индексийн утга 29), хамгийн бага утга Баян-Өлгий аймгийн Булган сумын Дөчин жил, Завхан аймгийн Цэцэн-Уул (индексийн утга 5) станцад тус тус ажиглагдсан.



Зураг 9. Эмгэг үүсгэх индекс а). Зуны улирлын дунджаар болон б). Зуны саруудаар

Хүний бие организмд үзүүлэх “*тохиромжтой*” нөхцөлтэй цаг агаар нь тус улирлын талаас илүү хугацаанд нь тохиолддог (50-60%), харин “*тохиромжгүй*” нөхцөлтэй цаг агаарын байдал 35-45%-д ажиглагдаж, цөөн тохиолдолд хурц буюу “*эмгэг үүсгэх*” нөхцөлтэй байдаг. Энэ нөхцөл нь манай орны цөлийн бүс нутгийн зарим станц (*Баянхонгор аймгийн Эхийнгол*) дээр тод илэрч байна. Зуны улиралд хамгийн их индексийн утга нь үүлэрхэг, чийглэг цаг агаарт агаарын температур 5-10°C, 10-15°C хүртэл хэмжээгээр буурах үед тохиолддог (Переведенцев, Шумихина, 2016).

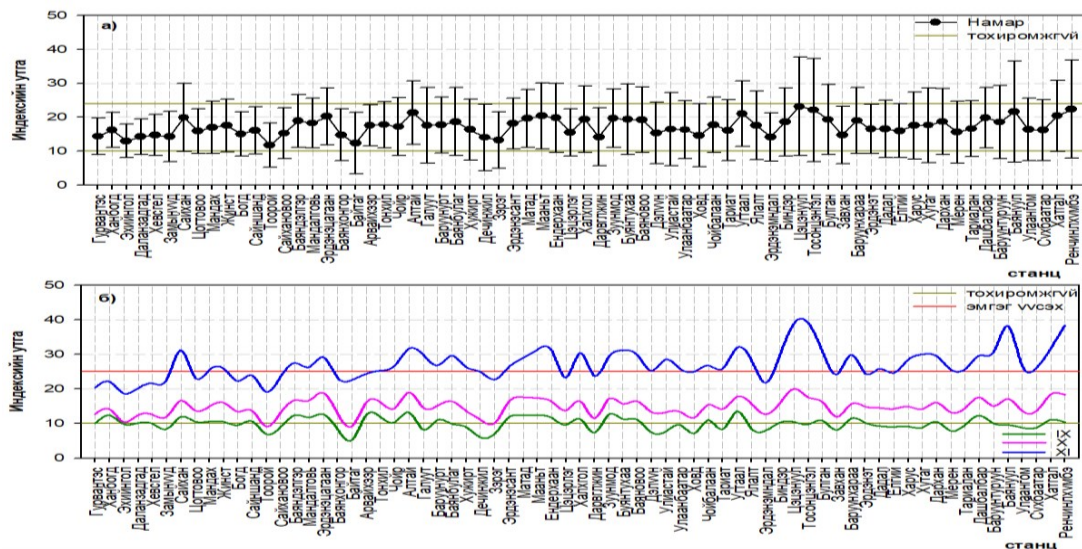
Намрын улирлын эмгэг үүсгэх индексийн орон зайн тархалт: Намрын улиралд “*тохиромжгүй*” нөхцөлд зонхилох бөгөөд индексийн утга дунджаар 10-23 хооронд байна. Намрын улиралд өндөр уулархаг, тайгын бүс нугаар хамгийн их утга 20-23, тал,хээр, ойг хээр, говийн бүсийн хойд хэсгээр 15-20, говь, цөлийн бүс нугаар 10-15 хамгийн бага индексийн утга ажиглагдана.



Зураг 10. Намрын улирлын био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс

Намрын улиралд эмгэг үүсгэх нийлбэр индексийн хамгийн их утга XI дугаар сард (19-39), хамгийн бага утга IX дугаар сард (5-14) ажиглагдана. XI сарын хамгийн их утга *Завхан аймгийн Цэцэн-Уул, Тосонцэнгэл* (индексийн утга 39) суманд, хамгийн бага утга *Баянхонгор аймгийн*

Эхийн гол, Говь-Алтай аймгийн Тоорой (индексийн утга 19) станцад тус тус ажиглагдана. Харин IX сарын хамгийн их утга Төв аймгийн Угтаалд (индексийн утга 14), хамгийн бага утга Ховд аймгийн Байтагт (индексийн утга 5) тус тус ажиглагдсан.

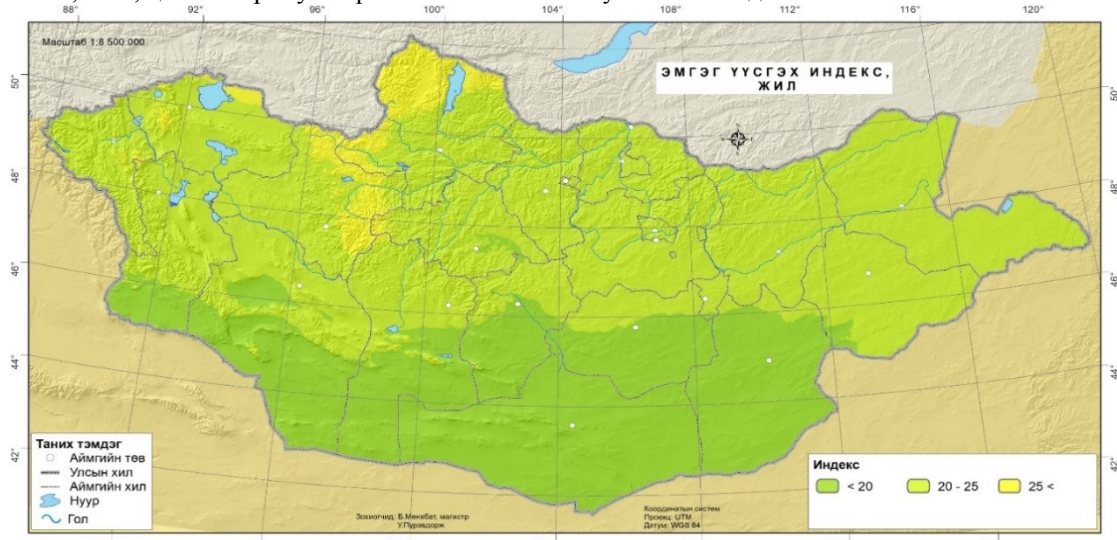


Зураг 11. Эмгэг үүсгэх индекс а). Намрын улирлын дунджаар болон б). Намрын саруудаар

Эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс нь IX болон X сард цаг агаарын нөхцөл байдлаас шалтгаалж хүний бие организмд “тохиромжгүй” нөхцөлтэй (50-60%) гэж тодорхойлдог. IX сард цаг агаарын тогтворгүй нөхцөл байдал үүсэх давтамж 10-15% нэмэгддэг бол X сард 40-45%-д ажиглагддаг. Тохиромжтой цаг агаарын нөхцөл нь IX сард 20-30%, X сард 5-8% тохиолдож болно (Переведенцев, Шумихина нар, 2016). IX, X, XI саруудад эмгэгийн индексийн утга бага багаар нэмэгдсээр хүний биед сөрөг нөлөө үзүүлэхгүй тохиромжтой цаг агаарын төлөв буурч тохиромжгүй, эмгэг үүсгэх цаг агаарын төлөвүүд ихэснэ (Жавзмаа нар, 2017).

3. Жилийн дундаж био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх индексийн орон зайн тархалт:

Монгол орны жилийн дундаж эмгэг үүсгэх индексийн утгууд 16-27 хооронд хэлбэлзэх бөгөөд хүний биед үзүүлэх үйлчлэлээр “тохиромжгүй” болон “эмгэг үүсгэх” нөхцөл зонхилно. Өндөр уулархаг, тайгын бүс нутгаар хамгийн их утга 25-27, тал, хээр, ойт хээрийн бүс нутгаар 20-25, говь, цөлийн бүс нутгаар 16-20 хамгийн бага утга ажиглагдана.



Зураг 12. Жилийн дундаж био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх индекс

Био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр нөхцөлд цаг уурын элементүүдийн нөлөө: Эмгэг үүсгэх нийлбэр индекс нь агаарын хоногийн дундаж температур, температурын өөрчлөлт, агаарын даралтын өөрчлөлт, салхины хурд, үүлшил, харьцангуй чийгшил зэрэг цаг агаарын элементүүдээр илэрхийлэгдэнэ. Жилийн дундаж эмгэг үүсгэх индексэд цаг уурын элементүүдийн эзлэх хувийг байгалийн бүсүүдээр гаргаж Хүснэгт 2-г авч үзэв.

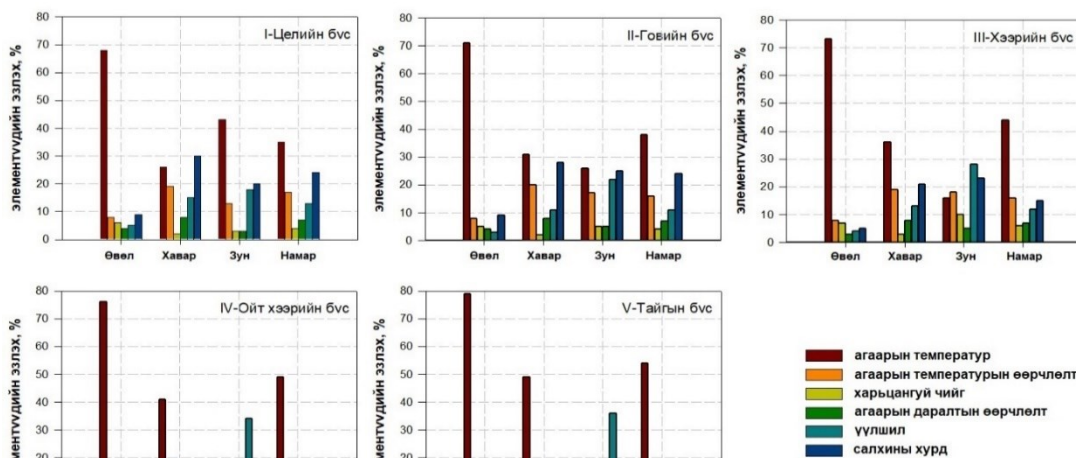
Хүснэгт 2. Жилийн дундаж био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх индексэд цаг уурын элементүүдийн эзлэх хувийн жин

Байгалийн бүс	Станцын тоо	Агаарын температур	Температурын өөрчлөлт	Харьцангуй чийг	Даралтын өөрчлөлт	Үүлшил	Салхины хурд
Цөлийн	6	43	14	4	6	13	20
Говийн	15	42	15	4	6	12	21
Хээрийн	29	42	15	7	6	14	16
Ойт хээрийн	16	44	14	8	6	17	11
Тайгын	3	49	13	8	5	15	10

Тус индесийн жилийн дундаж утгаас үзвэл эмгэг үүсгэх индексэд цаг уурын элементүүдээс агаарын температурын нөлөө зонхилно. Мөн хүний бие организмд гол төлөв салхины хурд болон агаарын температурын нөлөө хамгийн их байдаг нь судалгаагаар тогтоогдсон.

4. Био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индексэд цаг уурын үзүүлэлтүүдийн эзлэх хувийн жин (Улирал болон байгалийн бүсээр):

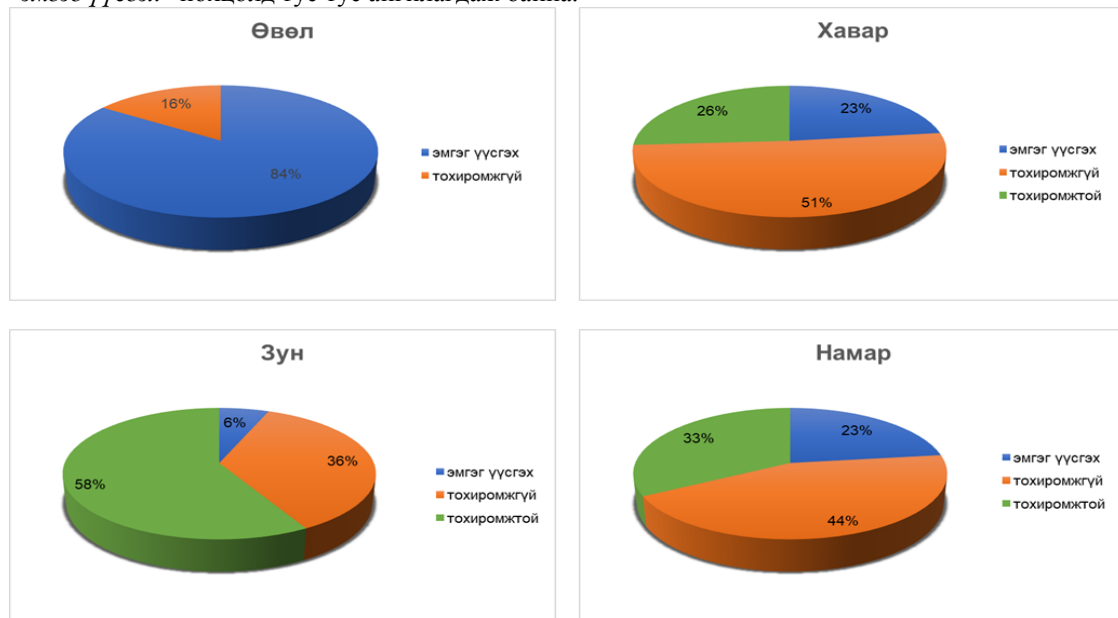
Өвлийн улирлын эмгэг үүсгэх индексэд цаг уурын үзүүлэлтийн эзлэх хувийн жинг үзвэл агаарын температур 68-79%-иар нөлөөлнө. Үлдсэн 21-32%-ийг бусад үзүүлэлтүүд эзэлнэ. Хавар агаарын температур болон салхины хурд ихээхэн өөрчлөгдөх ба эмгэг үүсгэх индексийн ихэнх хувь буюу агаарын температур 26-49% , температурын өөрчлөлт 16-20% , салхины хурд 13-29% -ийг тус тус эзэлнэ. Үлдсэн 2-15%-ийг бусад цаг уурын үзүүлэлтүүд эзэлнэ. Зун агаарын температур 12-43%, температурын өөрчлөлт 13-18%, салхины хурд 15-27%, үүлшил 18-36%, болон үлдсэн 3-15%-ийг бусад үзүүлэлтүүд тус тус эзэлдэг бол намар агаарын температур 35-54%, температурын өөрчлөлт 13-17%, салхины хурд 9-23% зонхилж байдаг бол үлдсэн 4-14%-ийг бусад үзүүлэлтүүд эзэлнэ.



Зураг 13. Био уур амьсгалын эмгэг үүсгэх нийлбэр индексэд цаг уурын үзүүлэлтүүдийн эзлэх хувийн жин, улирал болон байгалийн бүсээр

Эмгэг үүсгэх нийлбэр индексэд цаг уурын үзүүлэлтүүдийн эзлэх хувийн жинг байгалийн бүсүүдээр гаргаж үзвэл төдийлөн ялгаа гарахгүй, температурын нөлөө зонхилох боловч урагшлах тусам салхины нөлөө ихсэж, уулархаг бүс рүү шилжих тусам үүл, чийгшлийн нөлөө

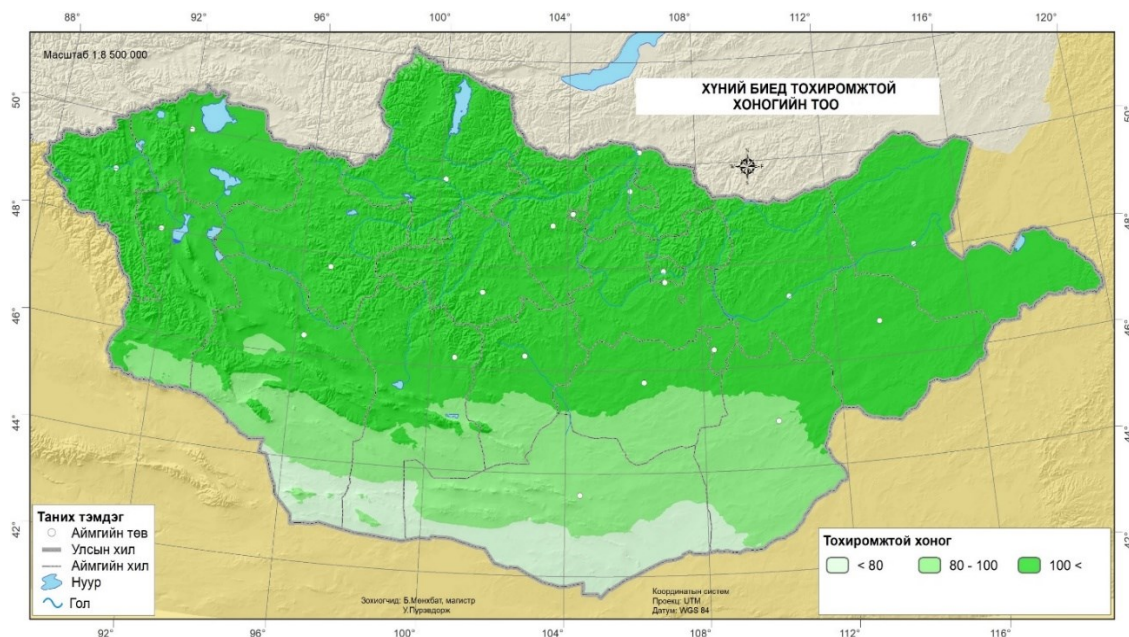
зонхилж байна. Цаг уурын 69 станцын индексийн дундаж утгаар улирлын эмгэг үүсгэх нөхцөлийн эзлэх хувийг хоногоор тооцоолов. Өвлийн улирлын нийт хоногийн 16% буюу 13-14 хоног “тохиромжгүй”, 84% буюу 75-76 хоног “эмгэг үүсгэх” нөхцөл үүсэж байна. Хаврын улирлын нийт хоногийн 26% буюу 24 хоног “тохиромжтой”, 51% буюу 46-47 хоног “тохиромжгүй”, 23% буюу 21 хоног “эмгэг үүсгэх” нөхцөлтэй. Зуны улирлын нийт хоногийн 58% буюу 53-54 хоног “тохиромжтой”, 36% буюу 33 хоног “тохиромжгүй”, 6% буюу 5-6 хоног “эмгэг үүсгэх” шалгуурт үзүүлэлтэд харгалзана. Намрын улирлын нийт хоногийн 33% буюу 30 хоног “тохиромжтой”, 44% буюу 39-40 хоног “тохиромжгүй”, 23% буюу 21 хоног “эмгэг үүсгэх” нөхцөлд тус тус ангилагдаж байна.



Зураг 14. нийлбэр индексэд цаг уурын үзүүлэлтүүдийн эзлэх хувийн жин, улирлаар

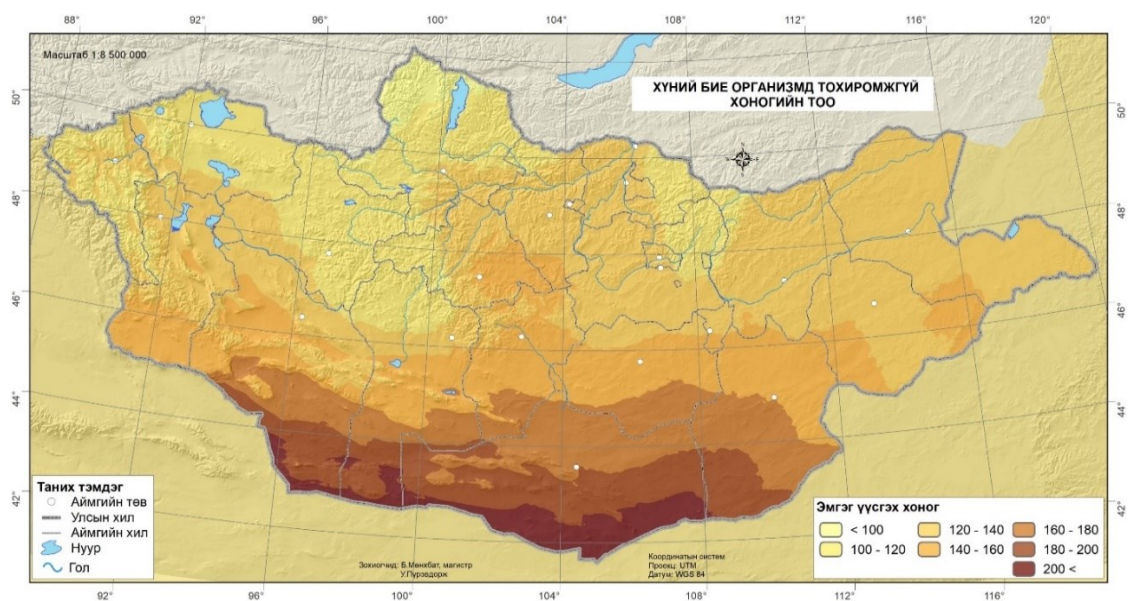
5. Эмгэг үүсгэх нөхцөлийн үйлчлэлийн жилд тохиолдох давтагдлын орон зайн тархалт:

Хүний бие организмд тохиромжтой нөхцөлтэй хоногийн тоо: Монгол орны жилийн дундаж индексийн утгаар хүний биед үзүүлэх үйлчлэлийг судлахад жилд дунджаар 107 хоног “тохиромжтой” байна. Байгалийн бүсүүдээр авч үзвэл цөлийн бүс нутгаар 80-аас бага хоног, говийн бүс нутгаар 80-100 хоног, өндөр уулархаг, тайга, тал, хээр, ойт хээрийн бүс нутгуудаар 100-аас дээш хоног “тохиромжтой” нөхцөлтэй байна.



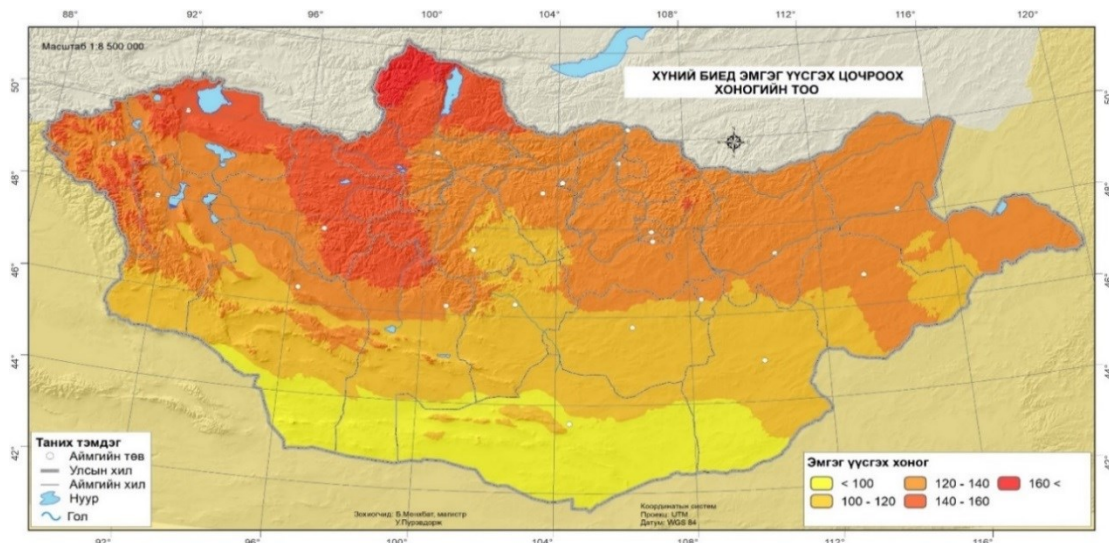
Зураг 15. Хүний биед тохиромжтой хоног

Хүний бие организмд тохиромжгүй нөхцөлтэй хоногийн тоо: Монгол орны жилийн дундаж индексийн утгаар хүний биед үзүүлэх үйлчлэлийг судлахад жилд дунджаар 135 хоног “*тохиромжгүй*” байна. Байгалийн бүсүүдээр авч үзвэл цөлийн бүс нутгаар 200-аас их хоног, говийн бүс нутгаар 160-200 хоног, тал, хээр, ойт хээрийн бүс нутгаар 120-160 хоног, өндөр уулархаг, тайгын бүс нутгаар 100-120 хоног “*тохиромжгүй*” нөхцөлтэй байна.



Зураг 16. Хүний бие организмд тохиромжгүй хоногийн тоо

Хүний биед эмгэг үүсгэх цочроох нөхцөлтэй хоногийн тоо: Монгол орны жилийн дундаж индексийн утгаар хүний биед үзүүлэх үйлчлэлийг судлахад жилд дунджаар 123 хоног “*эмгэг үүсгэх*” нөхцөлтэй байна. Байгалийн бүсүүдээр авч үзвэл цөлийн бүс нутгаар 100-120 хоног, говийн бүс нутгаар 120-140 хоног, тал, хээр, ойт хээрийн бүс нутгаар 140-160 хоног, өндөр уулархаг, тайгын бүс нутгаар 160-аас олон хоног “*эмгэг үүсгэх*” нөхцөлтэй байна.



Зураг 17. Хүний биед эмгэг үүсгэх цочроох хоногийн тоо

Дүгнэлт

Өвлийн улиралд уур амьсгалын “эмгэг үүсгэх” нөхцөл зонхилж байна. Монгол орны говь, цөлийн бүсэд эмгэг үүсгэх индексийн утга бага бол өндөр уулархаг, тайгын бүсүүдэд индексийн утга их байдаг. I сард хүний хүний бие организмд “эмгэг үүсгэх” нөхцөл их байх ба эмгэг үүсгэх индексэд агаарын температурын нөлөө 73% байна. Өвлийн улирлын нийт хугацааны 84% буюу 75-76 хоног “эмгэг үүсгэх” нөхцөлтэй байна.

Хаврын улиралд “тохиромжгүй” нөхцөл зонхилж байна. Өндөр уулархаг, ойт хээр, тал, хээрийн бүс нутгаар индексийн хамгийн их утгатай бол говь, цөлийн бүсүүдэд хамгийн бага утгууд харгалзана. III сард хүний бие организмд “тохиромжгүй” нөхцөл их ажиглагдах ба эмгэг үүсгэх индексэд агаарын температур 36%, температурын өөрчлөлт 19%, салхины хурд 21%-ийн нөлөө үзүүлнэ. Хавар 23% буюу 21 хоног “эмгэг үүсгэх” нөхцөлтэй. Хавар уур амьсгалын нөхцөл зарим талаар ихээхэн өөрчлөлт хэлбэлзэлтэй байдаг ба салхи шуурга ихсэж, агаарын температурын агууриг хамгийн өндөр байдаг болохоор хүний биеийн физиологид “тохиромжгүй” нөхцөлтэй болдог.

Зуны улиралд “тохиромжтой” нөхцөл ихтэй ба өндөр уулархаг, тайга, ойт хээр, тал, хээрийн бүс нутгаар индексийн утга ”тохиромжтой” бол говь, цөлийн нутгаар “тохиромжгүй” байна. Зуны саруудад гол төлөв индексийн утга ижил байх бөгөөд зарим газарт VII сард хамгийн их утга харгалзана. Мөн эмгэг үүсэх нийлбэр индексэд агаарын температур 19%, температурын өөрчлөлт 17%, үлшил 28%, салхины хурд 21% нөлөөлнө. Зуны улиралд 6% буюу 5-6 хоног “эмгэг үүсгэх” нөхцөлтэй.

Намрын улиралд “тохиромжгүй” нөхцөл зонхилно. Өндөр уулархаг, тайгын бүс нутгаар индексийн их утгууд харгалзана. XI сард хүний бие организмд “тохиромжгүй” нөхцөл ихтэй ба эмгэг үүсгэх индексэд агаарын температур 43%, температурын өөрчлөлт 16%, салхины хурд 16% нөлөө үзүүлнэ. Намрын улирал 23% буюу 21 хоног “эмгэг үүсгэх” нөхцөлтэй. Энэ улирал температурын агууриг болон салхины хурд ихтэй учир хүний биеийн физиологид “тохиромжгүй” нөхцөлтэй болдог.

Жилийн дундаж индексийн утгаас үзвэл 107 хоног “тохиромжтой”, 135 хоног “тохиромжгүй”, 123 хоног “эмгэг үүсгэх” шалгуурт харгалзах ба өндөр уулархаг нутгууд, тайгын, хээрийн, ойт хээрийн бүс нутгаар индексийн утга ихтэй, Харин говь, цөлийн бүсээр бага үзүүлэлттэй байна.

Энэ судалгаа нь уур амьсгалын сүүлийн 30 жилийн мэдээнд тулгуурлан Монгол орны био уур амьсгалын нөхцөлийг шинэчлэн гаргаснаараа онцлогтой бөгөөд энэ нь цаашлаад цаг агаарын өөрчлөлт, хэлбэлзлээс хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг өвчлөлтэй холбох суурь мэдээлэл болно. Цаашид судалгааны 69 цэгтээ тулгуурлан хот суурин газрын өвчлөлийн болон хүн амын дундаж наслалтын үзүүлэлттэй холбон судлах шаардлагатай.

Номзүй

- Алтанболд, Э., Сандэлгэр, Д., Эрдэнэсүх, С., Батсүрэн, Д., Бямбабаяр, Г., Болдбаяр, Р. (2020). Гадаргын морфологийн онцлог, био цаг уурын нөхцөлөөс шалтгаалсан хүний цусны даралт ихсэлтийн асуудалд (Хүй мандлын хөндийн жишээн дээр). *Монгол орны газарзүй-геоэкологийн асуудал №41*. 68-78
- Алтанцэцэг, Ж., Намхайжанцан, Г. (2009). *Монгол орны био уур амьсгал*, Улаанбаатар хот, 66-67.
- Бокша В.Г. (1989). *Справочник по климатотерапии*. - Киев: Здоровья. 203.
- Головина, Е.Г., Русалов, В.И. (1993). *Некоторые вопросы биометеорологии*, Санкт-Петербург, 18-19.
- Жавзмаа, Ц., Бат-энх, О., Ажнай, Л., Баттулга, С. (2017). Цаг уурын хүчин зүйлсээс хамаарах эмгэгшлийн зарим индексийг мэдээллийн технологи ашиглан боловсруулах асуудалд. Улаанбаатар хот, 34-39
- Жамбаажамц, Б. (1989). *Монгол орны уур амьсгал*, Улаанбаатар хот, 248-249.
- Матвеев, Л.Т. (1984). *Курс общей метеорологии Физика атмосферы*. Ленинград, 45-47
- Мөнхдулам, О., Авирмэд, Э., & Сайнбаяр, Д. (2017). Хиймэл дагуулын мэдээ болон цаг уурын ажиглалтын мэдээнд суурилсан монгол орны био уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээ. *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, 5-20.
- Намхайжанцан, Г., Алтанцэцэг, Ж., (1998). Монгол орны био уур амьсгалын зарим асуудал, *УЦУХ-ийн ЭШБ*. №19, 27-31.
- Намхайжанцан, Г., Хандсүрэн, П. (1999). Эмнэлэг, эмчилгээний уур амьсгалын судалгааны асуудалд. *Монголын Анагаахын Сэтгүүлүүдийн Холбоо, Монгол Мед*, 23-24
- Переведенцев, Ю.П., Шумихина, А.В. (2016). Динамика биоклиматических показателей комфортности природной среды в удмуртской республике. Учен. зап. Казан. ун-та. *Сер. Естество. науки. Т. 158, кн. 4*. 531–547.
- Пиловец, Г.И., Гладкая, И.Н. (2016). Динамика комплексного индекса патогенности погоды города витебска. Москва, 44-45
- Ревич Б.А., Малеев В.В., (2011). Изменения климата и здоровье населения России: анализ ситуаций и прогнозные оценки. Москва, 207-208.
- Сандэлгэр, Д. (2021). Цусны даралт ихсэх өвчлөлд газрын гадаргын дүрсзүйн онцлогоор нөхцөлдсөн био цаг уурын үзүүлэх нөлөөлөл. *Ардчилал сонин. Экологи булан*. №007, 7-8
- Haines, A., Kovats, R. S., Campbell-Lendrum, D., & Corvalán, C. (2006). Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. *Public health*, 120(7), 585-596.
- Hutchinson, M., Johnson, F., Beesley, C., & Green, J. (2014). Application of ANUSPLIN to produce new intensity-frequency-duration (IFD) index rainfalls across Australia. In *Hydrology and Water Resources Symposium 2014* (p. 557). Engineers Australia.
- McMichael, A. J., Woodruff, R. E., & Hales, S. (2006). Climate change and human health: present and future risks. *The Lancet*, 367(9513), 859-869.
- Tsend, J., Oyunbileg, B. E., Luvsan, A., & Battulga, S. (2016). Results of Simulation Program for Pathological Index relating the Climate Factors. *American Journal of Networks and Communications*, 5(1-1), 10-13.
- WHO/WMO/UNEP. (2004). Climate change and human health. Geneva.

Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлийн хөгжлийн тойм шинжилгээ (2001-2021) Development review analysis of Journal of Geographical Issues (2001-2021)

©Э.Алтанболд^{1*}, В.Батцэнгэл¹, Д.Энхжаргал¹, Г.Юмчмаа¹, Д.Ганпүрэв¹, Д.Амартүвшин¹
E.Altanbold^{1*}, V.Battsengel¹, D.Enkhjargal¹, G.Yumchmaa¹, D.Ganpurev¹, D.Amartuvshin¹

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

¹Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: altanbold@num.edu.mn

*Corresponding author: altanbold@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2021.12.12
Засварласан: 2022.02.22
Зөвшөөрөгдсөн: 2022.03.03

Хураангуй

Монголын шинжлэх ухааны салбар бүрт Монгол, Орос, Англи хэл дээр зонхилж 100 гаруй эрдэм шинжилгээний сэтгүүлийг сүүлийн 90 орчим жилийн хугацаанд хөгжүүлжээ. Гэвч Монголын тухайлсан чиглэлийн аль нэг сэтгүүлд тойм шинжилгээ хийж салбарын судалгааны хөгжлийн чиг хандлагыг нь тодруулсан судалгаа хэвлэгдээгүй байдаг. Энэ судалгаанд харьцуулсан шинжилгээний аргаар тойм шинжилгээ хийв. Энэ өгүүлэлд Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлийн сүүлийн 20 жилийн хугацаанд хэвлэгдсэн судалгаануудыг хооронд нь харьцуулж өгүүллийн тойм, зохиогчдийн оролцоо, салбар шинжлэх ухааны агуулга чиглэлээр нь ижил төстэй болон ялгаатай байдал, судалгааны хөгжлийн чиг хандлагыг нь тодруулав. Үр дүнгээс үзэхэд Монголын судлаачдаас гадна Орос, Герман, Их Британи, АНУ, Японы эрдэмтэд судалгааны ажлаа уг сэтгүүлд хэвлүүлсэн байна. Судалгаанд хамрагдаж буй хугацаанд нэгдүгээр зохиогчоор 168 судлаач, хамтран зохиогчоор 400 гаруй судлаач нийтдээ 359 өгүүлэл хэвлүүлж Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлийг хөгжүүлэхэд оролцжээ. Судалгааны хамрах хүрээг авч үзвэл Үйлчилгээний газарзүй, Цаг уур, уур амьсгал, Газрын харилцаа, Хотын газарзүй, Хүрээлэн буй орчин судлал, Ус судлал, Хөдөө аж ахуйн газарзүй, Рекреацийн газарзүй, Зайнаас тандан судлал, геоморфологийн чиглэлийн судалгаа 10 буюу түүнээс дээш тооны өгүүлэл хэвлэгдсэн байв. Харин газарзүйн үндсэн суурь салбарууд болох физик болон нийгмийн газарзүйн суурь судалгааны ажлууд харьцангуй цөөн хэвлэгдсэн байв. Сэтгүүлийн үндсэн чиг хандлага нь физик газарзүй, нийгэм-эдийн засгийн газарзүйд суурилсан салбар дундын судалгааны бүтээлийг ёс зүйтэй, шударга шүүлтүүрээр шигшиж хэвлэхийг зарчим болгожээ.

Түлхүүр үгс: Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүл, Харьцуулсан шинжилгээ, Газарзүй, Эрдэм шинжилгээний сэтгүүл, Үйлчилгээний газарзүй

Abstract

For the last 90 years, approximately 100 research magazines have been published in each scientific sector of Mongolia in the Mongolian, Russian and English languages. But there is not any published research which clarifies development trends of each sector involving a review and analysis in the scientific journal of any specific area or sector in Mongolia. I have undertaken a review and analysis of this research using a comparative analysis method. In this article, the research published in the journal of Geographic Issues over the last 20 years was compared. This involved the review of articles, the involvement of authors, the similarities and differences in the field of scientific content, and the development trends of research. This was all clarified. The results showed that except for Mongolian researchers, Russian, German, British, American and Japanese researchers published their articles in this journal. Within the period the research involved 168 researchers who participated as a first author and 400 researchers as other authors in the publication of a total of 359 articles in developing the journal of Geographical Issues. Regarding the scope, more than 10 articles were published in the areas of service geography, meteorology and climate science, land relations, urban geography, environmental science, hydrology, agricultural geography, recreational geography, remote sensing and geomorphological studies. Baseline study materials of physics and social geography, which are the main sectors of the geography, have comparatively been published rarely. The main trend of the magazine is inter-sectoral research work based on physical geography and socio-economic geography. It was a key principle of this magazine to publish this research by filtering them in an ethical and fair manner.

Keywords: Journal of Geographical Issues, Comparison analysis, Geography, Scientific journal, Service geography

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: Э.Алтанболд болон В.Батцэнгэл: Онолын үндэслэл, аргазүй боловсруулалт, өгөгдөл боловсруулалт, үндсэн бичвэр, Д.Энхжаргал болон Г.Юмчмаа: Өгөгдөл боловсруулалт, бичвэрийн үндсэн засвар, Д.Ганпүрэв болон Д.Амартүвшин: Үр дүнгийн хяналт хийсэн.

Оршил

Дэлхий нийтэд шинжлэх ухааны тодорхой чиглэлийг хөгжүүлэхийн тулд эрдэм шинжилгээний бичиг буюу сэтгүүлийг эрхлэн гаргаж иржээ. Олон улсад байгалийн ухааны чиглэлийн эрдэм шинжилгээний сэтгүүлүүд нэлээд өндөр байр суурийг эзэлдэг (Meho, Yang, 2007). Байгалийн шинжлэх ухааны чиглэлээр хамгийн анхны судалгааны нийтлэл нь одон орны чиглэлээр 1543 онд хэвлэгдэж байв (Ravetz, 1974). Харин газарзүйн шинжлэх ухааны хамгийн анхны эрдэм шинжилгээний сэтгүүл нь Их Британи улсын Хатан Хааны нэрэмжит Газарзүйн нийгэмлэг (Royal Geographical Society)-ээс 1831 оноос эхлэн эрхлэн гаргасан “The Geographical Journal” сэтгүүл юм (Middleton, 1978). Тухайн сэтгүүлд газарзүйн бүх талын судалгааг хамарсан судалгааг нийтэлдэг (Collier, Inkpen, 2003).

Олон улсын хэмжээнд тогтмол хэвлэгдэн гарч буй эрдэм шинжилгээний сэтгүүлүүдэд харьцуулсан шинжилгээ хийх замаар тухайн салбарын хамрах хүрээ, хөгжлийн чиг хандлагыг нь тодруулж иржээ (Benny et al., 2015; Dutta, 2019; Xu et al., 2020; Wang et al., 2021). Энэ нь тухайн сэтгүүлийн хөгжлийн үндсэн чиг хандлага, цаашдын зорилгыг тодорхойлох гол хөшүүрэг болдог байна.

Монгол улсад шинжлэх ухааны орчин үеийн хөгжил XX зууны 20-иод оноос эхлэлтэй (Даш, Мандах, 2011). Харин 1942 онд Монгол Улсын Их Сургууль (МУИС), 1961 онд Шинжлэх Ухааны Академи (ШУА) байгуулагдсан нь эрдэм шинжилгээний сэтгүүлийг хөгжүүлэх үндсэн суурь нөхцөл болжээ (Otgonchimeg, Solongo, 2019; Батдорж, 2019). Энэ үеэс эхлэн одоог хүртэл Монголын шинжлэх ухааны салбар бүрт Монгол, Орос, Англи хэл дээр зонхилж 100 гаруй эрдэм шинжилгээний сэтгүүлийг (тогтмол болон тогтмол бус) хөгжүүлжээ (МУИС-ийн эрдмийн зөвлөл, 2019; ШУА-ийн Философийн хүрээлэн, 2021). Гэвч одоогоор Монголын дотоодын тухайлсан салбар шинжлэх ухааны чиглэлийн аль нэг сэтгүүлд тойм шинжилгээ хийж хөгжлийн чиг хандлагыг нь тодруулсан судалгаа хэвлэгдээгүй байдаг.

МУИС-ийн Газарзүйн салбар нь 1956 онд байгуулагдсан (Баянтөр, Батцэнгэл, 2016). Сүүлийн 60 гаруй жилийн хугацаанд тухайн чиглэлээр судлаач, мэргэжилтэн, багш нарыг бэлтгэхийн зэрэгцээ салбарын шинжлэх ухааны шинэ үр дүнгүүдийг түгээх зорилгоор Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлийг 2001 оноос эхлэн эрхлэн хэвлүүлж иржээ. Монголын газарзүйн шинжлэх ухааны судалгааны шинэ үр дүнгүүдийг түгээх зорилготой. Тухайн сэтгүүл нь жилд 1-2 дугаар хэвлэгдэж ирсэн ба 2004, 2006, 2013 онуудад тодорхой шалтгааны улмаас хэвлэгдээгүй байна.

Энэ судалгаанд Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлийн сүүлийн 20 жилийн хугацаанд хэвлэгдсэн 359 өгүүлэлд тулгуурлан судалгааны хөгжлийн чиг хандлагад нь шинжилгээ хийхийг зорив. Үндсэн зорилгын хүрээнд Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлийн агуулгын хувьд голлох хувь нэмэр оруулсан судлаачдыг тодруулах, судалгааны чиглэлүүдийг ялган шинжлэх, хамрах хүрээг гаргах, салбарын хөгжлийн чиг хандлагыг тодорхойлох явдал юм.

Судалгааны материал, аргазүй

Газарзүйн асуудлууд сэтгүүлийн 2001-2021 оны хооронд хэвлэгдсэн <https://journal.num.edu.mn/GP/issue/archive> санд тулгуурлан судалгааны материалаа бүрдүүлсэн.

Судалгаанд харьцуулсан шинжилгээ (Comparison analysis)-ний аргыг ашигласан. Энэ арга нь хоёр ба түүнээс дээш тооны өгөгдлийг хооронд нь харьцуулна (Ragin, 2014). Энэ шинжилгээ нь хоорондоо уялдаатай хэд хэдэн чухал үүргийг гүйцэтгэж шинжлэх ухааны тодорхой давуу талуудыг тодруулдаг онцлогтой (Rihoux, 2006).

Байгалийн шинжлэх ухааны хувьд энэ арга нь хоёр ба түүнээс дээш тооны өгөгдлийг харьцуулан шинжлэх замаар тухайн салбарын түүхэн хөгжлийн чиг хандлагыг тодорхойлох, шинэчлэн сайжруулах зорилгоор ашигладаг. Ихэвчлэн цаг хугацааны өгөгдлийн цувааг хооронд жиших, дүгнэх, тодруулах байдлаар ашиглах ба ерөнхийдөө өгөгдлийн нэгдсэн дүн шинжилгээ юм (Rihoux, 2006). Харьцуулсан шинжилгээнд тухайн өгөгдлийг S буюу цаг хугацааны харьцуулалт, N буюу өгөгдөл хоорондын харьцуулалт гэж ялгадаг (Ragin, 2014; Esser, Vliegenthart, 2017). Энэ судалгаанд S болон N хоорондын харьцуулсан шинжилгээ хийх замаар үр дүнгээ тодорхойлсон.

Газарзүйн судалгаанд орон зай, цаг хугацааны хувьд өөрчлөгдөж ирсэн өгөгдлийг харьцуулах нь чухал байдаг (Losos, Glog, 2003). Орон зайн болон цаг хугацааны өгөгдлүүд нь тоон өгөгдлөөр илэрхийлэгдэх шаардлагатай байдаг. Тоон болон чанарын өгөгдлүүдийг хооронд

нь харьцуулах байдлаар хоёрдогч үр дүнг боловсруулан гарган авах нь харьцуулсан судалгаанд өргөн ашиглагддаг (Kolb, 2012).

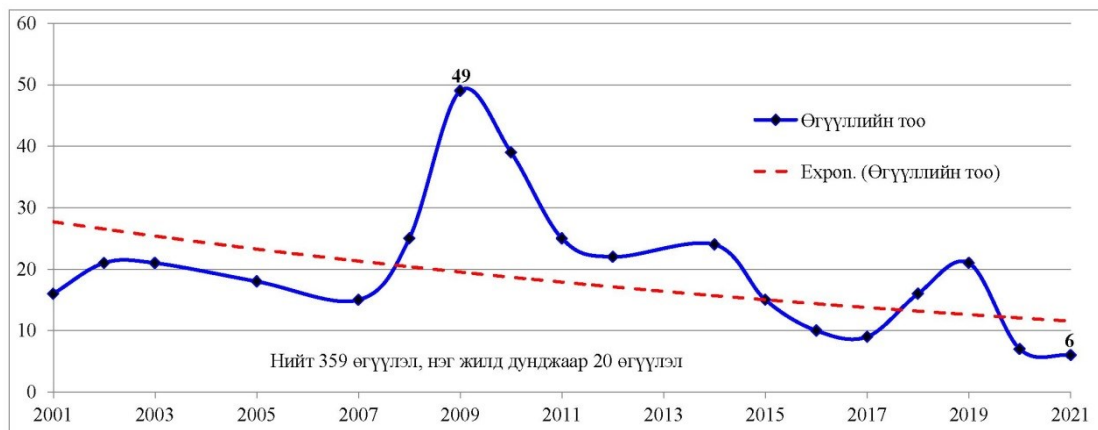
Энэ судалгаанд Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлийн сүүлийн 20 жилийн хугацаанд хэвлүүлж нийтлүүлсэн судалгаануудад цаг хугацааны дарааллын дагуу хооронд нь харьцуулж ижил төстэй болон ялгаатай байдал, хөгжлийн зүй тогтлыг нь тодруулсан. Түүнчлэн судлаачдын судалгааны баримталж ирсэн тулгуур зарчмуудыг ямар нэгэн байдлаар үгүйсгэх, өөрчлөхгүйгээр агуулгын хувьд судалгааны хамрах хүрээ, үндсэн чиглэлүүд, хөгжлийн чиг хандлагад нь шинжилгээ хийсэн.

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Өгүүллийн тойм: Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлд 2001 оноос хойш нийтдээ 359 өгүүлэл хэвлэгдэж нэг жилд дунджаар 20 өгүүлэл нийтлэгдэж салбарын судлаач, мэргэжилтэн, оюутнуудын хүртээл болж байжээ (Хүснэгт 1, Зураг 1). Уг сэтгүүлийн зарим дугаарууд нь тусгайлсан сэдвийн хүрээнд дугаарууд хэвлэгдэн гарч байжээ. Дурьдвал 2007 онд аялал жуулчлалын чиглэлээр, Цаг уур, ус судлал, хүрээлэн буй орчны чиглэлээр 2010, 2012 онуудад, Газрын харилцааны чиглэлээр 2019 онд тусгай дугаарууд нийтлэгдэж байв.

Хүснэгт 1. Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлд хэвлэгдсэн өгүүллийн тоо, жилээр

Он	2001	2002	2003	2005	2007	2008	2009	2010	2011
Өгүүллийн тоо	16	21	21	18	15	25	49	39	25
Он	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Өгүүллийн тоо	22	24	15	10	9	16	21	7	6



Зураг 1. Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлд хэвлэгдсэн өгүүллийн тоон хандлага (2001-2021)

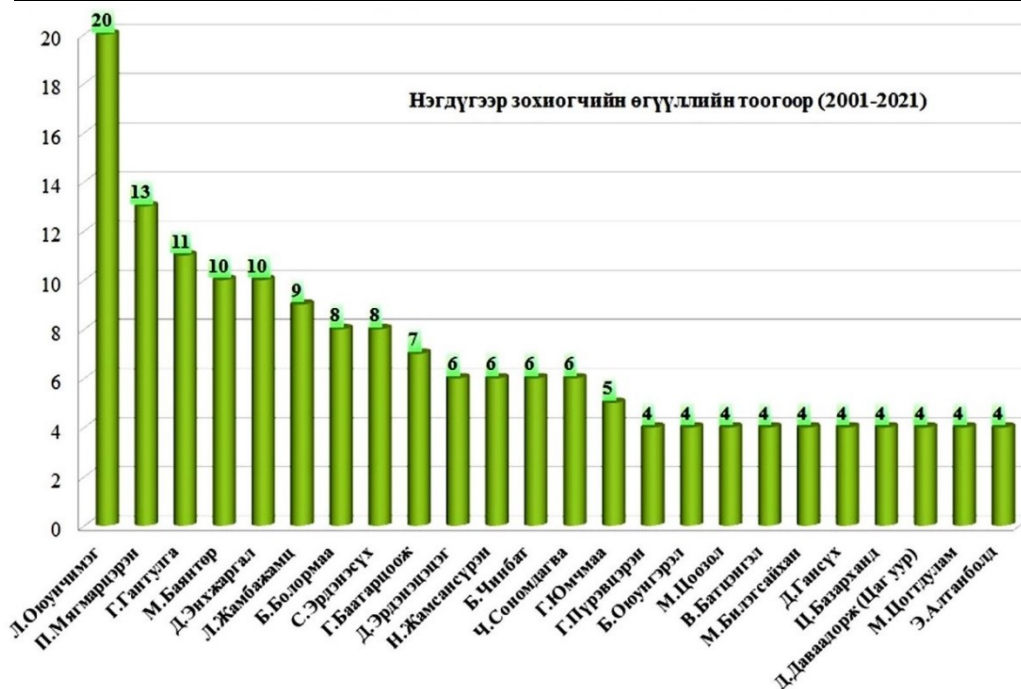
Тухайн сэтгүүлд хэвлэгдсэн өгүүллийн тоон хандлагаас үзвэл сүүлийн 20 жилийн хугацаанд буурах хандлагатай байна. Уг сэтгүүлд хамгийн олон судалгааг 2009 онд 49 өгүүлэл хэвлэгдэж байсан бол хамгийн цөөн судалгааг 2021 онд 6 өгүүлэл хэвлэгджээ. 2008-2014 онуудад 20 буюу түүнээс дээш тооны өгүүлэл хэвлэгдсэн байна. Энэ үед МУИС-ийн газарзүйн салбар нь Газарзүй-Геологийн факультет (сургууль) буюу салбар сургуулийн хэмжээнд үйл ажиллагаа явуулж байсан. Тухайн үед газарзүйн чиглэлд хамаарах дэд салбаруудын хоорондын уялдаат судалгаа, гадаад, дотоодын хамтын ажиллагаа, хээрийн судалгааны үйл явц нь хэвлэгдсэн өгүүллийн тоонд нөлөөлсөн байж болох юм. Өгүүллийн тоо буурах шалтгаан нь тухайн сэтгүүлд 2016 оноос судалгааны чанарыг сайжруулах зорилгоор давхар нууц хянан магадлагаа (Double blind peer review) хийгдэж эхэлсэнтэй холбоотой байж болох юм. Түүнчлэн 2020-2021 онуудад тус бүр 6-7 өгүүлэл хэвлэгдсэн нь тооны хувьд хамгийн бага үзүүлэлт бөгөөд сүүлийн хоёр жилийн хугацаанд дэлхийн нийтийг хамарсан ковид өвчний нөлөөгөөр хөл хорио тогтоосонтой холбоотой байх магадлалтай. Учир нь газарзүйн чиглэлд салбар хоорондын гадаад, дотоод хамтын ажиллагаа, хээрийн судалгаанд тулгуурласан үр дүнгүүдийг гаргах хандлага давамгайлдаг.

Судлаачдын оролцоо: Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлд 2001 оноос хойших хугацаанд Монголын судлаачдаас гадна Орос, Герман, Их Британи, АНУ, Японы эрдэмтэд судалгааны ажлаа хэвлүүлж байв. Судалгаанд хамрагдаж буй 20 жилийн хугацаанд нэгдүгээр зохиогчоор 168 судлаач (Хамтран зохиогчоор 400 гаруй судлаач) нийтдээ 359 өгүүлэл хэвлүүлсэн байна. Эдгээрээс 2 ба түүнээс дээш өгүүлэл хэвлүүлсэн 62 судлаачийг харуулав (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Нэгдүгээр зохиогчоор 2 ба түүнээс дээш өгүүлэл хэвүүлсэн судлаачид (2001-2021)

№	Нэгдүгээр зохиогч	Харьяалал (Сэтгүүлд хэвлэгдсэн тухайн үеийн байгууллагын нэрээр)	Өгүүллийн тоо
1	Л.Оюунчимэг	МУИС	20
2	П.Мягмарцэрэн	МУИС	13
3	Г.Гантулга	МУИС	11
4	М.Баянтөр	МУИС	10
5	Д.Энхжаргал	МУИС	10
6	Л.Жамбажамц	МУИС	9
7	Б.Болормаа	МУИС	8
8	С.Эрдэнэсүх	МУИС	8
9	Г.Баатарцоож	МУИС	7
10	Д.Эрдэнэцэцэг	МУИС	6
11	Н.Жамсансүрэн	МУИС	6
12	Б.Чинбат	МУИС	6
13	Ч.Сономдагва	МУИС	6
14	Г.Юмчмаа	МУИС	5
15	Г.Пүрэвцэрэн	МУИС	4
16	Б.Оюунгэрэл	Газарзүйн хүрээлэн	4
17	М.Цоозол	МУИС	4
18	В.Батцэнгэл	МУИС	4
19	М.Билэгсайхан	ХҮДС	4
20	Д.Гансүх	Аялал жуулчлалын менежментийн хүрээлэн	4
21	Ц.Базарханд	МУИС	4
22	Д.Даваадорж (Цаг уур)	МУИС	4
23	М.Цогтдулам	МУИС	4
24	Э.Алтанболд	МУИС	4
25	Ч.Лхагвасүрэн	Ховд ИС	3
26	Д.Энхтайван	Газарзүйн хүрээлэн	3
27	О.Батхишиг	Газарзүйн хүрээлэн	3
28	Д.Батсүрэн	МУИС	3
29	Б.Ариунсанаа	МУИС	3
30	Л.Баясгалан	ХААИС	3
31	Д.Батболд	ХААИС	3
32	Д.Сандэлгэр	МУИС	3
33	Г.Мэндсайхан	ХААИС	3
34	С.Мөнхнаран	МУИС	3
35	Г.Бямбахүү	МУИС	3
36	Ч.Заяа	МУИС	3
37	Ж.Цэрэнсодном	Газарзүйн хүрээлэн	2
38	З.Мөнхөө	МУИС	2
39	Ч.Гончигсумлаа	МУИС	2
40	Г.Сарантуяа	МУИС	2
41	Л.Уранбилэг	ХААИС	2
42	Е.Батчулуун	МУБИС	2
43	Б.Солонгоо	МУИС	2
44	С.Амаржаргал	ХҮДС	2
45	Д.Сайнбаяр	Газарзүйн хүрээлэн	2
46	Б.Мөнхтогтох	Хангай ДС	2
47	Т.Цэнгэл	МУИС	2
48	Г.Батжаргал	Ус цаг уур, орчны судалгааны хүрээлэн	2
49	Н.Хишигжаргал	Дорнод аймгийн Ус цаг уур, орчны судалгааны хүрээлэн	2
50	Б.Эрдэнэцэцэг	Ус цаг уур, орчны судалгааны хүрээлэн	2
51	З.Мөнхцэцэг	МУИС	2
52	И.Мягмаржав	ХААИС	2
53	Л.Оюунжаргал	Ус цаг уур, орчны судалгааны хүрээлэн	2
54	Б.Доржсүрэн	ШУТИС	2
55	П.Оюунбат	Газарзүйн хүрээлэн	2
56	Н.Гантуяа	МУИС	2

57	Ч.Болорчулуун	МУИС	2
58	М.Буяндэлгэр	Нийслэлийн газрын алба	2
59	П.Цэенханд	Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн	2
60	Д.Дорлигжав	МУИС	2
61	Б.Батзолбоо	ШУТИС	2
62	Н.Энхтуяа	МУИС	2



Зураг 2. Газарзүйн асуудлууд сэтгүүлд 4 ба түүнээс дээш өгүүлэл хэвлүүлсэн судлаачид

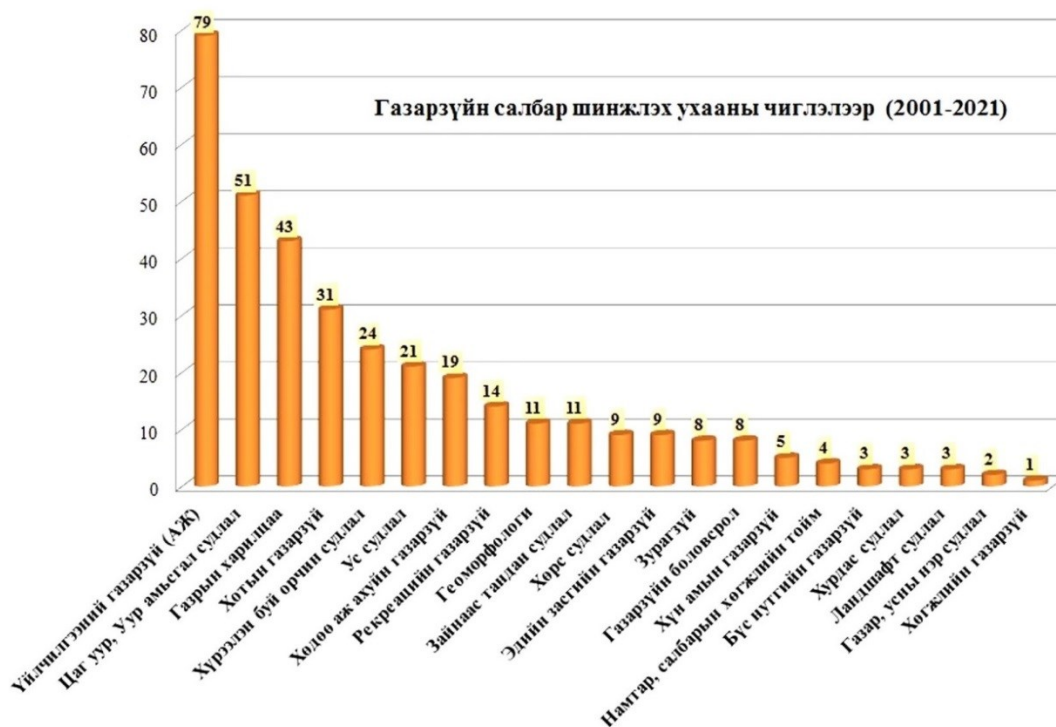
Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлд 4 буюу түүнээс дээш өгүүлэл хэвлүүлсэн нэгдүгээр зохиогч нарыг графикаар харуулж голлох судалгааны чиглэлээр нь багцалж тодорхойлов (Зураг 2). Судлаачдын оролцооны хувьд Л.Оюунчимэг, Д.Энхжаргал, Г.Баатарцоож, Д.Гансүх, Н.Жамсансүрэн нар үйлчилгээний газарзүй буюу аялал жуулчлал чиглэлээр, П.Мягмарцэрэн, Г.Гантулга, Б.Болормаа, Б.Чинбат, Ц.Базарханд, Г.Пүрэвцэрэн нарын судлаачид газрын харилцаа, ХАА-н газарзүй, хотын газарзүйн чиглэлээр, М.Баянтөр хотын газарзүй, нийгэм-эдийн засгийн газарзүй, хүн ам, бүс нутгийн газарзүйн чиглэлээр, В.Батцэнгэл, М.Цогтдулам нар бүс нутгийн газарзүй, зайнаас тандан судлалын чиглэлээр, Л.Жамбажамц, С.Эрдэнэсүх, М.Цоозол, Д.Даваадорж нарын судлаачид цаг уур, уур амьсгалын чиглэлээр уг сэтгүүлд өгүүлэл хэвлүүлж байжээ. Харин зурагзүйн чиглэлээр Д.Эрдэнэцэцэг, Хүрээлэн буй орчин судлалын чиглэлээр Ч.Сономдагва, Газарзүйн боловсролын чиглэлээр Г.Юмчмаа, Рекреацийн газарзүйн чиглэлээр М.Билэгсайхан, Ландшафтын чиглэлээр Б.Оюунгэрэл, геоморфологийн чиглэлээр Э.Алтанболд нар тус сэтгүүлд 4 буюу түүнээс дээш тооны өгүүлэл тус бүр хэвлүүлжээ. Уг сэтгүүлд өгүүлэл хэвлүүлсэн зохиогчдын бүрэлдэхүүнээс үзэхэд МУИС-ийн судлаачид давамгайлж байв. Цаашид бусад байгууллагын судлаачдын оролцоог нэмэгдүүлж солонгоруулах нь ашиг сонирхолын зөрчлөөс ангид, бие даасан хараат бус сэтгүүл болж төлөвшихөд чухал ач холбогдолтой юм.

Судалгааны хамрах хүрээ, хөгжлийн чиг хандлага: Газарзүйн асуудлууд сэтгүүлд сүүлийн 20 жилийн хугацаанд хэвлэгдсэн судалгаануудыг агуулгын хувьд чиглэлээр нь хувааж хөгжлийн чиг хандлагыг нь тодорхойлов (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Газарзүйн салбар шинжлэх ухааны судалгааны чиглэлээр (2001-2021)

№	Судалгааны чиглэл	Салбар шинжлэх ухааны чиглэлээр (2001-2021)
1	Үйлчилгээний газарзүй (Аялал жуулчлал)	79
2	Цаг уур, уур амьсгал судлал	51
3	Газрын харилцаа	43

4	Хотын газарзүй	31
5	Хүрээлэн буй орчин судлал	24
6	Ус судлал	21
7	Хөдөө аж ахуйн газарзүй	19
8	Рекреацийн газарзүй	14
9	Геоморфологи	11
10	Зайнаас тандан судлал	11
11	Хөрс судлал	9
12	Эдийн засгийн газарзүй	9
13	Зурагзүй	8
14	Газарзүйн боловсрол	8
15	Хүн амын газарзүй	5
16	Намтар, салбарын хөгжлийн тойм	4
17	Бүс нутгийн газарзүй	3
18	Хурдас судлал	3
19	Ландшафт судлал	3
20	Газар, усны нэр судлал	2
21	Хөгжлийн газарзүй	1
	Нийт	359



Зураг 3. Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлд хэвлэгдсэн судалгаануудын салбар шинжлэх ухааны чиглэл

Уг сэтгүүлд 2001 оноос хойш хэвлэгдсэн судалгаануудаас үзэхэд үйлчилгээний газарзүй буюу аялал жуулчлалын чиглэлээр 79 өгүүлэл хэвлэгдсэн бөгөөд нийт судалгааны 22% буюу 1/5-ийг эзэлж байв. Энэ нь 1990-ээд оны сүүл үеэс Монголд аялал жуулчлалын салбарыг эрчимтэй хөгжүүлэх бодлогыг төрөөс үе шаттайгаар явуулж эхэлсэн байдаг. Энэ бодлоготой уялдуулан газарзүйн салбарын судлаачид байгаль, түүх, соёлын нөөцөд тулгуурласан аялал жуулчлал, бүс нутгийн аялал жуулчлал хөгжүүлэх төлөвлөлтийн асуудлууд, жуулчлалын менежмент, олон улсын туршлага, эрхзүйн орчин, жуулчлалтай холбоотой байгаль орчны тулгамдсан асуудлууд, тусгай сонирхолын аялал жуулчлал, марктенгийн чиглэлээр судалгаануудыг эрчимтэй хэвлүүлжээ.

Цаг уур, Уур амьсгал судлалын чиглэлээр 51 өгүүлэл буюу нийт судалгааны 14%-ийг эзэлж байв. Энэ чиглэлд цаг уурын урьдчилан мэдээлэх аргазүй, инверсийн судалгаа, уур

амьсгалын горим, орчин үеийн өөрчлөлт, байгалийн гамшиг салхины нөлөө, хур тунадастай холбоотой ган, зудын тооцоо, хөдөө аж ахуйн цаг уурын чиглэлээрх судалгаанууд зонхилж байв.

Газрын харилцааны чиглэлээр нийт судалгааны 12% хамрагдаж байв. Энэ нь төрөөс газар ашиглахтай холбоотойгоор газрыг эзэмшүүлэх, өмчлөх, хот суурин газруудад төлөвлөлт хийх зэрэг бодлогын арга хэмжээтэй уялдан тухайн чиглэлд 43 өгүүлэл хэвлэгдсэн байна. Тодруулбал газрын эрхийг баталгаажуулж буй нөхцөл байдал боловсронгуй болгох чиглэл, газрын мониторинг судалгаа, газар ашиглалттай холбоотой судалгааны орчин үеийн аргазүйн асуудлууд, хот болон хөдөөгийн газар ашиглалттай холбоотой асуудлууд, газар зохион байгуулалт, кадастр, хот төлөвлөлт, геодезийн чиглэлээр ихэнх судалгааны ажлууд хэвлэгдсэн байна.

Хотын газарзүйн чиглэлд хамаарах судалгаа 31 өгүүлэл буюу нийт судалгааны 9%-ийг эзэлжээ. Энд хот суурин газрын орон зайн төлөвлөлт, хотын тэлэлтийн чиг хандлага, хотжилтын ангилал, чиг үүргийн бүсчлэл, бүс нутгуудын хотжилтын чиг хандлага руу чиглэсэн судалгааны ажлууд хэвлэгджээ.

Орчин үеийн газарзүйн хэрэглээний салбарт хамаарагдах хүрээлэн буй орчин судлалын чиглэлээр 24 өгүүлэл буюу нийт судалгааны 7%-ийг эзэлж байв. Энэ чиглэлд агаарын, хөрсний, усны бохирдол нь хүн амын эрүүл мэндэд хэрхэн нөлөөлөх чиглэлд ихэнх судалгаа нь чиглэгдсэн байв.

Ус судлалын чиглэлээр уг сэтгүүлд 21 өгүүлэл буюу нийт судалгааны 6%-ийг эзэлж байв. Энэ чиглэлд Монгол орны гадаргын устай холбоотойгоор голуудын урсцын горим, загварчлал, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлс, усан хангамж, нөөцийн асуудал, ус ашиглалттай холбоотой асуудлуудыг түлхүү судалж нийтлүүлсэн байв.

Хөдөө аж ахуйн газарзүйн чиглэлээр 19 өгүүлэл буюу нийт судалгааны 5% орчим хувийг эзэлжээ. Тодруулбал агуулгын хувьд бэлчээрийн мал аж ахуй, газар тариалангийн бүс нутгийн асуудлуудыг хөндсөн судалгаанууд хэвлэгджээ.

Рекреацийн газарзүйн чиглэлд нийт судалгааны 4% буюу 14 өгүүлэл хэвлэгдсэн байна. Агуулгын хувьд амралт, сувилалын газарзүйн системчилсэн судалгааны аргазүйн асуудал, байгалийн рекреацийн нөөц, орон зайн төлөвлөлтийн чиглэлд төвлөрсөн судалгаанууд нийтлэгджээ.

Физик газарзүйн үндсэн чиглэлд хамаарах геоморфологи, Хөрс, хурдас, ландшафт судлалын чиглээр харьцангуй цөөн буюу 3-11 хүртэл тооны өгүүлэл хэвлэгджээ. Газарзүйн үндсэн суурь чиглэлд хамаарах дээрх чиглэлүүдийн эзлэх хувь нийт судалгааны 1-3%-ийг тус бүр эзэлж байв. Тодруулбал геоморфологийн чиглэлээр нуурын хотгорын судалгаа, хөрс, хурдас, ландшафтын чиглэлээр хэв шинжийн судалгаанууд голлон хэвлэгдсэн байна.

Нийгмийн газарзүйн чиглэлд хамаарах эдийн засаг, хүн ам, бүс нутаг, газар, усны нэр судлал, хөгжлийн газарзүйн чиглэлээр нэлээд цөөн буюу 1-9 өгүүлэл, нийт судалгааны 1-2 орчим хувийг эзэлж байна. Агуулгын хувьд нийгэм эдийн засгийн орон зайн төлөвлөлт, хүн амын шилжилт хөдөлгөөний орон зайн асуудлуудыг голлон хөндөж судалжээ.

Эндээс Физик болон нийгмийн газарзүйн суурь судалгааны ажлууд харьцангуй цөөн хэвлэгдэж ирсэн нь харагдаж байв

Орчин үеийн газарзүйн салбарт түлхүү ашиглагдаж буй зайнаас тандан судлалын чиглэлээр 11 өгүүлэл буюу нийт судалгааны 3%-ийг эзэлж байв. Агуулгын хиймэл дагуулын тоон болон зурган мэдээг боловсруулах аргазүйн чиглэлийн судалгаанууд голлон хэвлэгдсэн байна.

Газарзүйн үндсэн салбарт хамаарах зурагзүй, газарзүйн боловсролын чиглэлээр тус бүр 8 өгүүлэл буюу нийт судалгаанд тус бүр 2%-ийг дээрх дэд салбарууд эзэлж байв. Зурагзүйн агуулгын хувьд газарзүйн төрөл бүрийн хэмжээтэй зураг зохиох ажлын аргазүйн судалгаа голлож байв. Газарзүйн боловсролын чиглэлийн судалгааны агуулгад их дээд болон ерөнхий боловсролын сургуулийн газарзүйн сургалтын аргазүйн чиглэлд голлон судалгаа хийгдсэн байв.

Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлд хэвлэгдсэн судалгааг газарзүйн үндсэн хоёр чиглэлээр нь ангилж үзвэл нийгэм-эдийн засгийн газарзүйд хамаарах судалгаа нийт судалгааны 72%, Физик газарзүйд хамаарах судалгаа 28%-ийг эзэлж байв.

Дүгнэлт

Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлд 2001 оноос хойш нийтдээ 359 өгүүлэл, нэг жилд дунджаар 20 орчим өгүүлэл хэвлэгдсэн байна. Тухайн сэтгүүлд хэвлэгдсэн өгүүллийн тоон хандлагаас үзвэл сүүлийн 20 жилийн хугацаанд буурах хандлагатай байв. Уг сэтгүүлд хамгийн олон судалгаа 2009 онд 49 өгүүлэл хэвлэгдэж байсан бол хамгийн цөөн судалгааг 2021 онд 6 өгүүлэл хэвлэгджээ. Судалгааны ажлын тоон өөрчлөлтөд судлаачдын гадаад, дотоодын хамтын ажиллагаа, хээрийн болон лабораторийн судалгаа, судлаачдын хамтарсан төсөл, хөтөлбөрүүдийн хэрэгжилт, сэтгүүлийн хянан магадлагааны үйл явц нөлөөлжээ. Түүнчлэн МУИС-ийн салбарын бүтэц, зохион байгуулалтын өөрчлөлт болон нийгэм, эдийн засаг, дэлхий нийтийг хамарсан цар тахлын нөлөөлөл судалгааны тоонд нөлөөлсөн байх магадлалтай байна.

Уг сэтгүүлд Монголын судлаачдаас гадна Орос, Герман, Их Британи, АНУ, Японы эрдэмтэд судалгааны ажлаа хэвлүүлсэн байв. Энэ нь цаашид гадаад хамтын ажиллагаагаа хөгжүүлж олон улсын хэмжээнд хүрэхүйц судалгааны ажлуудыг хэвлүүлэх боломжтой болохыг харуулж байна. Судалгаанд хамрагдаж буй хугацаанд нэгдүгээр зохиогчоор 168 судлаач, хамтран зохиогчоор 400 гаруй судлаач тухайн сэтгүүлийг хөгжүүлэхэд хувь нэмрээ оруулжээ.

Судалгааны хамрах хүрээг авч үзвэл үйлчилгээний газарзүй, Цаг уур, уур амьсгал, Газрын харилцаа, Хотын газарзүй, Хүрээлэн буй орчин судлал, Ус судлал, Хөдөө аж ахуйн газарзүй, Рекреацийн газарзүй, Зайнаас тандан судлал, геоморфологийн чиглэлийн судалгаа 10 буюу түүнээс дээш тооны өгүүлэл хэвлэгдсэн байв. Харин газарзүйн суурь судалгааны ажлууд харьцангуй цөөн хэвлэгджээ.

Газарзүйн үндсэн хоёр чиглэлээр нь ангилж үзэхэд нийгэм-эдийн засгийн газарзүйн судалгаа 72%, Физик газарзүйн судалгаа 28%-ийг эзэлж байв. Цаашид физик газарзүйд суурилсан судалгааг хөгжүүлэх шаардлага илүүтэй тулгарч байгааг харуулж байна.

Сэтгүүлийн үндсэн чиг хандлага нь физик газарзүй, нийгэм-эдийн засгийн газарзүйд суурилсан судалгааны бүтээлийг ёс зүйтэй, шударга шүүлтүүрээр шигшиж хэвлэхийг зарчим болгожээ.

Цаашид Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүлийн зохиогчдын байгууллага, салбарын оролцоог тэлэх, үйл ажиллагааг олон улсын хэмжээнд хүргэх, судлаачны чанарыг сайжруулах, агуулгын хувьд хамрах хүрээг тэлэх шаардлагатай юм.

Ном зүй

- Батдорж, Ч. (2019). Three Russian students who worked at the Mongolian Scientific Committee from 1923 to 1926. *Mongolica*, 22(2), 41-45.
- Баянтөр, М., Батцэнгэл, В (Ред). (2016). *Газарзүйн салбар 60 жилд*, Улаанбаатар хот, 4-5
- Даш, Д., Мандах, Н. (2011). *Газарзүйн шинжлэх ухааны хөгжлийн түүх*, Улаанбаатар хот, 370-400
- МУИС-ийн Эрдмийн зөвлөл. (2019). *Дотоодын эрдэм шинжилгээний сэтгүүлийн жагсаалт*, <https://www.num.edu.mn/home/content/3491>
- ШУА-ийн Философийн хүрээлэн. (2021). *Монгол улсад шинжлэх ухааны сэтгүүл үүсэж хөгжсөн нь, Эрдэм шинжилгээний цахим хурлын илтгэл*, https://cdn.gosmart.mn/ID3tvauNMUKnq5TqU275jQ/ipsadmin/news/intro_scientific%20journals.pdf
- Benny, R., Krishnan, L., & Nabi, M. A. (2015). International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. *International Journal*, 3(12).
- Collier, P., & Inkpen, R. (2003). The Royal Geographical Society and the development of surveying 1870–1914. *Journal of Historical Geography*, 29(1), 93-108.
- Dutta, M. (2019). Trends in the Journal of Geography and Geology: A Five-Year Bibliometrics Analysis. *International Journal of Humanities and Social Science Invention (IJHSSI)*, 8 (01), 9-17
- Esser, F., & Vliegthart, R. (2017). Comparative research methods. *The international encyclopedia of communication research methods*, 1-22.
- 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.

- Losos, J. B., & Glor, R. E. (2003). Phylogenetic comparative methods and the geography of speciation. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(5), 220-227.
- Meho, L. I., & Yang, K. (2007). Impact of data sources on citation counts and rankings of LIS faculty: Web of Science versus Scopus and Google Scholar. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(13), 2105-2125.
- Middleton, D. (1978). Guide to the Publications of the Royal Geographical Society 1830-1892. *Geographical Journal*, 99-116.
- Otgonchimeg, D., & Solongo, E. (2019). Development of education in Mongolia: State and prospects of development (based on Historical Sources). In *Формы и методы социальной работы в различных сферах жизнедеятельности* (pp. 182-186).
- Ragin, C. C. (2014). *The comparative method*. University of California Press.
- Ravetz, J. R. (1974). Nicolaus Copernicus (1473-1543). *Proceedings of the Royal Society of London. A. Mathematical and Physical Sciences*, 336(1604), 5-9.
- 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.
- Wang, X., Chang, Y., Xu, Z., Wang, Z., & Kadiramanathan, V. (2021). 50 Years of international journal of systems science: a review of the past and trends for the future. *International Journal of Systems Science*, 52(8), 1515-1538.
- Xu, M., Williams, P. J., Gu, J., & Zhang, H. (2020). Hotspots and trends of technology education in the International Journal of Technology and Design Education: 2000–2018. *International Journal of Technology and Design Education*, 30(2), 207-224.

Ковид-19 цар тахлын үеийн дотоодын аялагчдын зан төлөв – Аялал жуулчлалын бизнес эрхлэгчдээс авсан судалгаа

Understanding domestic tourism – An industry response and perception during COVID-19

©Л.Оюунчимэг^{1*}

Oyunchimeg Luvsandavaajav^{1*}

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

¹Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

*Faculty of Business & Economics, University of Pecs

*Харилцагч зохиогч: oyunchimeg_l@num.edu.mn

*Corresponding author: oyunchimeg_l@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2022.01.05

Засварласан: 2022.02.26

Зөвшөөрөгдсөн: 2022.03.02

Хураангуй

Дэлхий дахинд дэгдсэн Ковид-19 цар тахлын улмаас улс орнууд хөл хорио тогтоож хилээ хааснаар олон улсын аялал жуулчлал зогсож хямралд өртөөд байна. Аялал жуулчлалын салбараа сэргээх, ажиллагаадыг ажлын байраар ханган орлоготой байлгах богино хугацааны стратегийн нэг бол дотоодын аялал жуулчлал юм хэмээн олон улсын аялал жуулчлалын байгууллагууд, засгийн газрууд үзээд байна. Дотоодын аялал жуулчлалыг хөгжүүлэх, аялагчдын хэрэгцээ шаардлагад нийцсэн бүтээгдэхүүн үйлчилгээг санал болгохын тулд дотоодын аялагчдын мотиваци, зан төлөв, аяллын шийдвэр гаргалтад нөлөөлдөг хүчин зүйлс, аяллын хэв шинж, аяллын үеэрх үйл ажиллагаа, сэтгэл ханамжийг зайлшгүй шаардлагатай. Энэхүү судалгаа нь аялал жуулчлалын компаниар үйлчилүүлсэн дотоодын жуулчдын зан төлвийг бизнес эрхлэгчдийн байр сууринаас тодорхойлох зорилготой хийгдэв. Аялал жуулчлалын байгууллагын төлөөлөгчдөтэй нийт 12 нээлттэй ярилцагыг 34 асуултын дагуу 2021 оны 12 сард хийж дүн шинжилгээ хийв. Судалгааны дүгнэлтээр монголчууд дотооддоо аялах хүсэл эрмэлзэл ихтэй байдаг бөгөөд гол мөрөн, нуур, булаг шанд, ой мод зэрэг байгалийн үзэмж сайтай, уул устай газар гэр бүл найз нөхөдтэйгээ цар тахлын хөл хорио, хотын түгжрэл, агаарын бохирдол, дуу чимээнээс холдон шинэ газар орон үзэх, нэг хэвийн амьдралын хэв маягаа өөрчлөх, амралтаа зугаатай өнгөрүүлэх зэрэг шалтгааны улмаас аялдаг байна. Дотооддоо аялах эрэлт нэмэгдэхэд цар тахлын үеийн хорио цээр, хөдөлгөөний хомсдол, хүний бөөгнөрөлөөс холдох, зай барих, автомашин эзэмшилт, голлох зорих газрууд болох тусгай хамгаалалттай газруудруу засмал зам тавигдсан зэрэг хүчин зүйлүүд нөлөөлжээ. Аялал жуулчлалын салбарын төлөөлөгчдийн дийлэнх нь цар тахлаас өмнө дотоодын аяллыг зохион байгуулж байгаагүй бөгөөд цаашид гадаадын жуулчдад үйлчилэхийн зэрэгцээ дотоодын аяллаа зохион байгуулах хүсэлтэй байгаа нь харагдаж байна. Судалгааны үр дүнд түр оператор, жуулчны баазууд дотоодын жуулчдад үйлчлэхэд тулгардаг асуудлыг хэлэлцэн цаашид салбарын холбогдох байгууллагуудад шаардлагатай зөвлөмж, саналыг дэвшүүлэв.

Түлхүүр үгс: Дотоодын аялал жуулчлал; дотоодын жуулчдын төлөв, COVID-19 тахал; аялал жуулчлалын салбарыг сэргээнэ

Abstract

Tourism is one of the sectors most affected by the Covid-19 pandemic, impacting economies, livelihoods, public services and opportunities on all continents. International tourism has collapsed due to travel restrictions, closure of public places including major tourist attractions, and travel warnings of governments against travel and movement of people. Due to the impact of pandemic on travel freedom and tourists' confidence, many destinations and governments have paid more focuses on domestic tourism and short haul nearby markets to ensure a recovery of tourism. This research aims to explore the potential of domestic tourism as a means to revitalize the tourism industry from the perspectives of local tourism stakeholders. Interview data were collected and focused on domestic travel behavior, motivation, places of interest, travel preferences, and willingness to travel

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: Л.Оюунчимэг: Онолын үндэслэл, аргагүй боловсруулалт, өгөгдөл боловсруулалт, үндсэн бичвэр, бичвэрийн үндсэн засвар, үр дүнгийн хяналт.

within Mongolia. Data were collected using structured, open-ended interview questions through key-informant interviews to twelve respondents from tourism stakeholders, nine from the local tour operators, and two from the tourist ger camp operators, and one from online tour agency. Data collection was carried in December 2021. The findings reveal that domestic tourism has the potential to revive and stabilize the tourism industry. A high percentage of respondents indicated that Mongolians have desire to travel domestically and being motivated by attractive natural scenery and resources for example, river, lakes, springs, and forest, as well as tour packages at discounted prices. COVID-19 has impacted tourist behavior and attitudes towards travelling, and people prefer to travel domestically rather than overseas. Furthermore, tourism stakeholders acknowledged the potential to revive the tourism industry via domestic tourism. Despite this, declarations of health, safety issues, flight availability, marketing communication methods, variety of tour activities, travel planning, and decision-making behaviors of Mongolians are key barriers to conducting domestic tourism in Mongolia.

Keywords: Domestic tourism; domestic tourist behavior, COVID-19 pandemic; revitalize tourism industry

Оршил

Дотоодын аялал жуулчлал нь орон нутгийн эдийн засагт оруулах хувь нэмэр, ялангуяа аялал жуулчлалын үр өгөөжийг хотоос хөдөө орон нутагт дахин хуваарилах, аялал жуулчлалыг тогтвортой хөгжүүлэх, ядуурлыг бууруулахад олон улсын аялал жуулчлалаас илүү үүрэгтэй байдаг (Оюунчимэг, Гантуяа, 2021b).

Дэлхийн Аялал Жуулчлалын Байгууллагаас [ДАЖБ] гаргасан судалгаанд 2018 онд дэлхийн даяар 9 тэрбум дотоодын жуулчдын аялал хийгдсэн нь олон улсын хэмжээний жуулчдаас (1.6 тэрбум) даруй 6 дахин их байжээ (ДАЖБ, 2020a). Дотоодын аялагчдын тоон үзүүлэлт, эдийн засагт оруулж буй хувь нэмэр нь их байгаа ч зорих газрын аялал жуулчлалын байгууллагууд, засгийн газрууд дотоодын аяллыг үл ойшоосоор иржээ. Дотоодын аялал нь улс орнуудын хил хязгаар дамжин аяладаггүй, виз шаарддаггүй, гадаад валют сольдоггүй тул аялагчдын бодит тоог гаргахад хүндрэлтэй байдаг.

Аялал жуулчлал судлаачид олон улсын аялал жуулчлалын тоо хэмжээ, зардал, эдийн засагт үзүүлэх үр нөлөөлөлийн судалгааг голчлон анхаардаг нь дотоодын аялал жуулчлалын талаарх судалгаа хомс байхад хүргэсэн байна. Ялангуяа хөгжиж буй орнуудын дотоодын аялал жуулчлалын талаарх мэдээлэл, статистик тоо баримт, хэрэгжүүлж буй бодлого, зохицуулалт, маркетинг, хөгжлийн стратегийн талаарх судалгаа дутмаг байна (Оюунчимэг, Гантуяа, 2021a).

Сүүлийн 20 жилд мэдээлэл харилцаа холбоо, үйлдвэрлэлийн технологид гарч буй шинэ бүтээгдэхүүн, инновацийн дэвшил нь хүмүүсийн ажлын цаг, амрах хугацаа, аялал жуулчлал зарцуулагдах орлогын хэмжээнд ихээхэн өөрчлөлт авчирч дотоодын аялал жуулчлал дэлхийн улсуудад мэдэгдхүйц өсөн нэмэгдэж байна (Оюунчимэг, Гантуяа, 2021b). Амартүвшин (2009)-ийн судалгаанд дотоодын аялал жуулчлал нь орон нутагт ажлын байр бий болгож, дэд бүтэц хөгжүүлж, орон нутгийн эдийн засгийг дэмждэг тогтвортой зарчим баримталдаг гэжээ. Kwenye & Freymund (2016) нар дотоодын аялал жуулчлал хөгжснөөр өөрийн улс орон, үндэс угсаагаараа бахархах сэтгэлийг хүмүүст бий болгодог, аялал жуулчлалын шинэ бүтээгдэхүүн, үйлчилгээг гаргах, ажлын байр шинээр бий болгох чухал ач холбогдолтой гэжээ. Амартүвшин (2009)-гийн судалгаагаар хүмүүс эх орондоо аялахдаа өөрсдийн үндэс угсаа, байгаль орчин, түүх соёлын өвөөрөө бахархах, харьяалагдах мэдрэмжийг авдаг гэжээ. Kang (2014) нар дотоодын аялал жуулчлалын эерэг үр нөлөөлөл нь аялал жуулчлалын орлогыг газарзүйн бүс нутгаар тэнцвэртэйгээр хуваарилах, угсаа гарал нэгтэй хүмүүс харилцан бие биенээ ойлгох, үндэстэн бүрэлдэхэд чухал нөлөө үзүүлдэг болохыг тодорхойлсон. Дотоодын аялагчид гадаадын жуулчдаас илүүтэйгээр орон нутагт үйлдвэрлэсэн хүнсний бараа, гар урлалын бүтээгдэхүүн, үйлчилгээг худалдан авдаг нь орон нутгийн эдийн засгийн хөгжлийг дэмжих нэг хүчин зүйл юм (Scheuyvens, 2002). Аялал жуулчлал нь хөдөлмөр их шаарддаг, нэг үйлчилгээг хүргэхийн тулд олон тооны хүмүүсийг ажиллуулах шаардлагатай (Kwenye & Freymund, 2016). Цаашилбал, дотоодын аялал жуулчлал нь аялал жуулчлалын салбарын улирлын шинж чанарыг бууруулах ач холбогдолтой бөгөөд улирлын бус үеэр зочид буудал, жуулчны орон байрын хэрэгсэлүүд дотоодын зах зээлд боломжит үнээр үйлчилгээ үзүүлдэг.

Азийн улс орнуудад чинээлэг дундаж давхаргын нийгэмд эзлэх хэмжээ нэмэгдэж хүмүүсийн амралт чөлөө цагийн бүтээгдэхүүнд зарцуулах орлогын хэмжээ өссөн нь дотоодын болон бүс нутгийн аялал жуулчлалын эрэлтийг нэмэгдүүлж байна (Rindrasih et al., 2019). Тайланд, Энэтхэг, Индонези, Хятад зэрэг улсууд нь хүн ам ихтэй, хөгжиж буй эдийн засагтай бөгөөд эдгээр улсуудын засгийн газрууд мэдээлэл харилцаа холбооны төрөл бүрийн сувгийг ашиглан дотоодын аялал жуулчлалыг хөгжүүлэх маркетингийн кампанит ажил далайцтай явуулж байна.

Дотоодын аялал жуулчлал нь улс орны эдийн засгийн өсөлтөд их хувь нэмэр оруулж буй ч энэ зах зээлийн судалгаа тун бага, холбогдох төр засгийн, судалгааны байгууллагууд анхаарал бага хандуулдаг. Сэдвийн судлагдсан байдлаас үзэхэд дотоодын аялал жуулчлалын эрэлтэд хувь хүний орлого, хэрэглээ, зардал, зах зээлийн өрсөлдөөн, маркетинг сурталчилгаа, үнэ, төрийн зохицуулалт, татварын бодлого нөлөөлдөг. Дотоодын жуулчдын эрэлт хэрэгцээ, шаардлагад нийцсэн бүтээгдэхүүн үйлчилгээ, зорих газрын төлөвлөлт, хөгжлийн төлөвлөгөө боловсруулахад дотоодын аялагчдын мотиваци сэдэл, жуулчны зан төлөв, аяллын туршлага, сэтгэл ханамж, хүсэл эрмэлзэлийг судлах зайлшгүй шаардлага байна.

Дотоодын аялал жуулчлал ба Ковид-19 цар тахал

Ковид-19 нь 2019 оны 12 сард БНХАУ-ын Ухань хотод анх бүртгэгдэн дэлхий даяар тархан үргэлжилж буй цар тахал юм. Цар тахлын дэгдэлт нь дэлхийн нийгэм, эдийн засагт асар их хохирол авчирсан ба аялал жуулчлалын салбар хамгийн ихээр өртөөд байна. Олон улсын нислэгийн хязгаарлалт, хөл хорио, хүн хоорондын зай барих, амны хаалт зүүх, ПСР шинжилгээ өгөх, олон нийтийг хамарсан үйл ажиллагааг хориглох зэрэг нь аялал жуулчлалын салбарт хүнд цохилт болсон. 2020 онд дэлхийн дахинд аяласан жуулчны тоо 2019 онтой харьцуулахад 74%-иар буурч, 1.3 их наяд ам.долларын орлогын алдагдалд оржээ (ДАЖБ, 2020).

Цар тахлын эсрэг авч буй хариу арга хэмжээ нь хүмүүст айдас төрүүлж, олон орны хилийн горим, өвчний хяналтыг даван туулах аялахад түвэгтэй байдлыг үүсгэж хүмүүсийг аялах хүсэлгүй болгожээ. Дэлхийн бусад бүс нутагтай харьцуулахад Ази тив нь цар тахлын дэгдэлтэд хамгийн их нэрвэгдсэн бүс нутгийн нэг байсан бөгөөд тус тивийн аялал жуулчлал бүхэлдээ зогссон. ДАЖБ (2020) мэдээлснээр 2019 онд Ази, Номхон далайн бүс нутагт 360.1 сая олон улсын жуулчид ирсэн нь өмнөх оныхоос 3.6%-иар өсч 182.2 сая гаруй хүнийг ажлын байраар хангаж байжээ. Аялал жуулчлалын үйл ажиллагааг богино хугацаанд сэргээх явдал нь улс орнуудын зорилт болж аяллын зардлыг бууруулах, мэдээллийн дижитал технологийг үр дүнтэй өргөнөөр ашиглан хамгийн түрүүнд хил хязгаар дамжин аяладаггүй дотоодын аялал жуулчлалаа сэргээх, хөрш орнууд, бүс нутгийн зах зээлээ сэргээх арга хэмжээг авч эхлээд байна. Дэлхийн аялал жуулчлалын зөвлөл (ДАЖЗ, 2020) олон улсын аялал жуулчлалын салбар нь цар тахлын өмнөх түвшинд хүрэхийн тулд 36 сарын хугацаа шаардлагатай гэжээ. Иймд дотоодын аялал жуулчлал нь богино хугацаанд аялал жуулчлалын бизнесийг сэргээх илүү бодитой юм. Дотоодын жуулчдын зан төлөв нь олон улсын жуулчдынхаас ялгаатай тул сайтар судлах шаардлагатай. Цар тахлын улмаас жуулчдын төлөв байдал, хэрэглээ өөрчлөгдөж, зай барих, амны хаалт зүүх, эрүүл ахуй, аюулгүй байдалдаа илүү анхаарч байгааг аялал жуулчлалын бизнес эрхлэгчид анхааралдаа авах хэрэгтэй.

Аялал жуулчлалын салбараас хамааралтай, хүн ам ихтэй Энэтхэг, Хятад, АНУ, Бразил, Орос, Австрали, Индонез, Мексик улсууд салбараа сэргээхийн тулд дотоодын аялал жуулчлал хөгжүүлж байна (ДАЖБ, 2020). Дотоодын аялал жуулчлалаа сэргээхдээ маркетингийн олон суваг хэрэгсэл ашиглан сурталчилан таниулж хүмүүсийг эх орноороо урамшуулал хөнгөлөлттэй аялуулах, санхүүгийн урамшуулал үзүүлэх, мэдээлэлийг сайжруулах зэргээр хүмүүсийн аялах итгэлийг сэргээх ажлуудыг хийсэн. Дотоодын жуулчдын зан төлвийг судлах нь эрэлтийг нэмэгдүүлэх, шинэ бүтээгдэхүүн үйлчилгээ санал болгох, маркетингийн харилцаа холбоо үүсгэхэд чухал ач холбогдолтой. Системтэй, эрдэм шинжилгээний үндэслэлтэйгээр дотоодын жуулчдын аяллын зан төлөв, хэв маяг, туршлага, сэтгэл ханамжийг судлах шаардлага байна.

Монголын дотоодын аялал жуулчлал

Монголын дотоодын аялал жуулчлалын зах зээл нь төрийн ба олон нийтийн, сургалт судалгааны байгууллагуудын анхааралыг төдийлөн татдаггүй, зах зээлийн орхигдсон хэсэг байж өнөөг хүртэл олон улсын аялал жуулчлалын сүүдэрт дарагдсаар иржээ (Амартүвшин, 2009). Монголын аялал жуулчлалын оролцогч талууд сүүлийн 30 жилд гадаадаас ирэх жуулчдын тоо хэмжээ, орлогод илүү анхаарч иржээ. Өнөөдөр хүн амын орлого, амьжиргааны түвшин, айл өрхийн автомашины хэрэглээ нэмэгдэх болсонтой уялдан дотоодын аялал жуулчлалын эрэлт жил ирэх тусам өсөн нэмэгдэж эдийн засаг, байгаль орчин, нийгэмд өөрийн эерэг сөрөг үр нөлөөгөө үзүүлж эхлээд байна.

Монголчууд эх орондоо аялах дуртай бөгөөд шинэ газар орон үзэх нь төв Азийн өргөн уудам нутаг дэвсгэрт амьдардаг Монголчуудын амьдралын салшгүй нэг хэсэг байжээ.

Монголчууд гэр бүл, хамаатан садансаг ураг төрлийн дотно харилцаатай байдаг нь найз нөхөд, хамаатан садандаа зочлох аяллын сэдэл болдог байжээ. Бусад улс орны нэгэн адил Монголын дотоодын аялал жуулчлалын эрэлт нь хувь хүний орлого, ажил эрхлэлт, хөдөлмөрийн хуваарь, улирлын шинж чанар, баяр ёслол тэмдэглэх уламжлал, цалинтай амралтын тоо зэргээр тодорхойлогддог (Амартүвшин, 2009). Уул уурхайн салбарт гадаадын хөрөнгө оруулалт нэмэгдсэн, төрөөс баримталж буй эдийн засгаа хөгжүүлэх бодлогын ачаар иргэдийн амьжиргааны түвшин, өрхийн орлого нэмэгдэхийн хэрээр дундаж давхаргын өрх гэрүүд хувийн автомашинтай болж улс дотроо аялах боломжтой болж байна. Тусгай хамгаалалттай газрууд (ТХГ), аймгийн төвүүдрүү хатуу хучилттай засмал зам тавигдсан нь дотоодын жуулчдын тоог эрс нэмэгдүүлсэн. Амартүвшин (2009) дотоодын аялал жуулчлалын талаарх судалгаа, мэдээлэл маш хязгаарлагдмал бөгөөд мэдээлэл цуглуулах стандарт, систем нэвтрүүлээгүйтэй холбоотой гэжээ. Байгаль Орчин Аялал Жуулчлалын Яамны (БОАЖЯ)-наас жил бүр гаргадаг ТХГ-д зочилсон жуулчдын статистик мэдээ нь дотоодын жуулчдын тоог гаргадаг цорын ганц албан ёсны эх сурвалж юм.

Монголчууд эрт дээр үеэс эх орондоо аялж ирсэн уламжлалтай. Дотоодын аялал жуулчлалын тухай орчин үеийн ойлголт социалист тогтолцооны үеэс үүдэлтэй гэж үздэг. Социализмын үед хүмүүсийн аялал жуулчлалын зан төлөв, аяллын шийдвэр гаргалтанд төр засгийн оролцоо, эрүүл мэндийн тогтолцоо чухал үүрэгтэй байжээ (Амартүвшин 2009). Эх орноороо тойрон аялах, амрах, зугаалах нь социалист залуучуудын байгууллагын дунд түгээмэл үзэгдэл байсан бөгөөд амрах гэдгийг зуны улиралд амралтын газар чөлөөт цагаа өнгөрөөх гэж ойлгодог байв (Амартүвшин 2009). Мөн гэр бүл, найз нөхдийнхөө хамтаар байгалийн үзэсгэлэнт газруудаар тойрон аялж майханд хоноглох, төрөл бүрийн спорт тоглоом, даалуу, хөзөр тоглох, хорхог, боодог хийж дуулж хуурдан, архи ууж цэнгэхийг аялан жуулчлах гэж ойлгодог байв (Амартүвшин 2009). Тойрон аялал буюу экскурс хийх гэдэг нь газарзүй, геологи, ургамал, амьтны тухай мэдлэг олж авах, биеийн тамирын дасгал сургуулилт хийх зорилгоор залуучуудын байгууллагын гишүүд, оюутан сурагчдын хийдэг аяллыг хэлдэг байсан. Улмаар өсөн нэмэгдэж буй хотын хүн амыг амралт, зугаалгын эрэлт хэрэгцээг хангах зорилгоор амралтын газруудыг олноор байгуулжээ. Төрийн албан хаагчид, үйлдвэрийн ажилчид, нэгдлийн малчид хэсэг бүлгээрээ эдгээр амралтыг газруудад 10-14 хоног амардаг байжээ. Рашаан сувилал, орон нутгийн амралтын газрууд, хүүхдийн зуслан дотоодын аялагчдын хэрэгцээ шаардлагыг ханган ажиллаж байв. Үйлдвэрийн ажилчид, иргэдийн амралтыг зугаатай өнгөрүүлэх зорилгоор улсын хэмжээнд халуун, хүйтэн байгалийн рашаан, байгалийн үзэсгэлэнт газруудын дэргэд төрийн өмчит рашаан сувилал, сувиллын газруудыг байгуулжээ. 1990 оны байдлаар дотоодын 180 000 орчим жуулчин 119 рашаан сувилал, сувилал, амралт, зугаалгын баазуудаар үйлчлүүлсэн байна (Амартүвшин, 2009). Сурагчид 7-14 хоног пионерийн зусланд амарч соёл, боловсрол, спортоор хичээллэх нь социализмын үед түгээмэл байжээ. Газарзүйн байршлын хувьд хүүхдийн зуслан, амралтын газрууд томоохон хотуудын ойролцоо байрладаг бол рашаан сувилал нь хүн амын суурингаас алс хүйтэн, халуун рашаан эсвэл байгалийн үзэсгэлэнт газруудад байрлаж байв. Өвлийн улиралд Улаанбаатар, Дархан, Эрдэнэт хотын иргэд хотын ойролцоо цана, чаргаар гулгадаг баазуудад очдог байв. Жил бүрийн 7 сард улс даяар өргөн тэмдэглэдэг баяр наадам буюу бөх барилдах, морь уралдах, сур харваагаас бүрддэг эрийн гурван наадам монголчуудын амрах, аялах гол хэв шинжийг тодорхойлдог байжээ. Малчид морио уяж, наадамд оролцохын тулд холын зайд олон хоног аялдаг байсан. Сургуулиудын төгсөлтийн ойн уулзалт, ураг удмынханы баяр, эцэг эхийн төрсөн нутаг, өөрийн унасан газар угаасан усандаа очих гэдэг нь монголчуудын аялах гол шалтгаан мотивац болдог.

Монголын дотоодын аялал жуулчлал өнөөдөр

1990 оны ардчилсан хувьсгалын дараа Монгол улс төвлөрсөн төлөвлөгөөт эдийн засгаас зах зээлийн чөлөөт эдийн засагт шилжсэнээр улс төр, эдийн засгийн томоохон шинэчлэлийг хийв. Тухайн үед ЗХУ-аас шууд хамааралтай байсан социалист орнуудын нэгэн адил Монгол улс 1990-ээд оны эхээр улс төр, нийгэм эдийн засгийн гүнзгий хямрал, гипер инфляцид орж, ажилгүйдлийн түвшин нэмэгдэж, өргөн хэрэглээний барааны хомсдол нүүрлэж байв. Энэ хямралын үед дотоодын аялал жуулчлалын тухай ойлголт, аялах боломж бараг байхгүй байсан. Тухайн үед монголчууд улс төр, эдийн засгийн шинэ тогтолцоонд дасан зохицож амь зуух аргаа хайж байснаас биш аялах сонирхол, боломж бараг үгүй байлаа. Гэвч сүүлийн 20 жилд Монгол

улс 1995 онд 1460 ам.доллар байсан нэг хүнд ногдох ДНБ-ээ 2019 онд 4200 ам.доллар болгон гурав дахин өсгөж нийгэм, эдийн засаг, институцийн томоохон шинэчлэл хийжээ (Монголбанк, 2019). Уул уурхайн салбарт гадаадын хөрөнгө оруулалтыг татаж, төрөөс явуулж буй эдийн засаг, бүтцийн шинэчлэлийн бодлогын ачаар иргэдийн амьжиргааны түвшин дээшилж 1995 онд 39.4 хувьтай байсан ядуурлын түвшин 2018 онд хүн амын 24.8 хувь болж буурчээ (Дэлхийн Банк, 2021). 2019 оны 12 сарын байдлаар монголчуудын жилийн дундаж цалин 4750 ам.доллар байна (Дэлхийн Банк, 2021). Ардчилсан хувьсгал ялсан 1990 оноос хойш монголчууд гадаад паспорт эзэмшиж гадаадад ажиллах, амьдрах эрхтэй болж хүн амын шилжих хөдөлгөөн нэмэгджээ. 2018 онд 144,483 монгол иргэд гадаадад амьдарч байгаагийн 65 хувь нь эдийн засгийн шалтгаантай (Дэлхийн Банк, 2019). Эдгээр иргэдийн ихэнх нь эрчүүд бөгөөд Өмнөд Солонгос, Япон, АНУ, Швед, Чех улсад ажиллаж амьдарч байна (Монголбанк, 2019). 2018 оны байдлаар БНСУ-д 49 мянган монгол иргэд хүнд, хөнгөн үйлдвэрт ажиллаж байна. Гадаадад буй монголчуудын ар гэртээ илгээж буй мөнгөн гуйвуулга нь өрхийн орлогын өсөлтөд чухал нөлөө үзүүлж байх талтай. Өмнөд Солонгос улсад ажиллаж буй монголчуудын жилийн мөнгөн гуйвуулга ойролцоогоор 100 сая ам.доллар (Дэлхийн Банк, 2021) хүрчээ. Өрхийн орлого нэмэгдэхийн хэрээр айл өрхүүд хувийн автомашинтай болж эх орондоо аялах боломжтой болов. Аймгуудыг холбосон засмал замын сүлжээ сайжирч, алсад орших ТХГ-д хүрэхэд хялбар болсон нь дотоодын аялал нэмэгдэхэд түлхэц болжээ. Хотжилт, замын түгжрэл, эрс тэс уур амьсгал, агаарын бохирдол хүмүүсийг аялахад хүргэдэг бас нэг хүчин зүйл юм. Монгол улсын 3.2 сая хүн амын 1.4 сая нь нийслэл Улаанбаатар хотод оршин суудаг. Эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай учир монголчууд хатуу ширүүн, хүйтэн, урт өвлийг туулдаг. Хотын түгжрэл, бохирдлоос зугтаж, урин дулаан цаг ирснийг тэмдэглэж агаар салхинд гарах нь монголчуудын аялах нэг шалтгаан болдог. Жил бүрийн 7 сард тэмдэглэдэг үндэсний их баяр наадмын үеэр монголчууд урт амардаг бөгөөд найз нөхөд, хамаатан садандаа зочлох, сургуулийн төгсөлтийн ойн уулзалт, төрсөн нутгийн уул усандаа мөргөх, рашаанд орох зэрэг олон зорилгоор төрсөн нутаг, ТХГ, гол ус, нуур, цөөрөмтэй газруудруу ихээр аяладаг болжээ. Дотоодын аялал жуулчлалын хэмжих, тоолох нэгдсэн стандарт байхгүйгээс дотоодын жуулчдын тоо, эдийн засагт оруулах хувь нэмэр одоогоор тодорхойгүй байна. O'Gorman & Thomson (2007) монголчууд эх орондоо аялах хамгийн нийтлэг зорилго нь найз нөхөд, хамаатан садандаа зочлох (40.5%), чөлөөт цагаа өнгөрөөх (35.2%) гэжээ. Дотоодын аялал нэмэгдэж байгаа ч жуулчдын тоо, аяллын хэв маяг, зан төлөв тодорхойгүй байна. БОАЖЯ-ны тайланд 2017 онд 12 ТХГ-д 360 000 орчим дотоодын жуулчин нэвтрэх хураамж төлсөн гэж дурьджээ (БОАЖЯ, 2020). Дотоодын жуулчдын бодит тоо энэ тооноос их байх магадлалтай. Өсөн нэмэгдэж буй дотоодын жуулчдын аяллын сэдэл, шалтгаан, аяллын туршлага, сэтгэл ханамж, жуулчдын зан төлөвт нөлөөлж буй хүчин зүйлийг судлах нь маш чухал юм (Katsikari et al., 2020). Дотоод жуулчдын эрэлт хэрэгцээг ойлгох нь шинэ бүтээгдэхүүн, үйлчилгээг нэвтрүүлэх, маркетингийн стратеги боловсруулах, зорих газрын хөгжлийн бодлогыг тодорхойлоход чухал хувь нэмэртэй (Baloglu & Uysal 1996). Энэхүү судалгаа нь аялал жуулчлалын компаниар үйлчлүүлсэн дотоодын жуулчдын аяллын сэдэл, аяллын туршлага, сэтгэл ханамж, зан төлвийг тодорхойлоход хувь нэмэр оруулах зорилготой юм.

Судалгааны аргазүй

Судалгааны бүтэц, аргазүй, үр дүн

Судалгааны зорилго нь аялал жуулчлалын байгууллагаар үйлчлүүлсэн дотоодын жуулчдын аяллын хэв шинжийг судлах, аяллын зан төлөв, аялах байдал, сэтгэл ханамжийг тогтоох явдал юм. Дотоодын аялагчдын зан төлвийн судалгаа ховор хийгдсэн бөгөөд дотоодын аялал жуулчлалыг хөгжүүлэх, Монголын аялал жуулчлалын компани, тур операторууд дотоодын жуулчны хэрэгцээ шаардлагад нийцсэн аяллын бүтээгдэхүүн үйлчилгээг бий болгох, дотоодын жуулчдад үйлчилгээ үзүүлэхэд тулгамдаж буй асуудлыг тогтооход судалгааны ач холбогдол оршино. Судалгааны ажлын хүрээнд дараах зорилтуудыг дэвшүүллээ. Үүнд:

- Дотоодын жуулчдын аяллын чиг хандлага, зах зээлийн төлөв байдлыг эх зохиолууд, эх сурвалжийг судлан тогтоох, Ковид-19 цар тахлын үеийн зан төлвийг тогтоох
- Дотоодын жуулчдын өнөөгийн байдал, аяллын зан төлөв, аялах хандлага, сэтгэл ханамжийг анхдагч мэдээлэл цуглуулах чанарын судалгааны ярилцлагын аргаар судлах

- Судалгааны үр дүнд Монголд аялж буй дотоодын жуулчдын зан төлвийн талаарх аялал жуулчлалын үйлчилгээний салбарын төлөөлийн үзэл бодол, хандлагыг судлан дотоодын жуулчдад үйлчилэхэд тулгарч буй асуудлуудыг тогтоон цаашид хөгжүүлэх, боломж, бололцоог санал болгох зэрэг болно.

Судалгааны загвар

Энэ судалгааны ажил чанарын судалгааны аргын нэг болох хагас стандарчлагдсан, ганцаарчилсан ярилцлагын аргад үндэслэсэн. Хагас стандартчлагдсан, ганцаарчилсан ярилцлагын арга гэдэг нь ярилцагчын тухайн сэдвийн дагуух үзэл бодол, хандлага, зан төлөв, учир шалтгааныг илүү гүнзгийрүүлэн судалж ойлгохын тулд ашигладаг арга юм (Bryman, 2012). Судлагдаж буй зүйлийн талаар тоон үр дүнгээс илүү чанарын холбогдолтой асуудлыг олж тогтоох зорилгоор энэ аргыг нийгэм судлаачид өргөн ашигладаг. Ярилцлагад тухайн хэлэлцэж буй асуудлын талаар гүнзгий мэдлэгтэй, зорилтот бүлгийн туршлагатай хүмүүсийг оролцуулдаг. Тэдгээр хүмүүсийг судалгаанд оролцуулахаас өмнө нь урьдчилан боловсруулсан, шүүлтүүрт орсон асуултыг асууж зорилтот хүн мөн эсэхийг шалгадаг (Bryman, 2012). Ганцаарчилсан ярилцлагыг зориулалтын стандарт өрөө танхимд, мэргэжлийн зохицуулагчийн тусламжтай зохион байгуулж судалгаанд оролцогчдын үзэл бодлыг чөлөөтэй, ямар нэгэн нөлөөлөлгүйгээр илрүүлдэг.

Судалгааны хамрах хүрээ

Энэхүү чанарын судалгааны хамрах хүрээ үндсэн хоёр бүлэгт тулгуурлан хийгдэв. Үүнд:

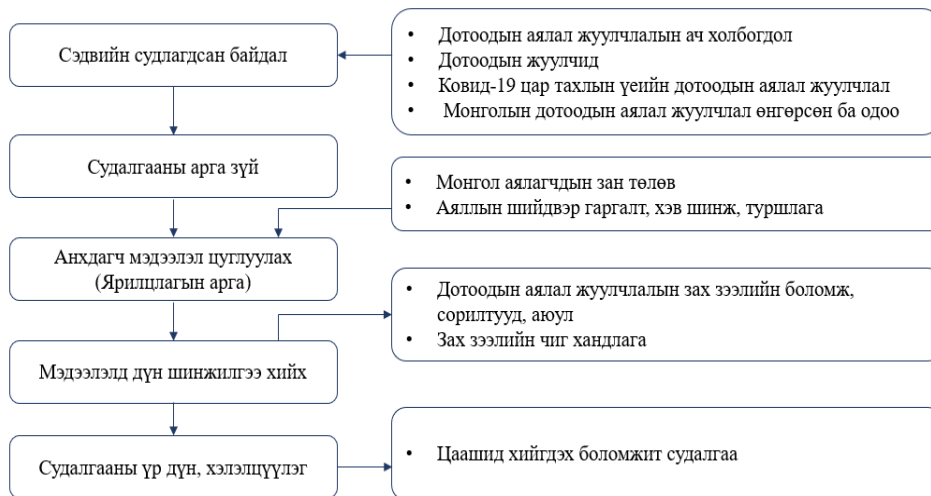
- Ковид-19 цар тахлын өмнө дотоодын аялал жуулчлал эрхэлж байсан туршлагатай тур оператор, аялал жуулчлалын үйл ажиллагаа эрхэлж буй компанийн дотоодын зах зээл хариуцсан менежер, удирдах ажилтнуудтай ярилцах
- Ковид-19 цар тахал эхэлсэнээс хойш дотоодын аялал жуулчлал эрхэлж буй компанийн дотоодын зах зээл хариуцсан менежер, удирдах ажилтнуудтай ярилцах

Ганцаарчилсан, хагас стандарчлагдсан ярилцлага авахдаа судлаачын зүгээс дараах зарчмыг баримтлан ажилласан. Үүнд: шинжлэх ухааны үндэслэлтэй, нийтэд ойлгомжтой, нэгдсэн арга зүйг ашиглах; судалгаанд оролцогчдын мэдээллийн нууцлалыг чандлан хамгаалах; судалгааны үндэслэл, зорилго, чиглэл нь оролцогч талуудад тухайлбал ярилцлага хийж буй судлаач, судалгаанд оролцогчид, мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийх судлаачдад ойлгомжтой байх; судалгааны мэдээлэл нь судалгааны зорилгод нийцсэн, үнэн бодитой байх; судалгааны үр дүн нь тодорхой, ойлгомжтой, ашиглагдахуйц хэрэгцээтэй байх зэрэг үндсэн шаардлагын хүрээнд асуултыг боловсруулан судалгааг авсан.

Судалгаа авагдсан байдал

Судалгааны зорилгын хүрээнд нийт 34 асуулттай нээлттэй /open-ended/ судалгааны асуултыг боловсруулан Монгол улсын аялал жуулчлалын салбарт тогтмол үйл ажиллагаа эрхэлж буй дотоодын аялал жуулчлал зохион байгуулдаг аялал жуулчлалын компани, тур оператор, жуулчны баазын төлөөлөлүүдээс 2021 оны 12 сард ярилцлага аргаар чанарын судалгааг хийв. Чанарын судалгааны үндсэн арга болох ярилцлагын судалгааны арга (Bryman, 2012) нь тоон судалгаатай харьцуулахад илүү нээлттэй, уян хатан байдгийг харгалзан шинжээчийн хувьд гүнзгийрүүлэн ярилцах, бататгах байдлаар асуултыг урьдчилан боловсруулсан. Судалгааны өгөгдлийн чанар нь гүнзгийрүүлсэн ярилцлагын асуулт боловсруулсан байдал, асууж буй хэлбэр, ярилцлага авч буй арга зэргээс хамаардаг. Нээлттэй ярилцлагын асуултууд нь дараах зургаан үндсэн бүлгүүдийн асуултыг багтаасан. Үүнд дотоодын аялал зохион байгуулсан туршлага, дотоодын зах зээлд санал болгодог аяллууд, дотоодын аялагчдын хүн ам зүйн онцлог (demographic question), аяллын мотиваци, аяллын зан төлвийн асуултууд (experience or behavior questions); дотоодын аялагчдын талаар үзэл бодлын талаарх асуултууд (opinion questions); дотоодын аялал жуулчлалын ирээдүйн боломж төлөв байдлын талаарх асуултууд (knowledge questions)-аар ярилцлагыг авлаа. Ярилцлагыг нь нийт 12 хүнээс авсан бөгөөд 4 ярилцлагыг цахимаар Zoom программ ашиглан 8 ярилцлагыг биечлэн цаг тохирон уулзаж Улаанбаатар хотод хийсэн бөгөөд нэг хүнтэй ярилцах хугацаа 30 минутаас 1 цаг 15 минутын хугацаатай үргэлжилсэн. Судалгаанд оролцсон 12 хүний 2 нь эмэгтэй 10 нь эрэгтэй, тал нь тухайн аялал жуулчлалын компанийг үүсгэн байгуулагч үүнээс 4 нь гүйцэтгэх захирал, 3 нь ерөнхий менежерээр ажилладаг. Ярилцлагад оролцогчдын 9 нь дотоодын аялал зохион байгуулдаг тур оператор, 2 нь дотоодын аялагчид хүлээн авдаг жуулчны бааз, 1 нь дотоодын аялагчдаас онлайн

захиалга авч аялал жуулчлалын компаниудад жуулчилдаг онлайн тур агент байв. Ярилцлагад оролцогчдын аялал жуулчлалын бизнес эрхэлсэн туршлага нь 2-23 хүртэл жил байсан. Ярилцлагад оролцогчдын 6 нь өмнө нь зөвхөн гадаадын жуулчдыг хүлээн авч Монголд аялуулдаг “inbound” тур оператор байсан бөгөөд Ковид-19 цар тахал эхэлснээс хойш үйл ажиллагаагаа зогсоохгүй, ажилчдын цалингаа тасалдуулахгүй байх үүднээс дотоодын аялал жуулчлалыг зохион байгуулжээ. Ярилцагчдаас 2 нь өмнө нь Монгол аялагчдыг гадаадын улс орнууд болон дотооддоо аялуулож байсан туршлагатай байсан. Жуулчны баазуудын төлөөлөл нь Ковид-19 цар тахлаас өмнө гадаадын жуулчдыг хүлээн авч үйлчилдэг байсан ч туршлага багатай.



Зураг 1. Судалгааны ажлын загвар.

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Чанарын судалгаа, ярилцлагыг нийт 34 нээлттэй асуултаар аван үр дүнг нэгтгэн гаргав. Судалгааны үр дүнгээс харахад ярилцлагад оролцсон аялал жуулчлалын компани, жуулчны баазуудын төлөөлөлийн 3-аас бусад нь өмнө нь дотоодын аялагчид хүлээн авч байсан туршлага багатай Монгол улсад аяладаг гадаадын жуулчдад үйлчилдэг компани, жуулчны баазууд байв. Цар тахалын улмаас хил хаагдаж 2 жилийн турш аялал жуулчлал явуулах боломжгүй болсон тул амь аргацаах зорилгоор дотоодын аялал жуулчлалын зах зээлруу орсон байна. Жишээ нь:

... Манай компани бол “inbound” буюу Монгол аялж буй гадаадын жуулчдыг хүлээн авч аялуулдаг байсан. Бид гадаадын жуулчин хүлээн аваад 10 жил болохдоо дотоодын аялагчдад нэг ч аялал зохион байгуулж үзээгүй. Цар тахал гараад 2 жил үйл ажиллагаагаа зогсоосон, мэргэжлийн ажилчид, боловсон хүчнээ авч үлдэхийн тулд 2021 оны намраас эхлээд дотоодын аялагчдын хүлээн авч эхлээд байна... (Ярилцагч 6, эрэгтэй)

Судалгаанд оролцсон 12 аялал жуулчлалын компаниас 8 байгууллага 2020 оны зунаас эхлэн дотоодын аялал жуулчлалын бүтээгдхүүн үйлчилгээг боловсруулан монгол аялагчдад сурталчилан таниулж борлуулж эхэлсэн байна.

Дотоодын аялагчдын хүн ам зүйн үзүүлэлт

Энэ судалгааны ажлын эхний зорилго нь Монгол оронд аялал жуулчлалын компани, тур оператороор үйлчлүүлэн аялж буй дотоодын аялагчдын хүн ам зүйн үзүүлэлт буюу хүйс, насны бүлэг, боловсрол, мэргэжил, орлого, аялагчдын бүрэлдхүүнийг тогтоох явдал юм. Ярилцагчдын өгсөн хариултын давтамжаас дараах үр дүн гарав. Аялал жуулчлалын компаниар үйлчлүүлдэг монгол аялагчдын 70 хувь нь эмэгтэй аялагчид байдаг бөгөөд насны хувьд 35-55 насны хүмүүс зонхилдог. Аялагчдын нас нь компаниудын санал болгож буй аяллын бүтээгдхүүнээс хамаардаг байна. Жишээлбэл 40-өөс дээш насны аялагчид шинжлэх ухаан, ботаник, археологийн аяллыг сонирхдог бол 25-35 насныхан энтертайнмент багц аялал болох олны танил нөлөөлөгчид, комеди клубын артистууд аяллыг авах сонирхолтой байдаг. Аяллын бүлгийн хувьд 35-с дээш насныхан гэр бүл найз нөхдөрөө бүлэг үүсгэн аялах сонирхолтой, 35 насаас доош насныхан аялал жуулчлалын компаниас зарласан аялалд бүртгүүлэн аяладаг. Жишээ нь:

...Аяллын хамтрагчийн хувьд гэр бүлээрээ, найз нөхдөөрөө, хосоороо аялалд бүртгүүлж аялах нь түгээмэл боловч ялангуяа залуучууд ганцаараа ч байсан хамаагүй зарласан аялалд бүртгүүлэн аялах нь сүүлийн үед түгээмэл болж байна. Ганцаараа аялна гэдэг бол асуудал биш болжээ... (Ярилцагч 4, эмэгтэй)

Улаанбаатар хотод ойр оршдог жуулчны баазууд нь сургуулийн хүүхдүүдэд амралтын өдрүүдээр нүүдэлчин ахуйтай танилцах, тахь үзүүлэх зэрэг танин мэдэхүйн аяллыг зохион байгуулдаг. Судалгаанд оролцогчдын дийлэнх нь монгол үйлчлүүлэгчдээ ажил мэргэжлийн хувьд байр сууриа олсон, тогтсон дундаас дээгүүр орлоготой, санхүүгийн боломжтой, амьдралын хэв маяг нь тогтвортой нийгмийн давхаргынхан байдаг гэжээ. Ихэнх нь дээд боловсролтой, эмч нар, менежерүүд, хувиараа бизнес эрхлэгчид зэрэг хүмүүс байна. Гэсэн хэдий ч аялал жуулчлалын компаниудын санал болгож буй багц аяллуудын үнэ нь монголчуудын дундаж цалинтай харьцуулаад үзэхэд өндөр байгаа нь ялангуяа Ковид-19 цар тахлын үеэр дотоодын аяллын зах зээлд дээр ажиллаж эхлэсэн компаниудад аяллаа зарж борлуулж ашиг олоход хүндрэл учруулдаг гэжээ. Жишээ нь:

...Манай аяллын багцад аяллын хөтөч, жолооч, тогооч, археологч эрдэмтэн бүгд багтсан байдаг. Бид гадны жуулчинд үзүүлдэг үйлчилгээгээ монгол аялагчиддаа үзүүлэхийг зорьдог. Гэтэл 4 өдрийн аялал нэг хүний 1 сая төгрөг гэхэд л үнэтэй байна гээд борлуулж чадахгүй байна. Зардал, үнээ бууруулах гэхээр бидний хийхийг зорьж буй аялал хийгдэх боломжгүй байдаг. Нэг мэргэжлийн археологчийн өдрийн хөлс доод тал нь 100,000 төгрөгөөс эхэлдэг... (Ярилцагч 7, эрэгтэй)

...Манай аяллын дундаж үнэ өдрийн 100,000 төгрөг байдаг гэхдээ аяллын төрлөөсөө болоод үнэ хэлбэлздэг. Хэрвээ Баян-Өлгийруу нисэх болбол үнэ нь мэдээж жипээр аялахаас үнэтэй. Тусгай сонирхолын аялал өдрийн үнэ дунджаар 200,000-300,000 төгрөг байдаг нь дотоодын аялагчдад үнэтэй байдаг. Миний бодлоор монгол аялагчдад таарсан боломжит аяллын үнэ бол өдрийн 100,000 төгрөг байна... (Ярилцагч 9, эрэгтэй)

Судалгаанд оролцогчид өөрсдийн аялалаа дотоодын зах зээлд сурталчлах, боломжит хэрэглэгчидтэйгээ харилцаа үүсгэх хамгийн зардал багатай, хурдан, тохиромжтой маркетингийн хэрэгсэл бол нийгмийн сүлжээ гэжээ. Хамгийн их хэрэглэдэг нийгмийн сүлжээний хуудасууд нь Facebook, Twitter, Instagram байна. Жишээ нь:

...Бид эхлээд аялалаа органик сурталчилаад дараа нь boost хийдэг. Миний бодлоор бараг бүх монголчууд Facebook хуудастай. Монголчуудад эмайлээр, утсаар сурталчилгаа хийгээд үр дүнгүй, тэд шууд уншилгүй устгадаг. Эхлээд Facebook дээр гарсан аяллын тухай зарыг гүйлгэж хараад үнэ, аяллын дэлгэрэнгүй хөтөлбөрийг утасдаж асуудаг. Миний бодлоор Twitter хэрэглэгчид аялал худалдан авах илүү чадвартай ... (Ярилцагч 10, эрэгтэй)

Монгол аялагчдын түгээмэл хэрэглэдэг өөр нэг маркетингийн хэрэгсэл бол аман сурталчилгаа байв. Сэтгэл ханамж өндөр байсан бол монгол аялагчид баяртайгаар, урамтайгаар найз нөхөд, хамаатан садандаа тухайн компаниар аялахыг ятгаж зөвлөдөг. Аялах шийдвэрээ гаргахдаа ч бусад хүмүүсийн ятгалт, санал бодолд үндэслэн сонголт хийх нь түгээмэл ажээ. Зарим нэг ярилцагч телевизийн зар сурталчилгаа явуулсан нь төдийлөн үр дүнтэй арга байгаагүй гэжээ.

Монгол аялагчдын мотивац, аяллын сэдэл

Судалгааны ажлын дараагийн зорилго нь дотоодын аялагчдын эх орноороо аялах болсон шалтгаан аяллын мотивацыг судлах байсан. “Та яагаад монголчууд эх орноороо аялдаг гэж бодож байна вэ?” “Монголчуудыг эх орноороо аялахад юу нөлөөлж байна вэ?” гэсэн асуултыг асууж хариултанд дүн шинжилгээ хийв. Хүснэгт 2-д судалгаанд оролцогчдын хариултыг багцлан үзүүлэв. Судалгаанд оролцогчид ихэнхдээ монголчуудын дотооддоо аялах болсон шалтгааныг зорих газрын байгалийн үзэмж, харагдах байдал, байгалийн нөөцтэй нь холбон тайлбарласан. Монголчууд ихэнхдээ байгалийн үзэсгэлэн бүрдсэн уул, ус, гол мөрөн, нууртай газруудаар буюу Хангай газраар аялах дуртай гэдэг хариулт дийлэнх хувийг эзэлж байв.

Хүснэгт 1. Дотоодод аялж буй Монгол жуулчдын аяллын сэдэл, мотиваци

Ярилц-лага	Түлхэгч хүчин зүйл (push motives)	Татагч хүчин зүйл (pull motives)
1	- Хотын түгжрэл, агаарын бохирдол, чимээ шуугианаас зугтах, зуны амралтаа өнгөрөөх	-гадаадад аялах санхүүгийн боломжгүй тул дотооддоо аяладаг -нийгмийн сүлжээн дэхь аяллын зураг, пост харж Монголдоо хаашаа аялах шийдвэрээ гаргадаг
2	-Хотын бохирдол, замын түгжрэл, стресснээс зугтах -цэвэр агаарт гарах	- тахь үзэх - амралтын өдрөө байгальд өнгөрөөх
3		-Засмал зам тавигдсан нь аялахад хялбар болсон, хугацаа богиноссон -Эх орноороо аялах, үзэсгэлэнт байгаль харах
4	-Эх орноороо бахархах	-байгальд гарах, уул, ус, нуур, ой модонд аялах
5	-Урьд нь очиж үзээгүй газраа аялах -Өөрсдийн ахуй соёлоо мэдэх, ойлгох	-хязгааргүй, уудам тал нутгаар аялах -Ковид-19 тахлаас болоод хил хаасан тул өөр аялах газаргүй
6	-Өргөн уудам газар дураараа зугаацан аялах -Найзуудтайгаа хөгжилдөн зугаатай байх	
7		- Ковид-19 хөл хорио, өөр аялах газар байхгүй - автомашинтай болсон, зам тавигдсан - аялах газрын талаарх мэдээлэл элбэг болсон - гол ус, нуурын орчим аялах
8	-Эргэн дурсахуй	- өөрийн болон эцэг эхийн нутагт очих, - төрсөн газраа хөрвөөх - эцэг өвгөдийн газар очих
9	-“FOMO” (fear of missing out) буюу нийтийн аялж буй хандлагаас хоцрох айдас аялах шийдвэрт нөлөөлдөг	-засмал зам тавигдсан, -нийгмийн сүлжээний нөлөө, трэнд болсон аялах газруудад очих - Ковид-19 хөл хорио
10	-Найз нөхөд, гэр бүлтэйгээ цагаа сайхан өнгөрөөх	- өргөн уудам газар нутгаараа аялах, үзэсгэлэнтэй сайхан газар харах,
11	-2 жил хөл хорионд байсан тул эзгүй хээр аялах	- байгалийн сайханыг харах - гадагшаа аялах мөнгө байхгүй
12	-Шинэ газар орон үзэх -Аяллын гол трэнд болсон газрыг үзээгүй үлдэн хоцрох айдас	- байгалийн үзэсгэлэнг үзэх, шинэ ан амьтан харах - ая тухтай үйлчилгээний газруудаар үйлчлүүлэх

Судалгаанд оролцогчдын хариултаас харахад жуулчны дэд бүтэц ялангуяа зам сайжирсан, автомашины эзэмшилт нэмэгдсэн нь дотоодын аялал нэмэгдэх хүчин зүйл болжээ. Цар тахлын үеийн хилийн хөл хорио, аяллын саад бэрхшээлүүд үүнд ПСР шинжилгээ өгөх, вакцин хийлгэх, нислэгийн тийзийн үнэ өндөр байх, халдвар авах эрсдэл, санхүүгийн боломжгүй байдал зэрэг нь монголчуудын гадагшаа чиглэсэн аяллын урсгалыг бууруулан дотоодын аяллын эрэлтийг нэмэгдүүлсэн нь судалгааны үр дүнгээс харагдаж байна. Жишээ нь:

...Цар тахлын хорио цээр, хилийн хорионоос болоод Монгол дотроо л аялах боломжтой байна. Ихэнх аймгууд засмал замаар холбогдсон нь Монгол орноор авто аялал хийхэд хялбар болгосон. Нийгмийн сүлжээнд тавигдаж буй аялалтай холбоотой зураг, мэдээлэлүүд нь монголчуудыг эх орноороо аялахад өдөөгч болж байна...(Ярилцагч 7, эрэгтэй)

Аялалд түлхэгч хүчин зүйлд хотын амьдрал, агаарын бохирдол, замын түгжрэлээс хэсэг ч болов хол хөдөө орон нутагт цэвэр агаарт чөлөөтэй аялах хүсэл эрмэлзэл, урьд өмнө очиж байгаагүй газар оронд очих, найз нөхөд гэр бүлийхэнтэйгээ цагаа сайхан өнгөрөөх зэргийг дурьджээ.

Дотоодын аялагчдын хэв шинж

Дотоодын аялагчдын аяллын хэв шинжийг тодорхойлохын тулд ярилцлагад оролцогчдоос дотоодын жуулчдын үйлчлүүлдэг тээвэр, орон байр, аяллын үргэлжлэх хугацаа, аяллын хоол унд, аяллын үеэрх үйл ажиллагаа, шоппинг хийх зан төлөв, аяллын шийдвэр гаргахад нөлөөлж буй хүчин зүйлсийн талаар асуусан. Судалгаанд оролцогчдын хариултаас харахад Монгол аялж буй дотоодын жуулчдын аяллын дундаж хугацаа 6-7 хоног байна. Аяллын хугацаа нь аялахыг хүсч буй газар нутгийн байршилаас хамаардаг. Сүүлийн хоёр жил монголчуудын хамгийн их зорьсон газар Алтай Таван Богдын байгалийн цогцолборт газар, казах үндэстэн амьдардаг баруун Монгол байсан бөгөөд тийш аялахад дунджаар 10 хоног зарцуулдаг. Аялал жуулчлалын компани, тур операторууд монголын замын нөхцөл болон зардлын хувьд хамгийн тохиромжтой тээврийн хэрэгсэл бол оросын “пургон” хэмээх автомашин гэжээ. Тусгай сонирхлын аялал, адал явдалт аялал, уулын аялал зэрэг төрлүүдээсээ шалтгаалаад жуулчны орон байр харилцан адилгүй байна. Орон нутгийн зочид буудал, гэр буудал, жуулчны баазыг хосолсон байдлаар аялагчдад санал болгодог. Тусгай сонирхолын болон уулын аяллын үед майханд буудалладаг. Аяллын үеэр монгол аялагчид уламжлалт хоол болох бууз, хуушуур, хорхог, боодог, будаатай хуурга, цуйван зэргийг хэрэглэх дуртай. Хоолны нэр төрөл, чанар нь аяллын зардлаас хамаарна. Ярилцлагад хамрагдсан хоёр оролцогч монгол аялагчдаа гадаадын жуулчдад үйлчилдэг Европ маягийн өглөөний цай, өдөр, оройн хоолыг санал болгодог гэсэн. Жуулчны хоол ундаар үйлчилэхэд монгол аялагчдын сэтгэл ханамж хүлээлтээс өндөр байсан (Ярилцлагч 10, эрэгтэй). Аяллын үеэр ойрын зайд явган аялах, морь унах, завиар зугаалах явдал элбэг байдаг.

Монгол жуулчид орон нутгийн бүтээгдэхүүнийг худалдан авах нь түгээмэл тухайлбал, Баян-Өлгий аймгаас гар урлалын бүтээгдхүүн, казах малгай, цүнх, ханы аравч зэргийг харин Хангайн аймгуудаас цагаан идээ, ааруул, өрөм, бяслаг, талх, нэрс чанамал, нөөшилсөн загас, борц, нутгийн архи зэрэг голчлон хүнсний бүтээгдэхүүн худалдан авдаг. Баян-Өлгий аймгаас бусад газраас аялагчид бэлэг дурсгалын зүйл худалдаж авдаггүй гэж судалгаанд оролцогчдын ихэнх нь хариулжээ. Казахын гар урлал, хатгамал нь өнгөлөг хээ угалзаараа алдартай. Бусад газрын бэлэг дурсгалын зүйлс чанар, хийц ур муутай тул аялагчдын анхаарлыг татаж чаддаггүй (Ярилцлагч 11, эрэгтэй). Ярилцлагад оролцогчдын үзэж буйгаар монголчуудын аялах шийдвэр гаргахад нөлөөлж буй гол хүчин зүйл нь нийгмийн сүлжээ ялангуяа Facebook, Instagram зэрэгт олон лайк, хандалт авсан аяллын нийтлэл, гэрэл зургууд байдаг. Жишээ нь:

...Монголчуудын аялал жуулчлалын шийдвэр гаргахад “social trend” буюу нийтээрээ аялж буй газар орон чухал үүрэгтэй. Сүүлийн хоёр жилд дотоодын аялал жуулчлалын гурван давалгаа гарсан. Эхнийх нь Цагаан суваргын Говийн Караван бааз бөгөөд сошиал одууд, нөлөөлөгчдийн постуудыг хараад хүмүүс тийшээ аялсан. Дараагийнх нь Завхан аймгийн Улаагчийн хар нуурт зочлох байсан бол хамгийн сүүлд дуучин Д.Болд Булган аймгийн “Ил таргаватай” гэх газраас лайв дамжуулалт хийсэнээс болж залуучууд олноор аялж зургаа авахуулж постолсон. Үүнээс өмнө хүмүүс ийм сайхан газар байдгийг мэддэггүй байсан. Монголчуудын аяллын шийдвэрт олон нийтийн сүлжээ асар их нөлөө үзүүлдэг... (Ярилцлагч 11, эрэгтэй)

Аяллын талаарх сэтгэгдэл, үнэлгээ

Ярилцлагад оролцогчдоос аялал жуулчлалын чиглэлээр мэргэшсэн хоёр тур оператороос бусад нь дотоодын жуулчдаас аяллын талаарх үнэлгээ авдаггүй байна. Дөрвөн тур операторын төлөөлөл аяллын төгсгөлд монгол үйлчлүүлэгчдийнхээ аяллын талаар сэтгэгдэл, санал хүсэлтийг амаар авдаг гэв. Дотоодын жуулчдын зан төлвийн талаарх зах зээлийн судалгааг хийсэн нэг ч ярилцагч байгаагүй хэдий ч тэдний хэрэгцээ шаардлага, Ковид-19 цар тахлын нөхцлөөс үүдсэн бизнесийн шинэ орчинд нийцсэн бүтээгдэхүүн, үйлчилгээний хөгжүүлэлт хийх, маркетинг сурталчилгаагаар боловсронгуй болгоход дотоодын аяллын зах зээлийн судалгаа чухал болохыг бүгд хүлээн зөвшөөрч онцолж байв. Ярилцлагад оролцогчдын үзэж буйгаар дотоодын аялагчид тэдний үзүүлсэн үйлчилгээнд сэтгэл хангалуун, өндөр байдаг гэсэн бөгөөд найз нөхөд, хамаатан садан, гэр бүлдээ тэднийг санал болгодог мөн дахин аяладаг гэжээ. Зарим нэг сөрөг

сэтгэгдлүүдийг дурьдсан бөгөөд аяллын туршлага багатай байдаг тул хэт холын урт аялал хийхэд бэлэн биш байдаг. Судалгаанд оролцогчдын дийлэнх нь дотоодын аялал жуулчлал хөгжих ирээдүй бий боловч аялал жуулчлалын салбарын яам, төр засгийн байгууллагуудаас сайн төлөвлөлт, стратеги, хог хаягдлын менежмент, зохицуулалт, ТХГ-н нэвтрэх хураамжийг нэмэгдүүлэх, хоггүй аялах зэргээр аялал жуулчлалын нийтийн боловсролыг олгох шаардлагатай байна гэжээ. Жишээ нь:

...Дотоодын аяллын зах зээл нь гадаадын жуулчны зах зээлээс харьцангуй бага ашиг орлоготой. Аялал жуулчлалын салбарын нийт орлогын 15 хувийг дотоодын аяллын зах зээл бүрдүүлдэг. Хөгжиж болно гол нь бодлого, зохицуулалт, хяналт дүрэм журмаа сайжруулах хэрэгтэй байна. Одоо “Баяраагийн аялал”, “Оюунаагийн аялал” гэх мэтээр дотоодын аяллыг хэн дуртай нь явуулж байна. Үүний цаана үйлчилгээний чанар, хариуцлага, хүний амь нас, аяллын аюулгүй байдал гээд харгалзан үзэх олон зүйл бий. Дотоодын аяллыг зохион байгуулах нь маш их цаг хугацаа, хүчин чармайлт шаарддаг ч бага хэмжээний ашиг авчирдаг. Гэсэн ч манаай компани цаашидаа гадаадын жуулчдын аялал сэргэсэн ч “Б” төлөвлөгөөтэй байх үүднээс дотоодын аялаа хийсээр байх болно... (Ярилцагч 11, эрэгтэй).

Дотоодын жуулчдын зан төлвийг гадаадын жуулчидтай харьцуулсан асуултад оролцогчид дараах байдлаар хариулсан. Монголын жуулчид Азийн бусад орны жуулчидтай төстэй бөгөөд тэд богино хугацаанд хамгийн хямд зардлаар олон газар үзэх дуртай, аяллын туршлага багатай байдаг. Монголчууд түүх, соёлын талаар урт удаан тайлбар сонсох сонирхолгүй байдаг.

...Монголчууд түүхийн сэдвийг сонирхдоггүй. Миний бодлоор тэд түүхээ сайн мэддэг дүр эсгэдэг. Тэд түүхээ сайн мэддэггүй гэдгээ бусдад мэдүүлэхийг хүсдэггүй. Тийм учраас энэ сэдвийг бага сонирхож байж магадгүй юм. Би түүхэн баримт, үйл явдлын тухай ярихад тэд намайг зүгээр л сонсдог. Ямар ч харилцан яриа, асуулт байдаггүй. Гадаадын жуулчид манай соёл уламжлал, түүх бүхий л зүйлийн талаар гүнзгий сонирхож асуудаг. Монгол аялагчдын хувьд хоол хүнс маш чухал бөгөөд сэтгэл санаа ямар байх нь аяллын хоолны чанраас шууд хамаарна. Сайхан хоол идвэл инээгээл шууд аз жаргалтай болдог. Монголчууд цаг барьдаггүй, аялал эхлэх цагаас дандаа 10-30 минут хоцордог... (Ярилцлага 9, эрэгтэй)

Чанарын судалгаанаас гарсан үр дүнг дүгнэж үзвэл монгол аялагчид аяллын туршлага багатай, идэвхи сул, аяллын тогтсон маршрутыг чанд баримтлах хүсэлгүй, аяллын хөтөчийн зааварыг дагадаг, амар хялбар удирддаг, өөрийгөө илэн далангүй шууд илэрхийлдэг, аяллын маршрутаа урьдчилан төлөвлөдөггүй аялах шийдвэрээ огцом, түргэн шуурхай гаргадаг, товлосон цагаас хожимддог бөгөөд найз нөхөдтэйгээ цагийг зугаатай өнгөрүүлэх, үдэшлэг хийх, ялангуяа майхнаар аялж байх үедээ согтууруулах төрлийн ундаа хэрэглэн хоорондоо ярьж хөгжилдөх дуртай. Тэд зорих газраа хурдан газар очиж зураг авахуулах гэж яарахаас биш тухайн газрын түүх, соёлын мэдээллийг төдийлөн сонирхдоггүй. Жишээ нь:

...Монгол жуулчдын хамгийн хэцүү зан нь аялаа төлөвлөхдөө хариуцлагагүй ханддаг. Жишээлбэл, хамт аялахаар төлөвлөж, урьдчилгаа төлбөр хийсэн атлаа аялал эхлэхээс нэг хоногийн өмнө утасдаж, "Надад яаралтай асуудал гарлаа, эсвэл би ханиалгаад байна, COVID-19 туссан байж магадгүй" гэх мэт шалтаг хэлж цуцалдаг. Энэ аяллыг төлөвлөх, явуулахад хүндрэлтэй болгодог. 3 хүн аялах ёстой байтал нэг хүн цуцлахад түүний зардлыг нөгөө 2 аялагч хувааж төлөх боломжгүй. Энэ монголчуудын дунд их тохиолддог. Ер нь монгол аялагчдыг маш хариуцлагагүй гэж хэлмээр байна. Тэд гадаадад аялахдаа явахаасаа нэг өдрийн өмнө аялаа цуцалдаггүй шүү дээ... (Ярилцагч 5, эрэгтэй)

Дотоодын аялал зохион байгуулдаг компаниудад тулгардаг бэрхшээл

Монголын дотоодын аялал жуулчлалын зах зээлийн талаар хийгдсэн судалгаа ховор бөгөөд жилд хэдэн дотоодын аялагчид Монгол орноор ямар зорилгоор аялдаг талаарх бодит статистик тоо баримт байдаггүй, салбарын яам, олон нийтийн байгууллага холбоод нь дотоодын аялал жуулчлалыг олон жилийн турш үл ойшоож ирсэн нь энэ чиглэлийн судалгаа, бодлого, төлөвлөлт

дутмаг байх гол үндэс нь болжээ. Статистик тоо баримтаас гадна дотоодын аялагчдын зан төлөв, аяллын мотиваци, хэв шинж, сэтгэл ханамжийн судалгаа хийгдэж байгаагүй нь цар тахлын улмаас энэ зах зээлд орж ажиллаж байгаа аялал жуулчлалын компаниудын хувьд зах зээлийн эрэлт, хэрэгцээг тодорхойлох, ойлгох, шаардлагад нь нийцсэн бүтээгдэхүүн үйлчилгээг санал болгоход бэрхшээл учруулж байгааг ярилцлагад оролцогчид онцлож байв. Зах зээлийн судалгаа байхгүйн улмаас аялал жуулчлалын компаниудын дотоодын зах зээлд гаргаж буй багц аялал, бүтээгдэхүүний үнэ нь өндөр борлуулалт багатай байгаа тал ажиглагдаж байна. Мөн сүүлийн хоёр жил аялал жуулчлалын мэргэжлийн бус хувь хүмүүс дотоодын аяллыг олноор зохион байгуулах болсон нь аяллын чанар, сэтгэл ханамж, хариуцлага, хүний амь нас, аяллын аюулгүй байдал зэрэг асуудлуудыг бий болгож байгаа энэ зах зээлийн хөгжүүлэхэд бодлого төлөвлөлт, дүрэм журам зайлшгүй шаардлагатай байна. Мөн ТХГ-д аялах дотоодын аялагчдын тоо сүүлийн жилүүдэд ихээр нэмэгдсэн нь ТХГ-н хүрээлэн буй орчны менежментэд хүндрэл учруулж аялал жуулчлалын улирлын үед даацаас хэтэрсэн аялагчид ирж байгаа нь хатуу шингэн хог хаягдал, хөрсний элэгдэл тоосжилт үүсгэж, ус гол мөрөн, нуурыг бохирдуулах аюулд хүргэж улмаар гадаадын жуулчдад үзүүлдэг байгалийн гол үзмэрүүд устаж үгүй болох аюулд хүрч байна.

Дүгнэлт

Сүүлийн хоёр жилийн хугацаанд дэгдээд буй Ковид-19 цар тахал дэлхий дахинд нийгэм эдийн засгийн хямралыг авчирч улмаар цар тахлын хөл хорио, цээрийн улмаас олон улсын аялал жуулчлал бүрэн зогсолт хийгээд эргэн сэргэхээр хичээж буй үед улс орнууд аялал жуулчлалын салбараа богино хугацаанд сэргээх тактик нь дотоодын аялал жуулчлал, бүс нутгийн аялал жуулчлал гэж үзэж байна. Цар тахал нь хэдийгээр олон улсын аялал жуулчлалыг тэг зогсолт хийлгэсэн сул талтай ч өмнө нь анхааралд сайн өртөөгүй, бага судлагдсан дотоодын аялал жуулчлалын ач холбогдолыг оролцогч талуудад таниулан улс орнуудын засгийн газар, аялал жуулчлалын байгууллагууд, бизнес эрхлэгчид, судлаачдийн анхааралын төвд авчирсан нь давуу талтай болжээ. Монголын аялал жуулчлалын салбарыг цар тахлын дараа сэргээх нэг тактик нь мөн дотоодын аялал жуулчлал болоод байна. Жуулчны үйлчилгээний байгууллагууд, жуулчны баазууд монгол аялагчдыг хүлээн авч үйлчлэх хандлагатай байгаа нь судалгааны үр дүн, нийгмийн сүлжээн дэхь аяллын зар сурталчилгаанаас харагдаж байна. Энэхүү судалгаа нь Ковид-19 цар тахлын үеэр Монголд аялал жуулчлалын компаниар үйлчлүүлэн аялж буй дотоодын жуулчдын зан төлөв, аялах хандлага, хэв шинж, сэтгэл ханамжийг аялал жуулчлалын үйлчилгээний байгууллагуудын төлөөлөлүүдтэй чанарын судалгаа, ярилцлагын аргаар анхдагч мэдээлэл цуглуулан хийж дараах үр дүнд хүрэв. Судалгааны үр дүнгээс харахад аялал жуулчлалын компаниар үйлчлүүлж буй дотоодын аялагчдын 70 хувь нь эмэгтэйчүүд байдаг бөгөөд насны хувьд 35-55 насны хүмүүс зонхилдог ажээ. Аяллын бүлгийн хувьд 35-с дээш насныхан гэр бүл найз нөхдөөрөө бүлэг үүсгэн аялах сонирхолтой, 35 насаас доош насныхан аялал жуулчлалын компаниас зарласан аялалд бүртгүүлэн аяладаг. Ажил мэргэжлийн хувьд байр сууриа олсон, тогтсон дундаас дээгүүр орлоготой, санхүүгийн боломжтой, амьдралын хэв маяг нь тогтсон нийгмийн давхаргынхан байдаг гэж хариулав. Гэсэн хэдий ч аялал жуулчлалын компаниудын санал болгож буй багц аяллуудын үнэ нь монголчуудын дундаж цалинтай харьцуулаад үзэхэд өндөр байгаа нь ялангуяа Ковид-19 цар тахлын үеэр дотоодын аяллын зах зээлд орж ажиллаж эхлээд байгаа компаниудад аяллаа зарж борлуулж ашиг олоход хүндрэлтэй байна. Монголчуудын дотооддоо аялах болсон гол шалтгааныг зорих газрын харагдах байдал, байгалийн гоо үзэмж, нөөцтэй нь холбоотой байдаг ба монголчууд ихэнхдээ байгалийн үзэсгэлэн бүрдсэн уул, ус, гол мөрөн, нуур цөөрөмтэй газруудаар аялах дуртай ажээ. Жуулчны дэд бүтэц ялангуяа зам сайжирсан, автомашин эзэмшилт нэмэгдсэн, цар тахлын үеийн хилийн хөл хорио, аялахад учрах саад бэрхшээлүүд үүнд ПСР шинжилгээ өгөх, вакцин хийлгэх, нислэгийн тийзийн үнэ өндөр байх, халдвар авах эрсдэл зэрэг нь монголчуудын гадагшаа чиглэсэн аяллын урсгалыг бууруулан дотоодын аяллын эрэлтийг нэмэгдүүлжээ. Монголчуудыг аялалд түлхэгч хүчин зүйлд хотын амьдрал, агаарын бохирдол, замын түгжрэлээс хэсэг ч болов хол хөдөө орон нутагт цэвэр агаарт чөлөөтэй аялах хүсэл эрмэлзэл, урьд өмнө очиж байгаагүй газар оронд очих, найз нөхөд гэр бүлийхэнтэйгээ цагаа сайхан өнгөрөөх оржээ. Монгол аялж буй дотоодын жуулчдын аяллын дундаж хугацаа 6-7 хоног бөгөөд аяллын хугацаа нь аялахыг хүсч буй газар нутгийн газарзүйн байршлаас хамаардаг. Монгол орны замын нөхцөл болон тээврийн зардалын хувьд хамгийн тохиромжтой оросын “пургон” хэмээх тээврийн хэрэгсэлээр монгол аялагчдад үйлчилдэг ажээ.

Орон нутгийн зочид буудал, гэр буудал, жуулчны бааз, майхан нь орон байрны гол хэрэгсэл нь болдог. Аяллын зардал хоолны сонголтонд нөлөөлдөг бөгөөд уламжлалт хоол болох бууз, хуушуур, хорхог, боодог зэргийг түгээмэл хэрэглэдэг. Аяллын үеэр хийдэг үйл ажиллагаа хязгаарлагдмал, ойрын зайд явган аялах, морь унах, завиар зугаалах нь түгээмэл ажээ. Орон нутгаас хүнсний бүтээгдэхүүн, сүү цагаан идээ, жимс жимсгэнэ, нутгийн брэнд хүнсийг ихэвчлэн худалдан авдаг. Монгол орноор аялах шийдвэрээ богино, хугацаанд, огцом сэтгэл хөдлөлөөрөө шийддэг бөгөөд найз нөхдийн болон гэр бүлийн гишүүдийн аман сурталчилгаа, өгүүлэмж чухал үүрэгтэй. Нийгмийн сүлжээний Facebook, Instagram хуудсуудаар дотооддоо аялах газруудын талаарх мэдээлэлээ авдаг. Аялалд дунджаар өдөрт 100,000 төгрөг зарцуулдаг нь судалгааны үр дүнгээс харагдав.

Дотоодын аялал жуулчлалыг зохион байгуулж буй аялал жуулчлалын компаниудын зүгээс дотоодын жуулчдад үйлчлэхэд тохиолддог бэрхшээлдээ монголчууд аялах шийдвэр гаргаад нэг хоногийн өмнө цуцалдаг, аялал төлөвлөхдөө нухацтай ханддаггүй, огцом шийдвэр гаргадаг, бага зардлаар богино хугацаанд их газар үзэхийг хүсдэг нь тэдний аяллыг зохион байгуулахад хүндрэл учруулдаг гэжээ. Мөн жуулчны баазуудын хувьд хамт олон, найз нөхдөөрөө аялж буй дотоодын аялагчид бааз дээр ирээд шөнө орой болтол архи дарс уун дуулж хуурдан цэнгэн хөгжилддөг бөгөөд тухайн бааз уг асуудлыг цэгцлэхийн тулд ресторандаа архи зарахыг хориглосон ч үр дүн багатай гэж байв. Жуулчны гэрийн эд хогшилийг ихээр бохирдуулдаг зэргээс болоод гадаадын аялал жуулчлал эргээд сэргэхэд олноороо аялдаг монгол аялагчдыг авахгүй зөвхөн сурагчдийн танилцах аялал, цөөн тооны гэр бүлийн аялагчдыг авахаар төлөвлөж буйгаа хэлж байв. Цаашид дотоодын аялал жуулчлалын эрэлт улам өсөн нэмэгдэх хандлагатай бөгөөд дотоодын аялал жуулчлалын тогтвортойгоор, төлөвлөлттэй хүрээлэн буй орчинд ээлтэй хариуцлагатайгаар хөгжүүлэхийн тулд аялал жуулчлалын холбогдох байгууллагуудаас дараах зүйлст анхаарлаа хандуулах шаардлагатай. Үүнд:

- Дотоодын жуулчдын тоо бодитой гаргах, тооцоолох, орлого зарлагыг тооцоолох стандартчилагдсан нийтээр дагаж мөрддөг аргатай болох
- Дотоодын аялагчдын зах зээл, зан төлөв, аяллын хэв шинж сэтгэл ханамжийн судалгааг тоон болон чанарын шинжилгээний арга ашиглан хийх
- Олон нийтэд хандсан аялал жуулчлалын боловсрол олгох, хариуцлагатай, хоггүй аялах кампанит ажил, нийгмийн зар сурталчилгааг эрчимтэй нэмэгдүүлэх, аялагчдын ёс зүйн дүрмийг танилцуулах, мөрдүүлэх
- Дотоодын аяллыг зохион байгуулж буй аж ахуйн нэгж, байгууллага хувь хүнийг бүртгэлжүүлэн зочлох үйлчилгээ, хөдөлмөрийн аюулгүй байдал зэрэг сургалтанд хамруулах
- ТХГ-ын нэвтрэх хураамжийг нэмэгдүүлэх, хог хаяж хүрээлэн буй орчин бохирдуулсан тохиолдолд торгуулийн хэмжээг нэмэх, үүнээс олсон орлогыг хог хаягдалын менежментэд нь зарцуулдаг журамтай байх
- Аялал жуулчлалын бүс нутгуудад, нэгдсэн авто зогсоол, отоглох цэг, бие засах газруудыг байгуулан, ашиглалт, цэвэрлэгээг сайн хийх

Тус судалгаа нь зөвхөн тур оператор, аялал жуулчлалын компаниар үйлчлүүлж буй монгол аялагчдын талаар бизнес эрхлэгчдээс ярилцлага байдлаар хийгдсэн бөгөөд дотоодын жуулчдаас асуулга судалгаа аваагүй нь уг судалгааны том хязгаарлагч хүчин зүйл болсон. Цаашид дотоодын жуулчдын зах зээлийн нарийвчилсан судалгааг тоон шинжилгээний аргаар хийж илүү дэлгэрэнгүй мэдээлэлтэй болох шаардлагатай байна. Жуулчдын хүн ам зүйн үзүүлэлт нь аяллын бүтээгдэхүүний эрэлтэд нөлөөлдөг бөгөөд жишээлбэл эх орондоо аялж буй монгол аялагчдаас ямар аяллыг илүү сонирхож, хаашаа аялж, юу үзэх хүсэлтэй байгааг судалснаар аяллын үйлчилгээгээ чанаржуулан, бүтээгдэхүүний төрлөө нэмэгдүүлэх боломжтой.

Ном зүй

- Amartuvshin, D. (2009). From community to holiday camps: the emergence of tourist economy in Mongolia", In Singh, S. (Ed), *Domestic Tourism in Asia: Diversity and Divergence*, Earthscan Dunsten House: London, 107-126.
- Baloglu, S. & Uysal, M. (1996). Market segments of push and pull motivations: a canonical correlation approach. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 8(3), 16-30.

- Bank of Mongolia. (2019), Monetary policy statement – lowering policy interest rate, Accessed on 3 June 2020, <https://www.mongolbank.mn/documents/pressrelease/20161219e.pdf>
- Bryman, A. (2012). *Social research methods*, 4th ed. Oxford University Press
- Jeong, Y., Yu, A. & Kim, S. K. (2019). The antecedents of tourists' behavioural intentions at sporting event – the case of South Korea, *Sustainability*, 12 (333), 1-16, doi:10.3390/su12010333
- Kang, S., Kim, J. & Nicholls, S. (2014). National tourism policy and spatial patterns of domestic tourism in South Korea, *Journal of Travel Research*, doi:10.1177/0047287514522875
- Katsikari, Ch., Hatzithomas, L., Fotiadis, T. & Folinias, D. (2020). Push and pull travel motivation: Segmentation of the Greek market for social media. *Sustainability*. 12(11), 1–18. doi:10.3390/su12114770
- Kwenye, J. & Freymund, W. A. (2016). Domestic tourists' loyalty to local natural tourist setting examining from relational and transactional perspectives using a Zambian context. *Tourism Management Perspectives*, 20, 161-173. doi:10.1016/j.tmp.2016.08.006
- Ministry of Environment and Tourism, (2020). *Annual report of the Ministry of Environment and Tourism*, Accessed on 12 May 2020. <https://www.mne.mn/wp-content/uploads/2017/07/-tailan.pdf>
- O’Gorman, K. & Thompson, K. (2007). Tourism and culture in Mongolia: the case of Ulaanbaatar Naadam. In Butler, R., and Hinch, T. (Ed), *Tourism in Indigenous People*, London: Routledge, 193–210
- Oyunchimeg, L. & Gantuya, N. (2021a). Understanding of Travel Motivations of Domestic Tourists. *Journal of Tourism and Services*, 22(12), 1-22. doi:10.29036/jots.v12i22.253
- Oyunchimeg, L & Gantuya, N. (2021b). “Mongolian Domestic Tourists’ Motivation and Revisit Intention: Mediating Effect of Perceived Benefit and Perceived Value” *Central European Journal of Geography and Sustainable Development*, 3(1), 32-48. <https://doi.org/10.47246/CEJGSD.2021.3.1.3>
- Rindrasih, E., Witte, P. A., Spit, T. J. M. & Zoomers, A. (2019). Tourism and disasters: Impact of disaster events on tourism development in Indonesia and structural approach policy responses, *Journal of Service Science and Management*, 12 (02), 93-115, doi:10.4236/jssm.2019.122006
- Sheyvens, R. (2002). *Tourism for development: empowering communities, (themes in tourism)*, Prentice Hall
- United Nations World Tourism Organization (UNWTO) (2020a), *UNWTO Briefing Note – Tourism and COVID-19, Understanding Domestic Tourism and Seizing its Opportunities*. Accessed on 21 January 2022. <https://www.eunwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284422111>
- UNWTO (2020b), *100% of Global Destinations Now Have COVID-19 Travel Restrictions*. UNWTO. Accessed on 20 December 2022, <https://www.unwto.org/news/covid-19-travel-restrictions>
- World Bank Group. (2020). *Covid 19 and Tourism in Southeast Asia – Opportunities for Sustainable Regional Tourism*, Accessed on 16 April 2021. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/198651593536242978/pdf/COVID-19-and-Tourism-in-South-Asia-Opportunities-for-Sustainable-Regional-Outcomes.pdf>
- World Bank Group (2021). *Fostering inclusive tourism development in the aftermath of COVID-19*, Accessed on 15 January 2022. <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2022/03/17/world-bank-air-transport-and-sector-coordination-issues-among-the-top-obstacles-for-mongolia-s-tourism-sector>