

ISSN 2312-8534

ГАЗАРЗҮЙН АСУУДЛУУД
JOURNAL OF GEOGRAPHIC ISSUES
2018 (1) ДУГААР 18

Улаанбаатар хот
2018 он

Дугаарын хариуцлагатай редактор:

Д.Амартүвшин, Монгол Улсын Их Сургуулийн Шинжлэх Ухааны Сургууль,
Байгалийн Ухааны Салбар, Газарзүйн Тэнхим. Цахим шуудан:
a.dorjsuren@num.edu.mn

Сэтгүүлийн техник редактор:

Д.Ганпүрэв, Монгол Улсын Их Сургуулийн Шинжлэх Ухааны Сургууль, Байгалийн
Ухааны Салбар, Газарзүйн Тэнхим. Цахим шуудан: ganpurev@num.edu.mn

Редакцын зөвлөлийн гишүүд:

В.Батцэнгэл
Монгол Улсын Их Сургууль

Ж.Л.В.Жендерен
Дэлхий Судлал, Гео-мэдээлэлзүйн Олон Улсын Сургууль, Нидерланд

П.Мягмарцэрэн
Монгол Улсын Их Сургууль

Д.Даш
Монгол Улсын Багшийн Их Сургууль

М.Баянтөр
Монгол Улсын Их Сургууль

Йорг Янцен
Берлины Чөлөөт Их Сургууль, ХБНГУ

Б.Чинбат
Монгол Улсын Их Сургууль

О.Батхишиг
Хөрс Судлалын Салбар

С.Эрдэнэсүх
Монгол Улсын Их Сургууль

Е.Батчулуун
Монгол Улсын Багшийн Их Сургууль

П.Гомболүүдэв
Ус Цаг Уур Орчны Шинжилгээний Хүрээлэн

Д.Амартүвшин
Монгол Улсын Их Сургууль

ГАРЧИГ

ӨМНӨГОВЬ АЙМГИЙН ЦОГТЦЭЦИЙ СУМЫН УЛААН НУУРЫН УСНЫ ТАЛБАЙН ӨӨРЧЛӨЛТ, ТҮҮНД НӨЛӨӨЛӨХ ХҮЧИН ЗҮЙЛС

Ц.Бүрэнжаргал, Р.Цолмон, З.Мөнхцэцэг, М.Хулан, Д.Баттулга.....4

ХОТ ТЭЛЭЛТИЙГ (SLEUTH) ЗАГВАРААР ТААМАГЛАХ НЬ:

Улаанбаатар хотын жишээн дээр

*С.Мөнхнаран, Н.Энхтуяа, Г.Өсөхбаяр, Б.Чинбат, Г.Гантулга, Б.Болормаа,
Ч.Заяа, Д.Ганпүрэв, Д.Дорлигжав.....18*

ТАНДАН СУДАЛГААНЫ МЭДЭЭЛЛИЙГ АШИГЛАН БЭЛЧЭЭРИЙН УРГАЦ БОЛОН БАГТААМЖ ТОДОРХОЙЛОХ НЬ:

Сүхбаатар аймгийн Эрдэнэцагаан сумын жишээн дээр

*П.Мягмарцэрэн, И.Мягмаржав, Б.Батбилэг, Д.Дорлигжав, Д.Цэвэгмид,
Л.Олзбаяр, Ж.Ундрах, Ц.Баатарсүх.....39*

УЛААНБААТАР ХОТЫН ДУЛААНЫ АРЛЫН СУДАЛГАА

С.Эрдэнэсүх, Д.Сандэлгэр, П.Мөнхцэцэг.....57

УЛААНБААТАР ХОТЫН АГААРЫН БОХИРДОЛД НӨЛӨӨЛӨХ АГААР МАНДЛЫН ХҮЧИН ЗҮЙЛ

С.Эрдэнэсүх, Д.Сандэлгэр, Г.Гантулга, Д.Оюунчимэг, Б.Мөнхбат.....82

БЭЛЧЭЭРИЙН ГАЗРЫН ФОТО МОНИТОРИНГИЙН СУДАЛГААНД СУУРИЛСАН СЭРГЭХ ЧАДАВХЫН ДҮНГЭЭС:

Архангай аймгийн Хотонт сумын жишээн дээр

*Ж.Ундрах, П.Мягмарцэрэн, Д.Ганпүрэв, И.Мягмаржав, Л.Олзбаяр,
Ц.Баатарсүх.....109*

ӨМНӨГОВЬ АЙМГИЙН ЦОГТЦЭЦИЙ СУМЫН УЛААН НУУРЫН УСНЫ ТАЛБАЙН ӨӨРЧЛӨЛТ, ТҮҮНД НӨЛӨӨЛӨХ ХҮЧИН ЗҮЙЛС

Ц.Бүрэнжаргал¹, Р.Цолмон², З.Мөнхцэцэг¹, М.Хулан¹, Д.Баттулга³

¹Хэрэглээний Математикийн тэнхим, ХШУИС, Монгол Улсын Их Сургууль,
Улаанбаатар хот, Монгол Улс

²Физикийн тэнхим, ШУС, Монгол Улсын Их Сургууль, Улаанбаатар хот,
Монгол Улс

³Хүрээлэн буй орчин, ойн инженерчлэлийн тэнхим, ХШУИС, Монгол Улсын
Их Сургууль, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

Зохиогчтой холбогдох цахим шуудан: burnee1085@gmail.com

ХУРААНГУЙ

Улаан нуурт түр зуурын урсацтай хэд хэдэн сайр цутгадаг ба энэ нь нуурын усны тогтвортой байхад гол нөлөө үзүүлдэг. Эдгээр сайрууд нь хур бороо ихтэй үед түр зуурын урсацтай. Нуурын орчимд уурхайн үйл ажиллагаа эрчимжсэнээс эдгээр сайруудаар урсан орох усны хэмжээ буурч байна. Үүнээс гадна сүүлийн жилүүдэд ажиглагдаад буй уур амьсгалын өөрчлөлт нуурын усны өөрчлөлтөд нөлөөлж болох талтай. Тиймээс дээрх хүчин зүйлсийг тооцохын тулд хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан нуурын усны талбайн өөрчлөлтийг 1986-2016 оны 30 жилийн хугацааны усны нормчлогдсон индексийг ашиглан харьцуулалт хийсэн. Тухайн хиймэл дагуулын мэдээний үр дүнгээс харахад 1993, 1994, 1995, 1996, 1998, 2003, 2006, 2007, 2008, 2010, 2015, 2016 онуудад устай бусад жилүүдэд усгүй байгаа нь харагдаж байна. Мөн нуурын усны устай байх үе тухайн жилийн хур тунадастай өндөр хамааралтай уурхайн талбайтай сул хамааралтай байгаа нь нуурын устай байх нөхцөл голчлон хур тунадаснаас хамаардаг болох нь харагдаж байна.

ABSTRACT

To study variation of lake area and volume of water is key concept to investigate its hydrological regime and to mitigate adverse impact on water volume of the lake. There is an ungauged lake, Ulaan nuur has been dried recent years because of climate change and mining activities near the lake. There are several intermittent rivers flow into the Ulaan nuur lake. The land use change of the mining activity may change inflow channels of the intermittent rivers which flow into the lake. More over the climate change impact may affect the lake water regime. This research aims to identify variations of lake water area and climate change and anthropogenic impacts on lake water reservoir in the Gobi region of Mongolia in period of 1986-2016. Landsat-5,8 data is used for estimating the lake area and classified by Normalized Difference Water Index (NDWI). The Landsat data was validated to observational data and Landsat data shows reasonable to compare with observational data. As a result, the lake had water in 1993, 1994, 1995, 1996, 1998, 2003, 2006, 2007, 2008, 2010, 2015, 2016 and dried in other years. Moreover, correlation analysis was undertaken between water volume, a precipitation of the lake and the land use change of mining. There was strong correlation between water volume and precipitation of the lake while weak correlation observed between the water volume of the lake and the scale of mining areas.

Түлхүүр үгс: Усны нормчлогдсон индекс /NDWI/, Хиймэл дагуул, нуур

Оршил

Сүүлийн жилүүдэд байгаль орчин, уур амьсгалын өөрчлөлт, газар ашиглалт, хот суурин төлөвлөлт, уул уурхай, аялал жуулчлалын салбарууд хүрээгээ тэлж хөгжсөөр байна. Эдгээр өөрчлөлт, хөгжлийг судлахад хиймэл дагуулын мэдээг өргөнөөр ашиглаж байна. Энэ нь цаг хугацааны хувьд ойр давтамжтай, орон зайн хувьд тасралтгүй их хэмжээний нутаг дэвсгэрийг хамрахаас гадна харьцангуй үнэ өртөг багатай, боловсруулахад хялбар мэдээнд тооцогддог. Нуурын усны төлөв байдал, ойр орчмын газрын өөрчлөлтөд үнэлгээ өгөхөд зайнаас тандан судлалын янз бүрийн арга, хиймэл дагуулын тасралтгүй орон зайн мэдээ ашиглан зураглах нь цаг хугацаа, хөрөнгө өртөг хэмнэсэн дэвшилтэт технологи болох нь батлагдаад байна (Даваа, 2015).

Монгол шиг өргөн уудам нутаг дэвсгэртэй, хүн ам цөөхөн улс орны хувьд байгаль орчны бодлого боловсруулж, төлөвлөлтийг хийхэд зайнаас тандан судлал нь шаардлагатай мэдээ, мэдээллээр хангах өргөн боломжийг олгоно. Ялангуяа гадаргын усны судалгаа, ажиглалт хэмжилтгүй сав газар хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан судалгаа хийх нь нэлээд үр дүнтэй ажлууд болсоор байна (Чинзориг, 2011). Учир нь гадаргын усны судалгаа нь урт хугацааны нягтшил сайтай уур амьсгал, ус зүйн мэдээг шаарддаг билээ. Улаан нуур нь Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын төвөөс баруун урагш 20-иод км, Таван толгойн нүүрсний уурхайн хотост 1520 м өндөрт байдаг бөгөөд дунджаар 6.9 км² талбайтай. Нуурын усны горимын байнгын ажиглалт хэмжилт байхгүй бөгөөд 1995-2001, 2010-2016 онуудад нуурын гүнийг дунджаар хэмжиж байснаас гадна 2016 онд эргийн шугамын хэмжилтийг хийж байсан. Сүүлийн жилүүдэд нуурын баруун хойд хэсэгт Таван толгойн уурхай үйл ажиллагаа эрчимжиж байгаатай холбогдуулан нуурын ус татарсан гэх мөн түүнчлэн уур амьсгалын өөрчлөлтөөс шалтгаалан хур борооны эрчимшил өөрчлөгдөж, ууршиц нэмэгдсэнтэй холбоотой гэж үздэг (Натур Фрейндли, 2012). Судалгаанд Улаан нуурын 1986-2016 оны зуны улирлын усан гадаргын талбай, уурхайн газар ашиглалтын талбайг хиймэл дагуулын мэдээг боловсруулан гаргаж, уур амьсгалын өгөгдөл болох хур тунадас ууршицтай хамааруулан гаргах зорилго тавин боловсруулалт хийсэн. Энэхүү судалгааны ач холбогдол нь говь нутагт байрлах хур бороогоор тэжээгддэг нуурын устай талбайг олон жилийн хугацаанд хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг хиймэл дагуулын мэдээний тусламжтай гаргаж харьцуулалт дүн шинжилгээ хийх, мөн нууранд нөлөөлж буй уурхайн дам нөлөөллийг гаргаснаар байгаль хамгаалах цаашлаад нуурыг сэргээх арга хэмжээнүүдийг тодорхойлох, уурхайн байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын нарийвчилсан үнэлгээний тодотголд оруулах, тухайн нуурын экосистемийг хэвээр авч үлдэх болон дүйцүүлэн хамгаалах арга хэмжээнүүдийг авахад оршиж байгаа юм.

Улаан нуурын усны талбайн өөрчлөлтийг Зайнаас тандан судлал, газар зүйн мэдээллийн системийг ашиглан 30 жилийн хугацаанд зураглан гаргахдаа *Landsat* хиймэл дагуулын мэдээнээс усны нормчлогдсон индекс (NDWI)-ийг ашиглан усан гадаргын талбай, эзлэхүүнийг тодорхойлсон. Мөн тухайн жилийн ижил хугацааны хур тунадас ууршиц болон уул уурхайн үйл ажиллагаа явуулж буй талбайг нуурын усны эзлэхүүнтэй хэрхэн хамаарч байгааг гаргасан болно.

Судалгааны арга зүй, материал

Судалгааны муж

Галба, Өөш, Долоодын говийн сав газарт Өмнөговь аймгийн Баян-Овоо, Номгон, Ханбогд, Цогтцэций, Манлай, Хүрмэн, Ханхонгор сумууд хамардаг. Тус сав газрын дэд хэсэг болох Цогтцэций сумын нутагт байрлах Улаан нуурын талбайд орших Улаан нуур нь Өмнөговь аймгийн Цогтцэций сумын төвөөс баруун урагш 20-иод км Таван толгойн нүүрсний уурхайн хотост 1520 м өндөрт байдаг шорвог нуур юм (Зураг 1). Нуурын талбай 6.9 км^2 , 3.9 км урт, 2.6 км өргөн эргийн шугамын урт 10.4 км. Жирэм булаг цутгадаг хэдий ч сүүлийн жилүүдэд булгийн ус ихээр татарсан. Нуурын усны гол тэжээгдэл нь Нарийн хар уул, Бага уул, Ихрийн бууцны овоо зэргээс буусан хур борооны ус Улаан нуурын хотгорт усаа өгдөг.



Зураг 1. Судалгааны талбай
Эх сурвалж: Зохиогч

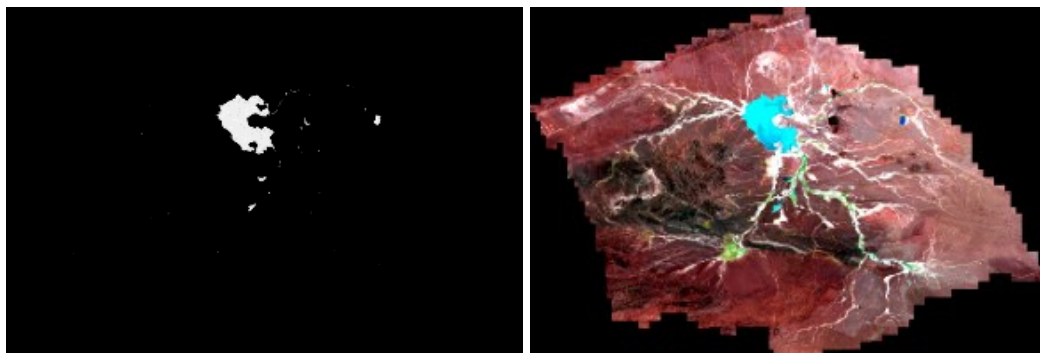
Таван толгойн орчмоор дунджаар 11 сарын дундаас эхэлж 3 сарын дунд үе буюу 80 гаруй хоног өвлийн улирал үргэлжилдэг. Зуны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур 37.4°C хүрч халдаг. Мөн тус бүс нутагт 6-8-р сарын хугацаанд хур тунадас 111.3 мм орчим ордог. Бүс нутагт жилийн дундаж байдлаар баруун, баруун хойд чиглэлийн салхи зонхилно. Өвлийн улиралд баруун, баруун хойд, хойд чиглэлийн салхи зонхилж байснаа зуны улиралд өмнөд зүгийн салхины давтагдал нэмэгдэж ирдэг зүй тогтолтой.

Өмнөговь аймаг нь Төв Азийн гадагш урсгалгүй ай савд хамаарах бөгөөд Монгол орны хамгийн гантай бүс нутгийн нэг юм. Гадаргын усны болон хөрсний чийг багатай байдгаас уурших усны хэмжээ бага, харин уурших боломжит хэмжээ манай орны хувьд хамгийн их байдаг нутаг юм. Жилийн дундаж хур тунадасны хэмжээ 100 мм-ээс бага, үүнээс дулааны улиралд 100 мм буюу түүнээс бага, зөвхөн зарим хэсэгт 100-150 мм, өвлийн улиралд 10 мм-ээс бага хур тунадас тус тус унана. Гол мөрний олон жилийн дундаж урсцын модуль нэн бага, 1 хувийн хангамж бүхий шар усны болон хур борооны үерийн хамгийн урсцын модуль тус тус $0.1 \text{ м}^3/\text{с км}$ -ээс бага байна. Тус бүс нутагт тогтмол урсацтай томоохон гол мөрөн байхгүй, гадаргын усны ажиглалт хэмжилтийн сүлжээ, судалгаа шинжилгээний материал харьцангуй хомс. Харин багахан хэмжээний тогтмол урсацтай горхи төдийлөн их байдаггүй. 2007 онд хийсэн усны тоо бүртгэлээр Цогтцэций сум нийт 16 булаг шанд тоологдсон (Чинзориг, 2011). Хөрсний хувьд говийн болон карбонатлаг бор саарал хөрс зонхилон тархсан нимгэн давхаргатай ялзмагийн зүйлээр бага боловч эрдэс давс нэлээд хэмжээгээр агуулсан байдаг.

Судалгааны талбайд MV-000287, MV-011945 тоот ашиглалтын тусгай зөвшөөрөлтэй орон нутгийн өмчит “Таван толгой” ХК эзэмшдэг бөгөөд 1966 оноос олборлолтын үйл ажиллагаа эхлүүлсэн. Мөн “Эрдэнэс таван толгой” ХК нь 2010 оны сүүлээр MV-011943 тоот ашиглалтын тусгай зөвшөөрлийн талбайд үйл ажиллагаагаа эхлүүлж одоогоор үйл ажиллагаа нь эрчимтэй явагдаж байна.

Ашигласан мэдээ өгөгдөл

Судалгааны талбайг (Path-131, Row- 30) зурагласан Ландсат 5 TM, 8 OLI дагуулын мэдээнүүдийг сансар судлалын агентлагийн (NASA) дата мэдээллийн төв сервер (www.glovis.usgs.gov) сайтаас авсан. Хиймэл дагуулын мэдээг боловсруулахдаа агаар мандлын засал болон налуугийн засварыг хийсний дараа үүлний сүүдэр болон сцений зах хэсгийн засварыг хийж усны нормчлогдсон индексийг тооцоолсон.



Зураг 2. Хиймэл дагуулын мэдээг боловсруулсан байдал
Эх сурвалж: Зохиогч

Мөн уурхайн талбайн хэмжээг жил бүрээр хиймэл дагуулын зургаас гаргасан. Цаашлаад 1986-2016 оны өдөр бүрийн хур тунадас, агаарын температур, харьцангуй чийгшлийн мэдээг ашигласан. Агаарын температур, харьцангуй чийгшлийн мэдээгээр ууршилтыг тооцож гаргасан болно.

Судалгааны арга зүй

Усны нормчлогдсон индекс (Normalised Difference Water Index) бодуулах болон ангилал, харьцуулалт хийхдээ энэхүү индексийг 1996 оноос олон улсад судлагдан гарч ирсэн ба ус чийг, намгархаг гадаргын ус, гадаргын усны хэмжилт судалгаанд өргөнөөр ашиглаж байна. Энэ судалгаанд Ландсат хиймэл дагуулын MSS, TM / ETM +, OLI зургуудыг ашигласан. Энэхүү индексийг дараах байдлаар тооцно (Чинзориг, 2011).

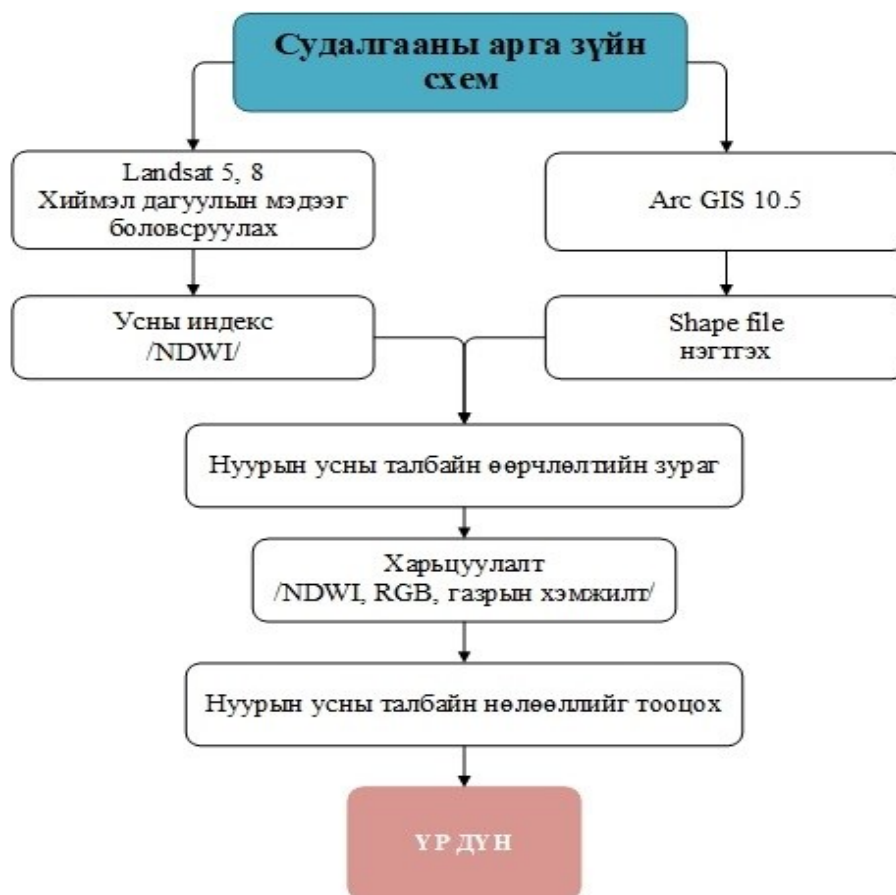
$$NDWI = \frac{BLUE - SWIR}{BLUE + SWIR} \quad (1)$$

Үүнд:

BLUE-үзэгдэх гэрлийн цэнхэр муж (0.45μm -0.52μm) LANDSAT хиймэл дагуулын 1-р суваг SWIR (Short Water Infrared)-богино долгионы хэт улаан туяаны муж (2.08μm-2.35μm) LANDSAT хиймэл дагуулын 7-р сувгийг судалгаандаа ашигласан.

Ус нь спектрийн үзэгдэх гэрлийн цэнхэр мужид хамгийн ихээр ойж, нил улаан туяаны мужид ихээр шингэдэг ба усны нормчилсон ялгаврын индекс буюу NDWI гэсэн индекс нь усны төлөв байдлыг илүү илэрхийлдэг. Спектрийн мужийн үзэгдэх гэрлийн цэнхэр туяаны муж (BLUE), нил ягаан туяаны мужид (SWIR) хэмжсэн хиймэл дагуулын сувгийн мэдээг ашиглан NDWI-ийг томъёо (1)-ээр тооцоолдог.

Дүн шинжилгээнд нэгэн координатын системд орших сэдэвчилсэн давхаргуудыг үзэгдэх гэрлийн муж болон радарын сарнилын тухай мэдлэгийг ашиглан өнгө тодотгох аргыг хэрэглэсний дараа үүсэх, сургалттай ангиллын арга ашиглах, идэвхтэй болон идэвхгүй тандан судалгааны мэдээний эрчмийг нийлүүлэх зэрэг аргуудыг ашиглав (Зураг 3).



Зураг 3. Судалгааны схем

Эх сурвалж: Зохиогч

Усны балансад чухал үүрэг гүйцэтгэдэг хур тунадасны ажиглалтын мэдээг Өмнөговь аймгийн Манлай сумын цаг уурын харуулаас, ууршицыг Бланей-Кридлийн аргаар тооцсон (Долгорсүрэн, 2012).

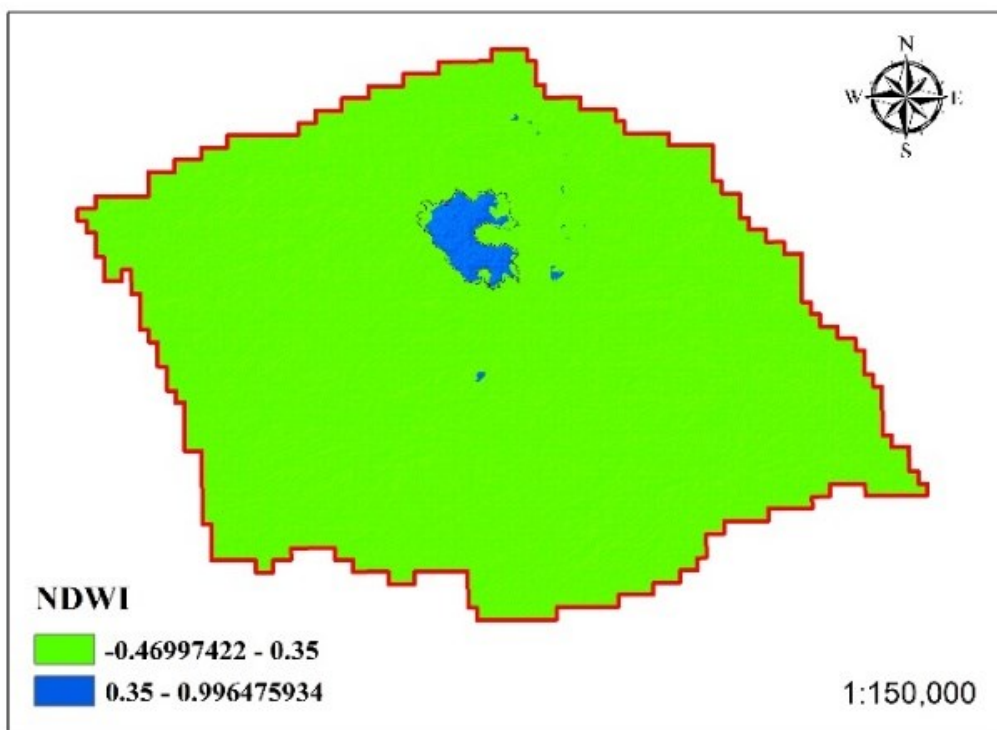
$$ET = 3.5 \cdot 10^{-4} \cdot \left[(25 + T) \cdot \left(1 + \frac{100 - rH}{100} \right) \right]$$

Үүнд: Т-агаарын температур, °C

rH-харьцангуй чийгшил, %

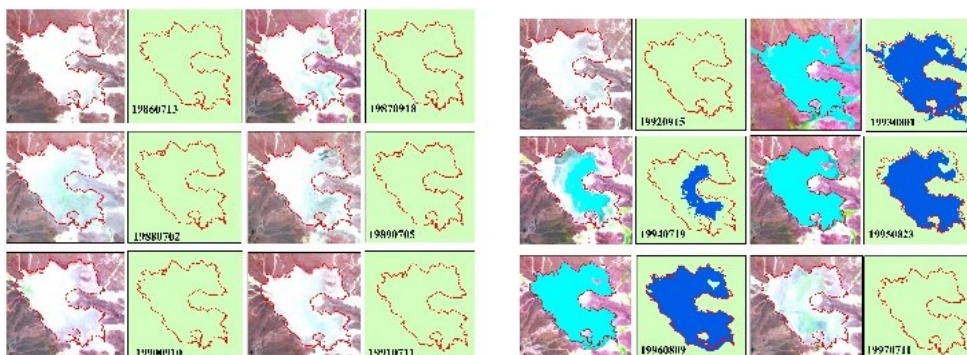
Үр дүн

Ландсат хиймэл дагуулын мэдээг боловсруулалт хийн усны индексийг тооцож, устай болон усгүй гэж ангилав (Зураг 4).



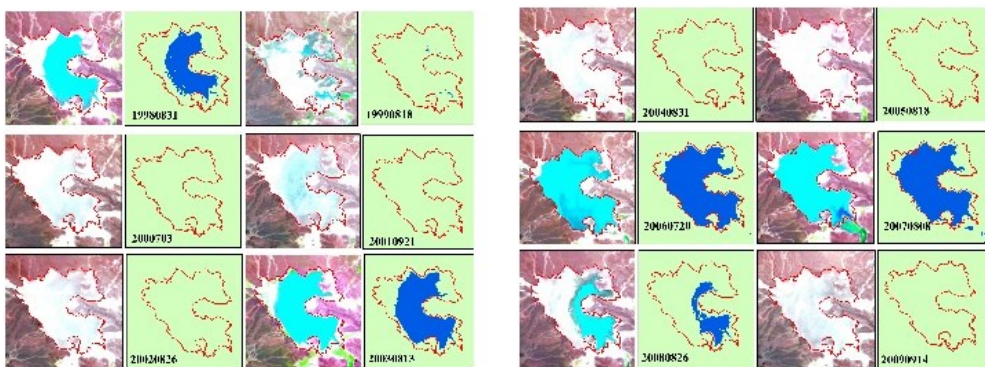
Зураг 4. Устай болон усгүй ангилал хийсэн талбай
Эх сурвалж: Зохиогч

Цаашлаад Ландсат хиймэл дагуулын мэдээнд байгалийн өнгө өгч усны нормчлогдсон индексийг харьцуулсан устай усгүй талбайг гаргав (Зураг 5).



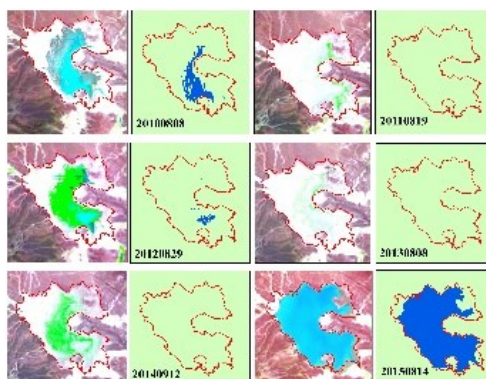
а. 1986-1991 он

б. 1992-1997 он



в. 1998-2003 он

г. 2004-2009 он



д. 2010-2015

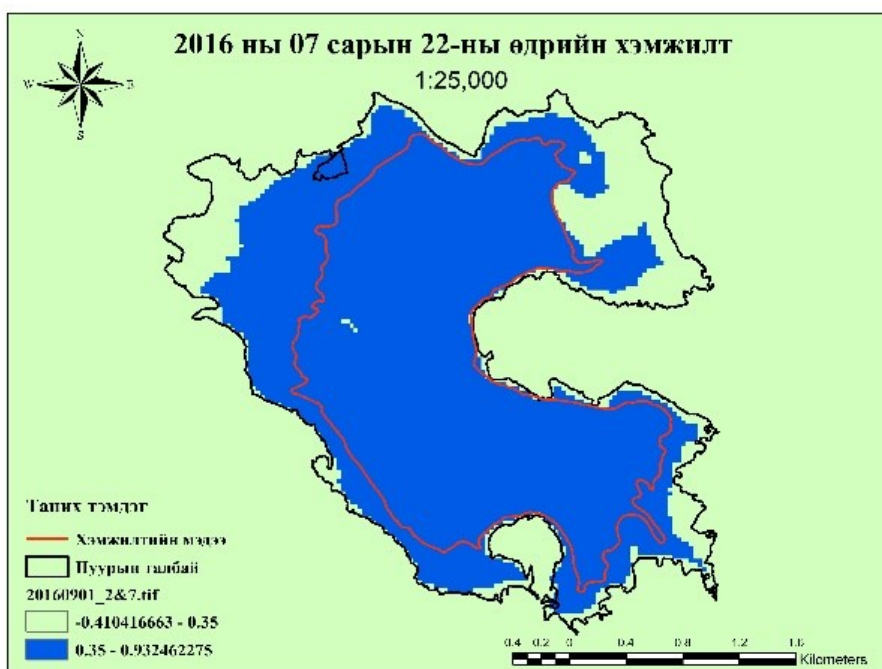
Зураг 5. Нуурын устай талбайг илэрхийлэх хиймэл дагуулын усны индекс буюу нуурын усан гадаргын талбай, 1986-2016

Эх сурвалж: Зохиогч

Тайлбар: а) 1986-1991 онуудад нуурын талбай усгүй байна. б) 1993 онд нуурын талбайд 938.8 га талбай устай байсан ба боломжит ус хурах талбайгаас давсан өөрчлөлттэй ба 1994 он 194.7 га талбай устай, 1995 он 725.3 га талбай, 1996 онд 725.3 га талбай устай, 1997 онд огт усгүй байгаа өөрчлөлт гарсан байна. в) 1998 онд 354.01 га талбай, 1999 он 3.72 га талбай, 2003 онд 483.18 га талбай устай байсан ба 2000, 2001, 2002 онуудад огт усгүй байсан өөрчлөлттэй байна. г) 2006 онд 671.6 га талбай, 2007 онд 626.9 га талбай, 2008 онд 159.57 га талбай устай байсан ба 2004 он, 2005 он, 2009 онуудад огт усгүй байсан өөрчлөлт гарсан байна. д) 2010 онд 110.88 га талбай, 2012 онд 19.5 га талбай, 2015 онд 668.29 га талбай устай байсан ба 2011 он, 2013 он, 2014 онуудад усгүй байсан байна.

2016 оны усны нормчлогдсон индексийг хээрийн хэмжилттэй харьцуулан шалгав (Зураг 6). Хэмжилтийг 2016 оны 07 сарын 22-ны өдөр хээрийн хэмжилтээр устай талбай нь 456.6 га талбай устай байсан ба Ландсат хиймэл дагуулын мэдээ нь 2016 оны 09 сарын 01-ний өдрийн мэдээгээр 689.4 га талбай устай байсан буюу 232.8 га талбайгаар их байна.

Хээрийн хэмжилт, боловсруулалтын мэдээ болон хур тунадасны мэдээг харьцуулан дүгнэлт хийхэд 8 сард хур бороо орж нэмэгдсэнтэй холбоотой юм.

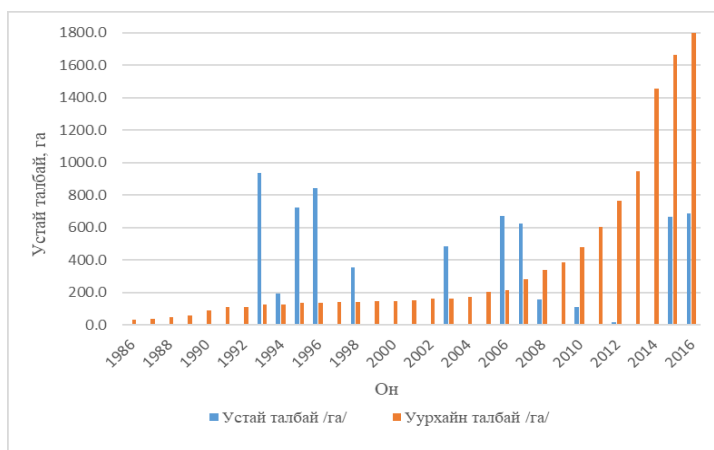


Зураг 6. Усны нормчлогдсон индексийг хээрийн хэмжилттэй харьцуулсан байдал

Эх сурвалж: Зохиогч

Хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан нуурын устай талбайгаас гадна уурхайн ашиглалтын талбайг он тус бүрээр гаргасан. Тухайн нуурын талбайн баруун хойд талд орших таван толгойн орд газар байрлах ба 1986 оноос 2006 онуудад харьцангуй жигд өсөлттэй байсан бол 2007 оноос өсөж байна.

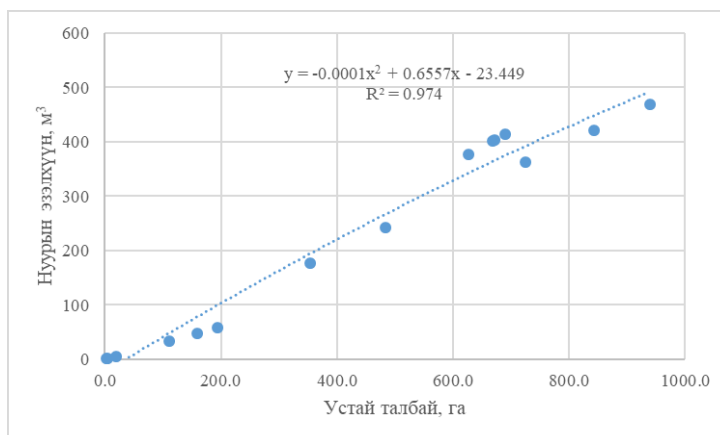
2010 оноос эрчимтэй өсөж байгаа шалтгаан нь “Эрдэнэс таван толгой” ХК уурхайн үйл ажиллагаа эхэлж сүүлийн жилүүдэд уурхайн ашиглалтын талбай өссөн байна (Зураг 7).



Зураг 7. Уурхайн ашиглалтын талбай болон нуурын устай талбайн өөрчлөлтийн
явц

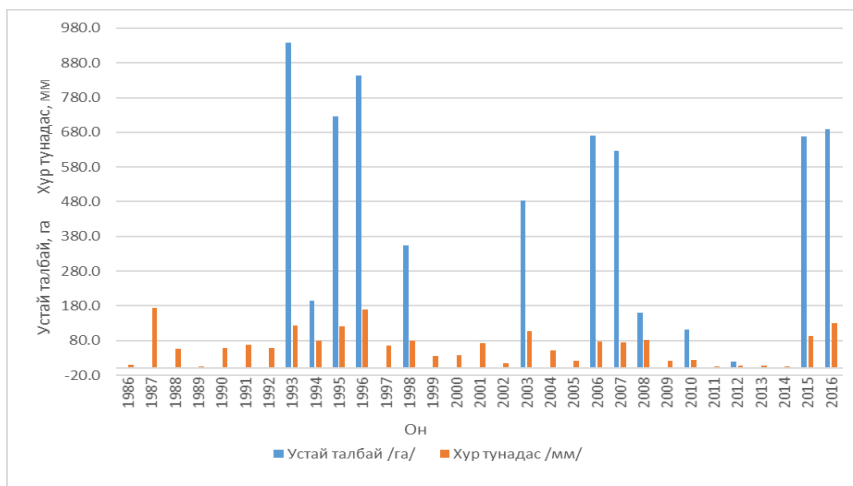
Эх сурвалж: Зохиогч

Нуурын усны эзлэхүүнийг нуурын усан гадаргын талбай болон хэмжсэн усны эзлэхүүний хамаарлаар тооцов. Энд цөөн жилийн хэмжилттэй байсан нуурын дундаж гүнийг тухайн жилийн усан гадаргын талбайгаар үржүүлж усны эзлэхүүнийг гаргасан. Харин хэмжилтгүй жилүүдийг тухайн тооцож гаргасан эзлэхүүн болон усан гадаргын хамаарлаас тооцсон болно (Зураг 8).



Зураг 8. Нуурын усан гадаргын талбай ба усны эзлэхүүний хамаарал
Эх сурвалж: Зохиогч

Хур тунадас, ууршицын мэдээг тухайн жилийн хиймэл дагуулын зураг авсан өдөр хүртэлх нийлбэрээр тооцсон. 1986-2016 онуудын нуурын устай талбай ба хур тунадасны явцаас харахад хур тунадас элбэгтэй жил нуур устай байсан ерөнхий зүй тогтол ажиглагдаж байна (Зураг 9).

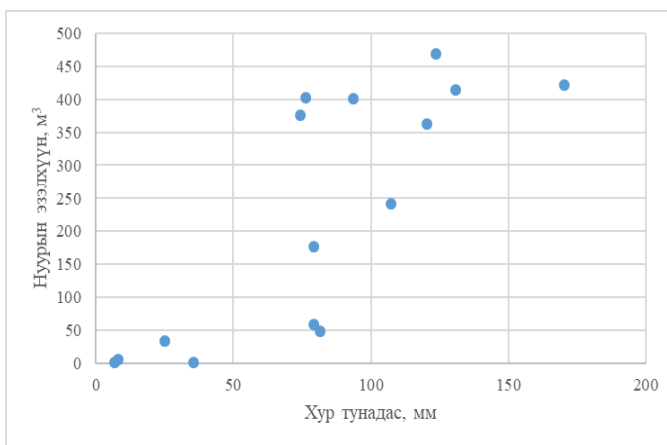


Зураг 9. Нуурын устай талбай болон хур тунадасны явц

Эх сурвалж: Зохиогч

Харин нуурын усны эзлэхүүн болон хур тунадас, ууршиц, агаарын температур, уурхайн талбай хоорондын хамаарлыг корреляцын коэффициентоор шалгав.

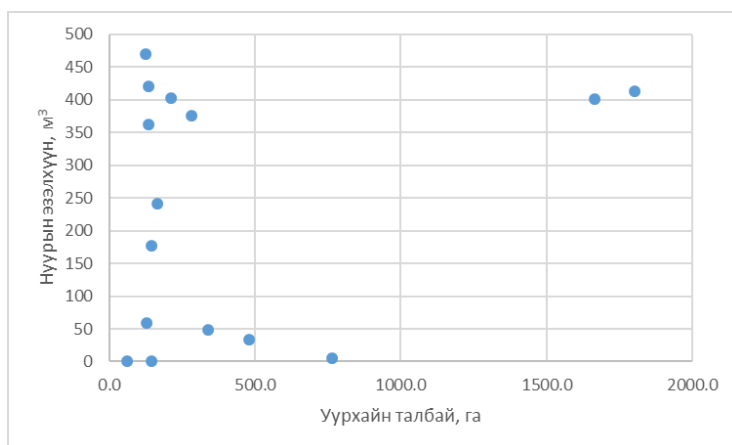
Жил бүрийн нуурын усны эзлэхүүнийг тодорхойлсон өдөр хүртэлх орсон хур тунадасны нийлбэр хоорондын корреляцын хамаарал 0.68 буюу сайн хамааралтай байна (Зураг 10). Энэ нь нуур устай байх нь хур тунадаснаас шууд хамаардаг болохыг харуулж байна.



Зураг 10. Нуурын усны эзлэхүүн ба хур тунадас хоорондын хамаарал

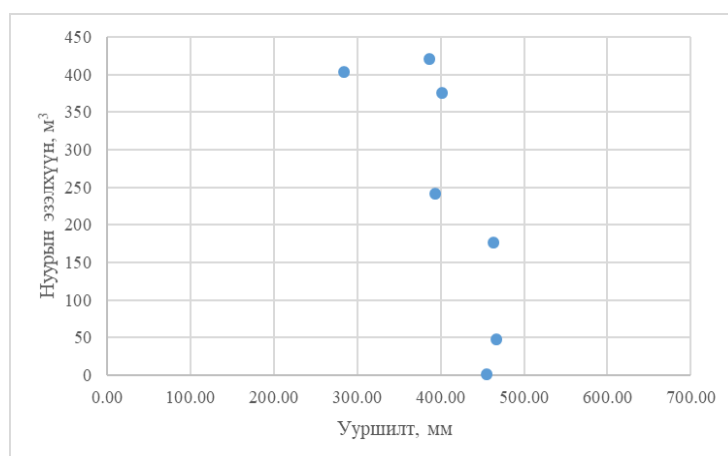
Эх сурвалж: Зохиогч

Нуурын эзлэхүүн болон уурхайн талбай хоорондоо сул хамааралтай буюу корреляцын коэффициент 0.069 байна (Зураг 11). Энэ нь уурхайн талбай нуурын устай талбайд шууд нөлөөлөхгүй байгааг харуулж байна.



Зураг 11. Нуурын эзлэхүүн болон уурхайн ашиглалтын талбайн хамаарал
Эх сурвалж: Зохиогч

Мөн түүнчлэн нуурын усан гадаргын талбайг Өмнөговь аймгийн Манлай цаг уурын харуулын 1995-2008 онуудад тооцсон ууршицтай харьцуулахад корреляцын коэффициент 0.64 буюу сайн хамааралтай байна (Зураг 12).



Зураг 12. Нуурын эзлэхүүн болон хур тунадасны хамаарал
Эх сурвалж: Зохиогч

Энэ нь усан гадаргаас ууршиж байгаа ууршилт нуурын усны алдагдлыг нэмэгдүүлж нуурын усны хэмжээнд шууд нөлөөлдөг болохыг илэрхийлж байна.

Дүгнэлт

Ландсат хиймэл дагуулын мэдээнээс усны нормчлогдсон индексийг ашиглан усан гадаргын талбай, эзлэхүүнийг тооцож гаргасан ба 2016 оны хээрийн хэмжилтийг усны нормчлогдсон индекстэй харьцуулалт хийж баталгаажуулсан. Устай талбай хур тунадастай шууд хамаарал байгаа нь ($r=0.68$) хур тунадас нуурын усны гол бүрдүүлэгч хүчин зүйл болохыг илтгэж байна. Мөн агаарын температур ихсэх тусам нуурын усан гадаргын ууршилт нэмэгдэж байгаа нь уур амьсгалын өөрчлөлтөөс хамаарч байгаа харуулж байна. Гэхдээ нуурыг тэжээдэг түр зуурын урсацтай сайрууд уурхайн нөлөөнд хаагдаж байгаа дам нөлөөлөл тодорхой хувийг эзэлж байх талтай бөгөөд үүнийг нарийвчлан судлах шаардлагатай.

Цаашид гадаргын усны судалгаа шинжилгээг цаг уурын харуулын мэдээнд үндэслэн үнэн бодит байдлаар гаргахын тулд тухайн нуурын ойролцоо цаг уурын автомат станц суурилуулж цаг уур, уур амьсгалын тасралтгүй ажиглалт хэмжилтийн мэдээ авах, нуурын усны баланс, усны ууршилтыг талаар дэлгэрэнгүй судалгаа шинжилгээг хийх нь зайлшгүй шаардлага тулгарч байна. Мөн говийн бүсэд гүний усаар уул уурхай, газар тариалан мал аж ахуйг хангадаг бол гадаргын усыг хуримтлуулж уул уурхай, газар тариаланд ашиглах нөхцөл бололцоог хангах бүрэн боломжтой гэж харж байна. Учир нь говийн хөрсний онцлог, усархаг ширүүн бороо ордог тул гадаргын усыг хуримтлуулж авч ашиглах нь зүйтэй юм.

Талархал

МУИС-ийн Зайнаас тандан судлал ба сансар, судлалын лабораторийн хамт олонд баярласан талархлаа илэрхийлж байна.

Ном зүй

Даваа Г, 2015, “Монгол орны гадаргын усны горим, нөөц” Улаанбаатар.
Баасансүрэн С, 1998, “Монгол орны бага болон багавтар нууруудын экологийн асуудалд” Магистрын зэрэг хамгаалсан бүтээл, Монгол улсын их сургууль, Монгол улс.
Долгорсүрэн Г 2012, Улсын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө боловсруулахад зориулсан судалгааны эмхтгэл, Улаанбаатар (нэгдүгээр дэвтер).
Чинзориг Д., 2011, “Зайнаас тандан судлах аргаар усан сан бүхий газрын эргийн шугамыг зураглах арга зүйг боловсруулах” Магистрын зэрэг горилсон бүтээл, Монгол улсын их сургууль, Монгол улс.
Натур Фрейндли ХХК, Таван толгойн нүүрсний ордын Цанхийн баруун хэсгийн ил уурхайгаар олборлох төслийн байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын нарийвчилсан үнэлгээний тайлан, 2012, Улаанбаатар х. 100-105

Kang Liang. June 2017 “Quantifying streamflow variations in ungauged lake basins by integrating remote sensing and water balance modelling: A case study of the Erdos larus relictus National nature reserve, China,

Stuart K.Mc. Feeters. 19 July 2013 Using the normalized difference water index (NDWI) within a geographic information system to detect swimming pools for mosquito abatement: A practical approach,

Hrachowitz., M.8 Svenije, H.H.G.; Bloschl, G.; Medonnell, I.I.; Sivapalan, M.; Pomeroy, J.W.; Arheimer, B.; Blume, T.; Clark, M.P.; Ehret, U.A decade of predictions in ungauged basins (pub)- A review. Hydrol. Sci. J.2013, 58,1-58 [CrossRef]

Хиймэл дагуулын мэдээ татах онлайн цахим хуудас: <https://glovis.usgs.gov/>
(2018.04.1-15-нд хандсан)

ХОТ ТЭЛЭЛТИЙГ (SLEUTH) ЗАГВАРААР ТААМАГЛАХ НЬ:

Улаанбаатар хотын жишээн дээр

С.Мөнхнаран¹, Н.Энхтуяа¹, Г.Өсөхбаяр², Б.Чинбат¹, Г.Гантулга¹,
Б.Болормаа¹, Ч.Заяа¹, Д.Ганпүрэв¹, Д.Дорлигжав¹

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

² Газар зохион байгуулалт – IV анги, Монгол Улсын Их Сургууль, Шинжлэх
Ухааны Сургууль, Газарзүйн тэнхим, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

Зохиогчтой холбогдох цахим шуудан: n.enkhtuya@num.edu.mn

ХУРААНГУЙ

1950-аад оноос хойш, хурдацтай хотжилтын улмаас Монголын хүн амын ихэнх хэсэг буюу хүн амын 68 орчим хувь нь хот суурин газарт амьдарч байна. Нийслэлийн хүн амын өсөлт сүүлийн 20 жилд 3.3 хувьд хүрч, оршин суугчдын тоо төлөвлөж байснаас илүү хурдацтай өсч, дэлхийн томоохон хотуудад тулгамдсан олон бэрхшээлтэй тулгарч байна. Тиймээс, бид өнөөгийн болон ирээдүйн хотын орон зайн тэлэлтийг загварчлах, урьдчилан таамаглахад SLEUTH (налуу, газар ашиглалт, хотжилтыг хориглох бүс, хотын хэмжээ, тээвэр болон газрын гадаргын сүүдэрлэлт) загварыг ашигласан. Загварын оролтын зургийн шаардлагын дагуу бэлтгэсэн 1990-ээс 2017 оны хот тэлэлтийн өгөгдөлд үндэслэн хот тэлэлтийн 2040 оны чиг хандлагыг урьдчилан таамаглаж, загварчилсан. SLEUTH загварын симуляци сайн байгаа бөгөөд Улаанбаатар хот болон бусад эрчимтэй өсч байгаа хотуудын газар зохион байгуулалтын төлөвлөгөө, хот байгуулалтын төлөвлөгөө боловсруулахад энэхүү загварыг ашиглаж болно гэж бид үзэж байна.

ABSTRACT

Due to accelerated urbanisation since the 1950s in Mongolia, majority of the population (about 68 percent) reside in urban areas. The population growth of the capital city has reached 3.3 percent over the past 20 years. The number of inhabitants has been increasing faster than planned and facing many of the problems which challenged major cities in the world. Therefore, in this paper, we used SLEUTH (slope, land-use, exclusion, urban extent, transportation and hill-shade) model to simulate and predict current and future urban expansion. Urban expansion is modelled and predicted up to 2040 based on historical expansion of the city between 1990 and 2017 which are prepared according to input maps requirement. Simulation performance of SLEUTH model is well and it suggests that the model can be used for land management plan and urban development plan for Ulaanbaatar city as well as other fast-growing cities.

Түлхүүр үгс: SLEUTH, хот тэлэлт, тэлэлтийн хэв шинж, тэлэлтийн чиг хандлага

Танилцуулга

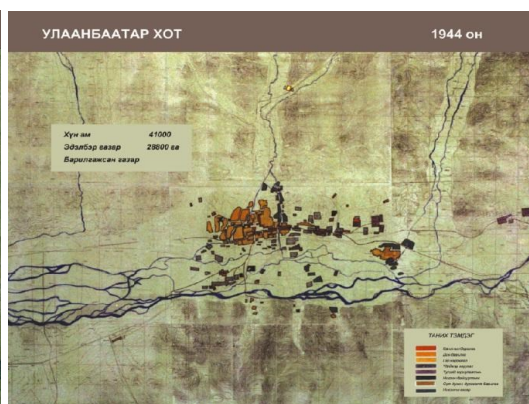
Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь Улаанбаатар хотын газар ашиглалтын өөрчлөлт буюу хотожсон талбайн орон зайн тэлэлт, түүний цаашдын хандлагыг (SLEUTH) загварыг ашиглан таамаглахад оршино. SLEUTH нь торлосон автомат (CA-cellular automaton) загварт суурилсан, хотын өсөлт болон газар ашиглалтын өөрчлөлтийн загвар бөгөөд торлолуудыг цаг хугацааны дарааллаар байрлуулж өөрчлөлтийн төлөвийг судлан, газрын бүрхэвч хөгжөөгүй төлөвөөс хөгжсөн төлөвт шилжих буюу хотжилт явагдаж байна уу гэдгийг тодорхойлдог (Clarke *et al.*, 1997). SLEUTH нь сүүлийн жилүүдэд төлөвлөлтийн зураг төслийн газарзүйн загварчлал (Clarke and Gaydos 1998, Clarke *et al.*, 1997) болон газар ашиглалтын өөрчлөлтийн судалгаануудад (Clarke *et al.*, 1997, Jantz *et al.*, 2009, Silva and Clarke 2002, Oguz *et al.*, 2007, Onsted and Clarke, 2011, Xian, 2005) эрчимтэй ашиглагдаж байгаа учраас энэхүү судалгааны арга зүй болгон сонгон авсан. SLEUTH загвар нь хамгийн анх Сан Францискогийн далайн эргийн нутаг дэвсгэрийн хотын газрын бүрхэвчийг судлахад ашиглагдсан (Clarke *et al.*, 1997). SLEUTH нь налуу (Slope), газар ашиглалт (Land use), хотжилтыг хориглох бүс (Exclusion), хотын хүрээ (Urban extent), тээвэр (Transportation) болон уулын сүүдэрлэлт (Hill-shade) зэрэг уг загварт шаардлагатай орон зайн өгөгдлийн давхаргуудын товчилсон нэр юм. Эдгээр өгөгдлийн санг ашиглахын тулд тэдгээрийг ГМС-ийн хүрээнд ашиглах боломжтой торлосон хэлбэрт хөрвүүлэх шаардлагатай. Үүнээс гадна, хотын газрын бүрхэвчийг зөвхөн хотын ба хотын бус гэсэн хоёр ангилалд ангилахыг шаарддаг. Өгөгдлүүдийг торлосон форматад оруулах нь SLEUTH болон бусад СА загваруудын үр дүнг дүрслэн харуулах, тоон үзүүлэлтээр (Oguz *et al.*, 2007) илэрхийлэх боломжийг олгодог ач холбогдолтой. Энэхүү загвар нь сансрын цуврал зургийн өгөгдлүүд дээр суурилж хотын өсөлт болон газар ашиглалтын өөрчлөлтийг зураглахаас гадна ирээдүйн төлөв, төсөөллийг загварчилдаг. SLEUTH-ийг газар ашиглалтын өөрчлөлтийн бусад торлосон автомат загваруудтай харьцуулан шалгахад тус загвар нь үнэмшилтэй, статистикийн хувьд зөв үр дүн үзүүлсэн (Jantz *et al.*, 2003). Candau (2002) SLEUTH-ийн цаг хугацаанд мэдрэг байдлыг шалган туршсан бөгөөд энэхүү загвар нь урт хугацааны түүхэн тоо баримтыг ашиглаж урт хугацааны урьдчилсан тооцоолол хийхээс илүүтэй сүүлийн үеийн тоо баримт ашиглан богино хугацааны төсөөлөл боловсруулахад илүү тохиромжтой гэдгийг баталсан. Түүнчлэн Dietzel, Clarke (2007) нарын судалгаагаар газар ашиглалтын илүү нарийвчилсан, шаталсан дэд ангиллуудыг авснаас газар ашиглалтын үндсэн буюу ерөнхий ангиллыг авч үзвэл илүү үр дүн сайтай байдаг нь нотлогдсон.

Судалгааны нутаг дэвсгэр

Улаанбаатар хотод газар нутаг олгох асуудлыг 1924 оны 6 дугаар сарын 27-нд Засгийн газрын хурлаар хэлэлцэж, “хотын төв хэсгээс гадагш эргэн тойрон найман зүгт арван таван газраар” хэмжээлэн тусгай газар нутгийг эзэмшүүлэн өгчээ. 1 газар нь 360 алд буюу 576 метртэй тэнцэх бөгөөд дунд насны эрэгтэй хүний алдыг 1 метр 50 см-ээр тооцдог байжээ (Нийслэлийн Архивын Газар¹). Тэгвэл тухайн үеийн хэмжээсээр Нийслэл Хүрээний эзэмшил нутаг нь 234,4 км²байжээ гэж тооцож болохоор байна. Түүхэн хөгжлийн явцад Улаанбаатар хот, хот байгуулалтын таван ерөнхий төлөвлөгөөний дагуу хөгжиж, хүн амын сүүршилт, нутаг дэвсгэр зохион байгуулалтын одоогийн тогтолцоог бүрдүүлжээ. Улаанбаатар хот нь эдгээр ерөнхий төлөвлөгөөнүүдийн үед хүн амын тоо нь байнга төлөвлөлтийн хугацаанаас өмнө, тооцоолсноос хэт давж байснаас гадна хотын барилгажсан талбай байнга өсөн нэмэгдэж байжээ. Тухайлбал, 1911 онд 1163 га, 1944 онд 2827 га, 1952 онд 3375га, 1961 онд 4252 га, 1974 онд 8133 га, 1986 онд 9864 га болжээ (БХБЯ, 2013) (Зураг 1). Гэхдээ энэхүү талбайн өсөлтийг шууд, энэхүү судалгааны хүрээнд яригдаж буй хот тэлэлттэй холбон тайлбарлах нь учир дутагдалтай бөгөөд эдгээр талбайн өсөлт нь удаа дараагийн ерөнхий төлөвлөгөөний дагуу барилгажуулах, орон сууцны хорооллыг нэмэгдүүлэх бодлогын тодорхой хэмжээний үр дүн гэж үзэж байна.

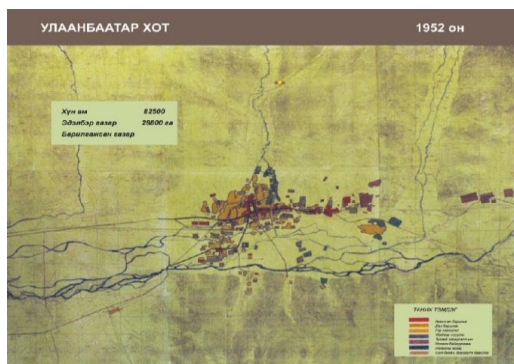


(а) Да хүрээ, 1911 он

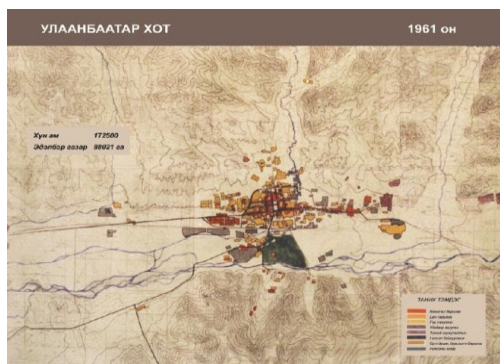


(б) Улаанбаатар хот, 1944 он

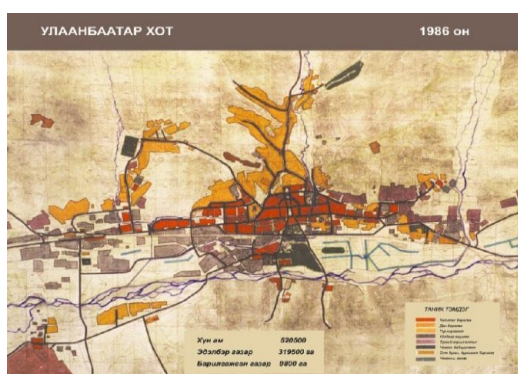
¹ http://www.archive.ub.gov.mn/index.php?option=com_content&view=article&id=1243:2012-08-15-08-57-19&catid=60:2010-09-17-18-24-52&Itemid=311 (2015 оны 3 сарын 22-нд нэвтэрсэн)



(г) Улаанбаатар хот, 1952 он



(д) Улаанбаатар хот, 1961 он



(е) Улаанбаатар хот, 1986 он

Зураг 1. Улаанбаатар хотын орон зайн өсөлтийн түүх

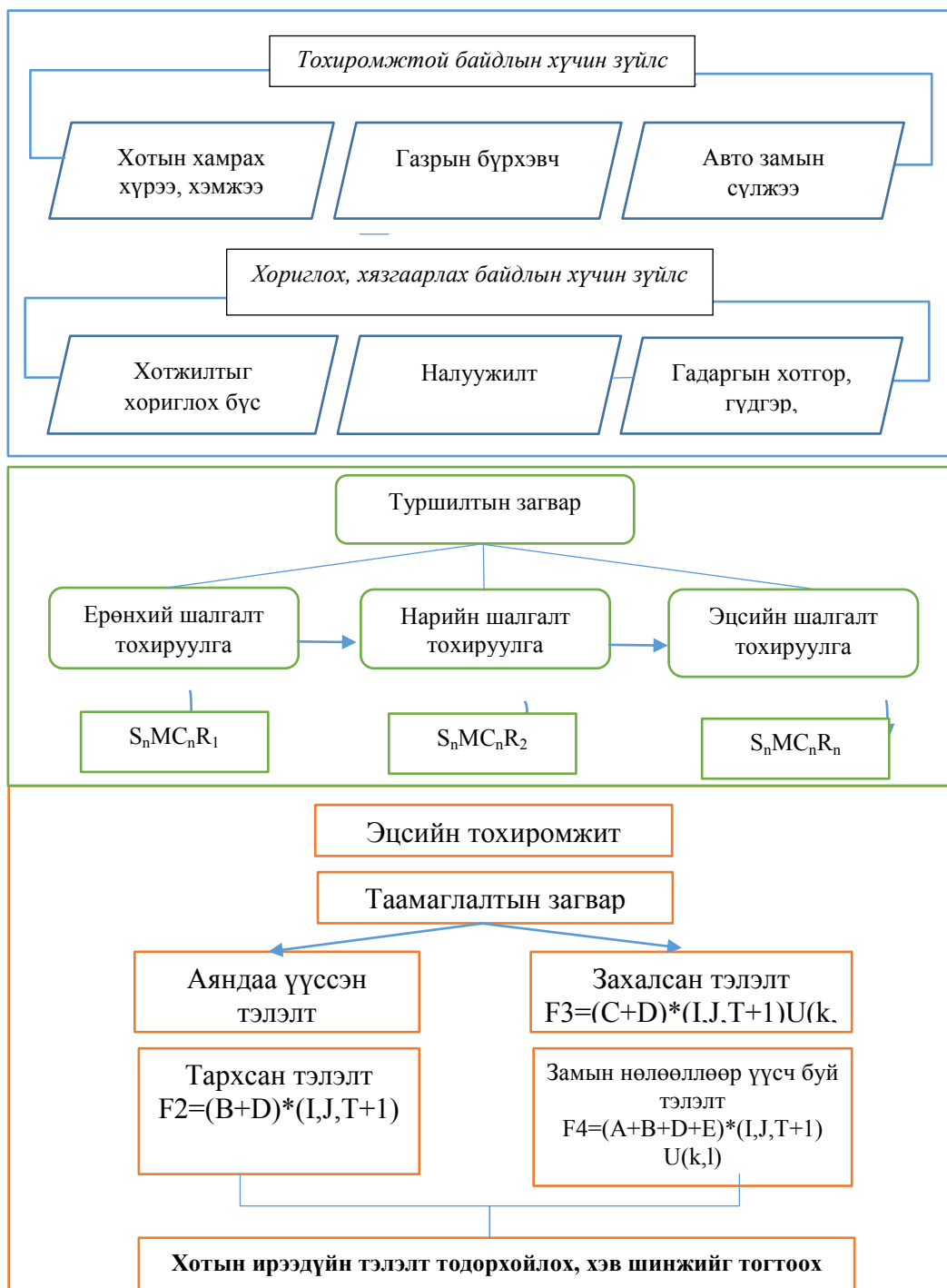
Эх сурвалж: БХБЯ, 2013

Улаанбаатар хотын дотоод бүтэц, зохион байгуулалт, хил хязгаар нэгдсэн бодлогын хүрээнд орж бүрэлдэн бий болж чадаагүй байна. Цаашид хотын тэлэлтийн хил хязгаарыг тодорхойлон, хот төлөвлөлт болон газар зохион байгуулалтын үйл ажиллагаатай уялдуулах шаардлагатай.

Судалгааны арга зүй

Улаанбаатар хотын тэлэлтийн одоогийн байдлыг тодорхойлж, ирээдүйн чиг хандлагыг таамаглах энэхүү судалгааны ажилд хотын суурин газрын тэлэлтийг тодорхойлох SLEUTH загварыг ашигласан бөгөөд уг загвар нь хот суурин газрын болон бусад газрын өөрчлөлт хувирлыг тодорхойлох торлосон автомат загвар юм.

Энэхүү судалгааны ажлыг 3 үе шаттайгаар хийж гүйцэтгэсэн (Зураг 2).



Зураг 2. Судалгааны ажлын үе шат
Эх сурвалж: Зохиогч

Суурь мэдээ бэлтгэх

Судалгааны ажлын үндсэн хэсгийг SLEUTH-CYGWIN программ дээр гүйцэтгэсэн бөгөөд SLEUTH загварын боловсруулалтад ашиглагдах өгөгдлүүд нь 6 төрлийн торлосон растер¹ зургуудыг үе давхаргууд болгон ашигладаг. Судалгаанд Улаанбаатар хотын 1990-2017 он хүртэлх 27 жилийн хугацаан дахь олон янзын эх сурвалжийн тоон мэдээлэл, растер зургийн багцыг бэлтгэсэн (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1: Бэлтгэсэн суурь зургууд, эх сурвалж

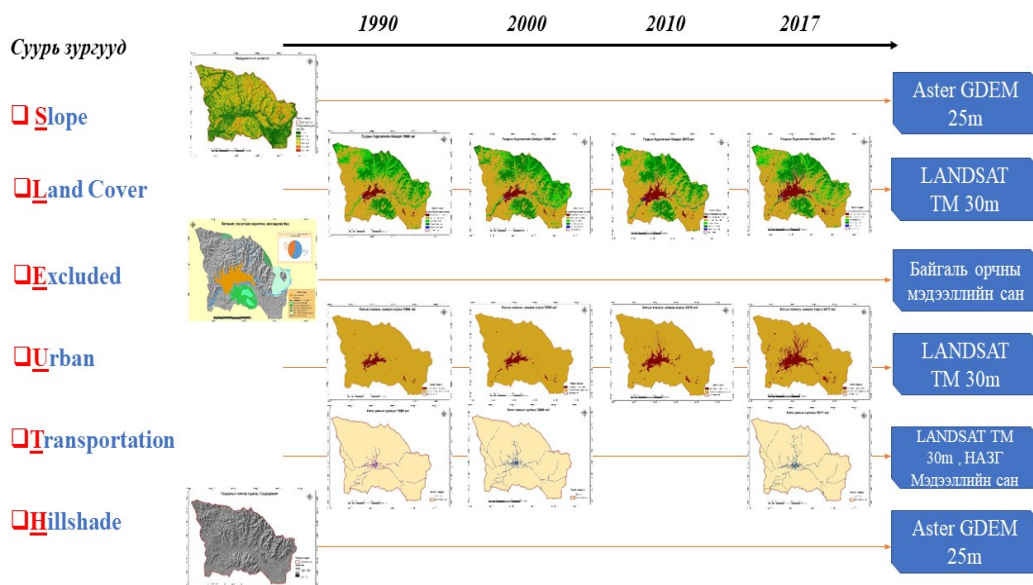
Зургийн үе давхарга	Зургийн тоо	Өгөгдлийн эх сурвалж
Налуужилт /Slope/	1	Өндрийн тоон загвар 30m /DEM/
Газар ашиглалт /Land Use/	2-4	1990, 2000, 2010, 2017 оны LANDSAT 5, 8 /30m/ хиймэл дагуулуудын Улаанбаатар хотын зургууд
Хотжилт, тэлэлтийг хориглох, хязгаарлах бүс /Excluded/	1	Судалгааны объект дахь хотжилт, суурьшлыг хориглох бүсийн зураглал
Хотын хүрээ, хэмжээ / Urban Extent /	4	1990, 2000, 2010, 2017 оны LANDSAT TM хиймэл дагуулын Улаанбаатар хотын сургалттай ангиллын зургууд
Авто замын сүлжээ Transportation/	3	1990, 2000, 2017 оны оны LANDSAT 5, 8 /30m/ хиймэл дагуулуудын Улаанбаатар хотын зургууд дээр сургалттай ангиллын үр дүнг НАЗГ-аас гаргасан архивын мэдээлэлтэй харьцуулалт
Гадаргын хотгор гүдгэр, Сүүдэрлэлт /Hillshade/	1	Өндрийн тоон загвар 30m /DEM/

Эх сурвалж: Зохиогч

Зургийн боловсруулалтыг SLEUTH загварын оролтын зургийн формат шаардлагын дагуу ArcGis 10.3, ENVI 5.4, ERDAS IMAGINE 2014 болон

¹ 2- хэмжээст орон зайд жигд тархсан тодорхой тоон утга бүхий нүднүүдийн олонлог. (Газарзүйн Мэдээллийн Системийн Үндэс. 2011)

газарзүйн мэдээллийн систем, зайнаас тандан судлалын бусад программуудыг ашиглан хийж гүйцэтгэсэн (Зураг 3).



Зураг 3. Оролтын зургийн боловсруулалт

Эх сурвалж: Зохиогч

Шалгалт, тохируулга

SLEUTH загварын боловсруулалтын хамгийн чухал хэсэг нь шалгалт тохируулгын үе бөгөөд шалгалт тохируулгын хэсэг нь гурван үе шатнаас бүрдэнэ. Үүнд: Ерөнхий /Course/, Нарийн /Fine/, Эцсийн /Final/ шалгалт тохируулга орно (Kumar *et.al.*, 2011).

Ерөнхий болон нарийн шалгалт тохируулгын загварын үе шатанд программ үнэн зөв ажиллаж буйг хянах, бэлтгэсэн өгөгдлүүдийг анхны байдлаар туршиж загварын тохирох өгөгдөлтэй нийцэж буй эсэхийг хянаж баталгаажуулж, туршилтын загварыг гаргаж ирэх зорилготой. Эцсийн шалгалт тохируулгыг дээрх хоёр шалгалт тохируулгын үр дүнд гарж ирсэн тэлэлтийг илэрхийлэх индекс үзүүлэлтүүдийн багц утгыг үндэслэн ирээдүйн тэлэлтийг таамаглах загварыг олох зорилготой бөгөөд ингэснээр түүхэн цаг хугацааны туршид өсөлтийг үр дүнтэйгээр загварчлах боломжтой.

Энэхүү судалгаанд шалгалт тохируулгуудын зургийн пикселийн хэмжээг дараах байдлаар тохируулсан (Хүснэгт 2).

-Ерөнхий шалгалт тохируулга - 80 м

-Нарийн шалгалт тохируулга - 30 м

-Эцсийн шалгалт тохируулга - 50 м

Хүснэгт 2. Зургийн масштабд тохирох нарийвчлал

Зургийн масштаб	Боломжит хэмжээ, м	Растер зургийн нарийвчлал, м
1: 1 000	1	0.5
1: 5 000	5	2.5
1: 10 000	10	5
1: 50 000	50	25
1: 100 000	100	50
1: 250 000	250	125
1: 500 000	500	250
1: 1 000 000	1000	500

Эх сурвалж: Зохиогч

Тохируулгын дараалсан үе шат болгоны эцэст загвар зургуудын хамт загварчлал хэр үнэн зөв хийгдэж байгааг батлах индексийн утгуудыг программ гаргаж үзүүлнэ (Хүснэгт 3).

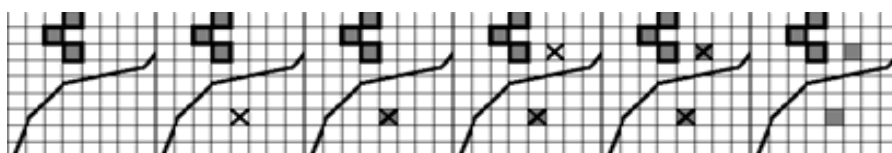
Хүснэгт 3. Шалгалт тохируулгын индексүүд

Индекс	Тайлбар
Үр дүн /Product/	Бүх онооны үр дүн болох нийлбэр индекс
Харьцуулалт /Compare/	Хот суурин газрын эцсийн загварыг хот суурин газрын бодит түвшинд харьцуулсан харьцуулалт
Нягтрал /Population/	Загварчилсан хотжилтын регрессийн хамгийн бага оноог хяналтын жилийн бодит хотжилттой харьцуулсан харьцуулалт
Зах, ирмэг /Edges/	Хотын захын шугамаар тооцсон регрессийн онооны хамгийн бага тоог хяналтын хотуудын тоотой харьцуулсан бодолт
Кластер /Cluster/	Загварчилсан хот суурин газрын кластерын итгэлцүүрийн доод хязгаарыг мэдэгдэж буй хот суурин газрын кластертай харьцуулсан харьцуулалт
Дундаж налуужилт /Average Slope/	Загварчилсан хотжилтын торлолын харьцааг хяналтын жилийн мэдэгдэж буй хотуудын торлолын дундаж налуужилттай харьцуулсан байдал
Дундаж X /Xmean/	Загварчилсан хот суурин газрын торлолын дундаж x утгыг хяналтын жилүүдэд мэдэгдэж буй хотын торлолын дундаж "X" утгатай харьцуулсан харьцуулалт
Дундаж Y /Ymean/	Загварчилсан хотын торлолын хяналтын жилүүдэд мэдэгдэж буй хотын торлолын дундаж "y" утгатай харьцуулсан харьцуулалт

Эх сурвалж: Jantz, 2009

Таамаглал дэвшүүлэх

Загварчлах сүүлийн алхам нь урьдчилан таамаглах үе шат. Загварын таамаглах үе шатанд таамаглал дэвшүүлэх оныг тодорхойлж, эцсийн шалгалт тохируулгын оролтын зургууд болон дундаж итгэлцүүрүүдыг ашиглан Улаанбаатар хотын тэлэлтийн ирээдүйн чиг хандлагыг таамаглах юм. Таамаглал дэвшүүлэх үе шатны үр дүнд SLEUTH загвар таамаглал дэвшүүлж буй он хүртэлх жил бүрийн зургууд /output/ тэдгээрийн тэлэлтийн дундаж итгэлцүүрүүд болох 1-100 хүртэлх 5 итгэлцүүр гаргаж ирэх бөгөөд эдгээр итгэлцүүрүүдийн хамгийн өндөр утгыг ашиглан ирээдүйн тэлэлтийг хэв шинжийг тодорхойлно. Аяндаа үүсч буй, тархсан, захалсан, зам дагасан гэсэн дөрвөн хэв шинжийн тэлэлт байна (Clarke *et al.*, 1997, Jantz, 2009, Candau, 2002) (Зураг 4).



(а) Аяндаа үүсч буй тэлэлт

Зураг 4. Тэлэлтийн хэв шинжүүд

$$F1=(A+D)*(I,J,T+1)$$

F1-Аяндаа үүсч буй тэлэлтийн хэв шинж

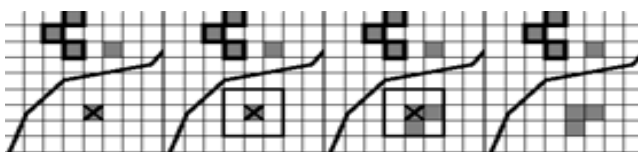
T-Загварчилж буй хотын тухайн жилийн он

A-Сарнилтын итгэлцүүр

I-Босоо шугамын дагуух пикселийн тоо

D-Налуужилтийн итгэлцүүр

J-Хэвтээ шугамын дагуух пикселийн тоо



(б) Тархсан тэлэлт

$$F2=(B+D)*(I,J,T+1)$$

F2-Тархсан тэлэлтийн хэв шинж

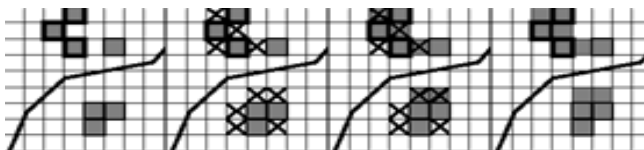
T-Загварчилж буй хотын тухайн жилийн он

B-Шинээр нэмэгдэх нягтралын итгэлцүүр

I-Босоо шугамын дагуух пикселийн тоо

D-Налуужилтийн итгэлцүүр

J-Хэвтээ шугамын дагуух пикселийн тоо



(в) Захалсан тэлэлт

$$F3=(C+D)*(I,J,T+1)U(k,l)$$

F3-Захалсан тэлэлтийн хэв шинж

T-Загварчилж буй хотын тухайн жилийн он

C-Тархалтын итгэлцүүр

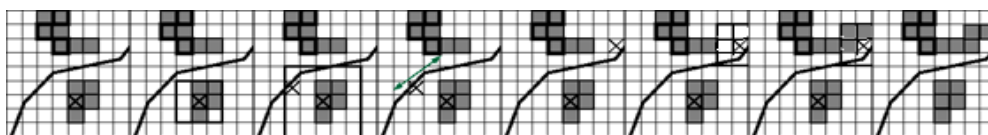
I-Босоо шугамын дагуух пикселийн тоо

D-Налуужилтийн итгэлцүүр

J-Хэвтээ шугамын дагуух пикселийн тоо

k- "Т"-тай хамгийн ойр орших пиксел

l-тай "J"-тай хамгийн ойр орших пиксел



(г) Замын нөлөөллөөр үүсч буй тэлэлт

$$F4=(A+B+D+E)*(I,J,T+1)$$

F4-Замын нөлөөллөөс үүсэх тэлэлтийн хэв шинж

E-Авто замын таталцлын итгэлцүүр

A-Сарнилт итгэлцүүр

T-Загварчилж буй хотын тухайн жилийн он

B- Шинээр нэмэгдэх нягтралын итгэлцүүр

I-Босоо шугамын дагуух пикселийн тоо

D-Налуужилтийн итгэлцүүр

J-Хэвтээ шугамын дагуух пикселийн тоо

Судалгааны үр дүн

SLEUTH загвар ашиглан Улаанбаатар хотын 1990 оноос 2017 он хүртэлх хугацааны тэлэлт болон 2040 хүртэлх чиг хандлагыг таамагласан. Загварчилсан хотын тархалт, тэлэлтийг “Lee-Sallee” индексээр (1) баталгаажуулдаг бөгөөд энэхүү индекс нь бодит тэлэлтийг загварчилж буй тэлэлтийн хэлбэр бүтцийн хамаарлыг тодорхойлдог (Kenneth, 2014)

$$\text{Lee-Sallee} = (A \cap B) / (A \cup B) \quad (1)$$

A = Загварчилж буй хотын тэлэлт, тархалт B = Хотын бодит тархалт, тэлэлт

Ерөнхий, Нарийн, Эцсийн шалгалт тохируулга дахь “Lee-Sallee” индексийн утгууд 0.5429, 0.6194, 0.6319 байдлаар гарсан. Lee-Sallee индекс утга 0.54 буюу түүнээс дээш байвал тухайн судалгааны объектод тохиромжтой гэж үздэг (Silva and Clarke, 2002).

Загварчилж буй хотын талбайн харьцааг бодит тэлэлтийн талбайтай Талбайн индексээр (2, 3) тодорхойлно.

$$\text{Хэрвээ } (AS < AA) \text{ байвал Талбайн харьцаа} = AS / AA \quad (2)$$

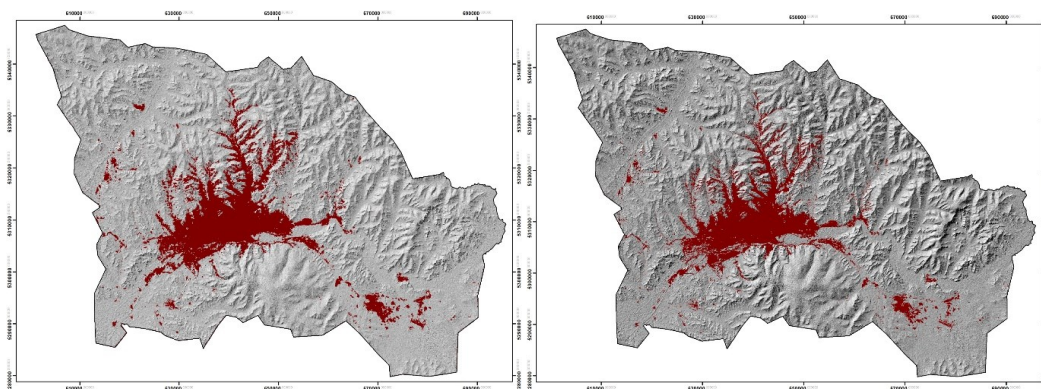
$$\text{Хэрвээ } (AS > AA) \text{ байвал Талбайн харьцаа} = 2 - (AS / AA) \quad (3)$$

AS = Загварчилж буй хотын талбай AA = Өмнөх оны хотын талбай

Энэхүү судалгааны Талбайн индекс утгууд 92.10%, 93.98% and 94.80% байгаа нь Lee-Sallee индекс утгатай тохирч байгааг илтгэж байна.

Бодит тэлэлт
38464.02 га

SLEUTH загварын загварчилсан тэлэлт
37364.02 га



Зураг 5. SLEUTH загварын өмнөх цаг хугацааны өгөгдлийн үндэслэн тэлэлтийн өнөөгийн байдлыг загварчилсан байдал

Эх сурвалж: Зохиогч

3 өөр зургийн нарийвчлал дахь хамгийн тохиромжтой дундаж индексийн утгыг Monte-Carlo 10 удаагийн давталтын шалгалт-тохируулгын дүнг Хүснэгт 4-т харуулав. Шаталсан тохируулгууд болох ерөнхий, нарийн болон эцсийн шалгалт тохируулгын үр дүнг хүснэгт 5-д үзүүлээ.

Хүснэгт 4. SLEUTH загвараас гаргасан тэлэлтийн дундаж индексийн утгууд /0-1/

Үр дүн	Харьцуулалт	Зах, ирмэг	Кластер	Налуужилт	Дундаж Х	Дундаж Y
Ерөнхий шалгалт тохируулга						
0.76	0.23	0.71	0.61	0.3	0.94	0.85
Нарийн шалгалт тохируулга						
0.87	0.30	0.86	0.67	0.3	0.94	0.87
Эцсийн шалгалт тохируулга						
0.92	0.35	0.88	0.77	0.3	0.95	0.89

Эх сурвалж: Зохиогч

Хүснэгт 5. Тэлэлтийн дундаж итгэлцүүрийн утгууд /0-100/

Сарнилт	Шинээр үүсэх нягтрал	Тархалт	Налуужилт	Авто замын таталцал
Ерөнхий шалгалт тохируулга				
10.3	30	74.3	39.1	57.1
Нарийн шалгалт тохируулга				
10.4	30	75	39.1	59.9
Эцсийн шалгалт тохируулга				
10.4	30	75.2	38.2	59.9

Эх сурвалж: Зохиогч

Эдгээр утгуудаас үзэхэд эцсийн шалгалт тохируулгын үр дүн илүү өндөр гарч ирж байна.

Ийм учраас эцсийн шалгалт тохируулгад ашигласан суурь зураг, тэлэлтийн итгэлцүүрүүдийг ашиглан Улаанбаатар хотын тэлэлтийг тодорхойлж таамагласан (Хүснэгт 6).

Хүснэгт 6. Хотын хамрах хүрээ, газрын бүрхэвчийн өөрчлөлт 1990-2017он

	1990		2000		2010		2017	
	Талбай /га/	Нийт эзлэх %	Талбай /га/	Нийт эзлэх %	Талбай /га/	Нийт эзлэх %	Талбай /га/	Нийт эзлэх %
Хотожсон талбай	16875.7	4.28	20510.3	5.20	30258.25	7.67	38464.02	9.75
Бусад хотжоогүй талбай	230598.6	58.45	221558.6	56.16	229920.1	58.28	217820.9	55.21
Ойн сан бүхий талбай	76723.1	19.45	91167.8	23.11	76903	19.49	68468.1	17.35
Ургамлан нөмрөг	68920.9	17.47	59482.1	15.08	55810.7	14.15	68906.4	17.47
Усан сан бүхий талбай	1426.1	0.36	1819.07	0.46	1649.7	0.42	863.5	0.22

Эх сурвалж: Зохиогч

1990-2017 хүртэлх Улаанбаатар хотын тэлэлт, хамрах хүрээ тогтмол нэмэгдэж байгаа бөгөөд 2000-2017 он хүртэл тэлэлтийн хурд нэмэгдсэн байна (График 1).

График 1: Улаанбаатар хотын тэлэлтийн өөрчлөлт /га/



Эх сурвалж: Зохиогч

Таамаглал дэвшүүлэх-Одоо цаг үеэс ирээдүйн цаг хугацаан дахь тэлэлтийн загварчлал

Улаанбаатар хотын 2018-2040 он хүртэлх тэлэлтийн өөрчлөлтийг авч үзэхэд тогтмол 1.5-2.8 хувиар нэмэгдэх төлөв ажиглагдаж байгаа бөгөөд тэлэлтийн хувь 2034-2040 онуудад харьцангуй буурах төлөв ажиглагдаж байна (График 2).

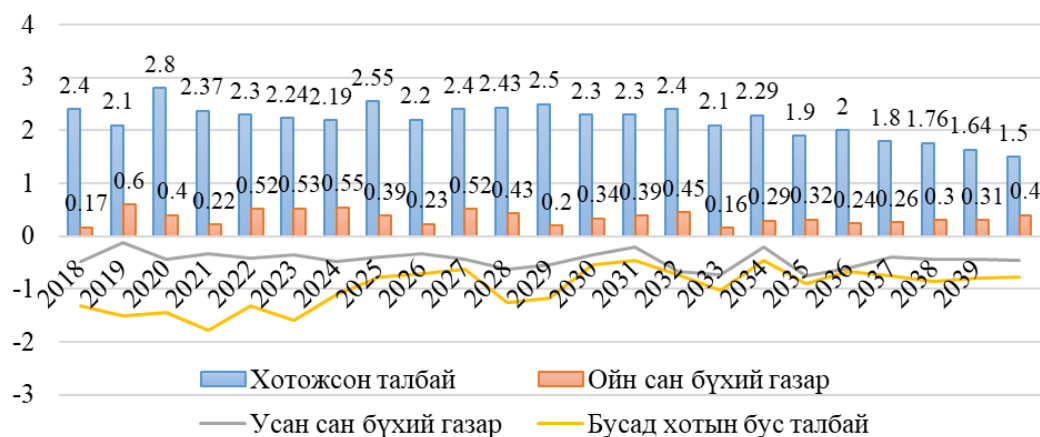
График 2: Улаанбаатар хотын тэлэлтийн өөрчлөлт 2018-2040 он /га/



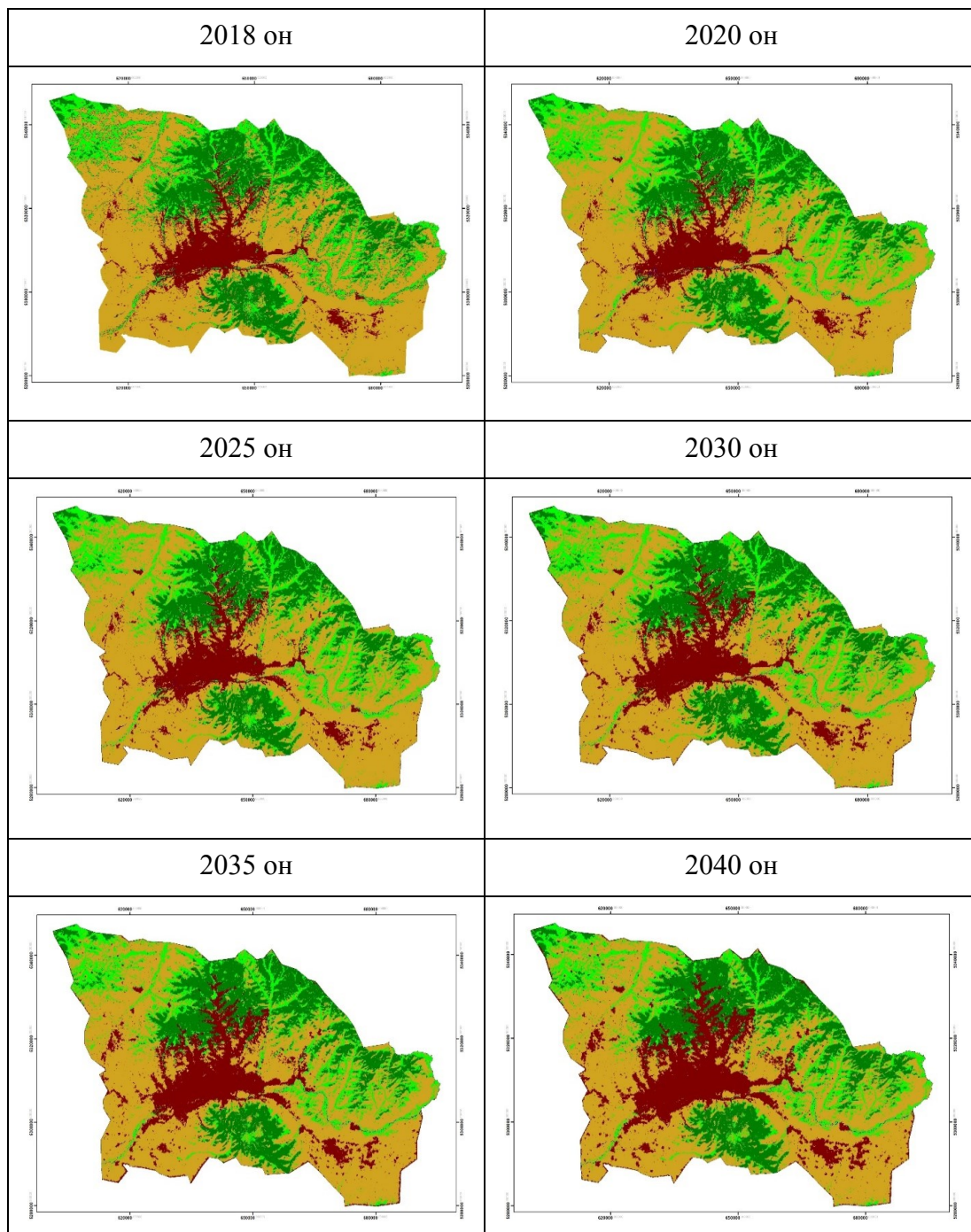
Эх сурвалж: Зохиогч

Харин 2018-2040 он хүртэлх газрын бүрхэвчийн өөрчлөлтийг авч үзэхэд ойн сан бүхий газрын талбайн өөрчлөлт харилцан адилгүй байх бол усан сан бүхий газар болон хотын бус бусад талбай тогтмол багасах хандлага илэрч байна (График 3).

График 3: Улаанбаатар хотын газрын бүрхэвчийн өөрчлөлт 2018-2040 он /хувиар/



Эх сурвалж: Зохиогч



Зураг 6: Газрын бүрхэвчийн өөрчлөлт, ирээдүйн чиг хандлага
Эх сурвалж: Зохиогч

Хүснэгт 7: Тэлэлтийн хэв шинжийг тодорхойлох итгэлцүүрүүдийн үр дүн

Сарнилт	Шинээр нэмэгдэх нягтрал	Тархалт	Налуужилтын хязгаарлалт	Замын таталцал
9.16	31.1	68.13	36.89	53.04

Эх сурвалж: Зохиогч

Тэлэлтийн хэв шинжийг тодорхойлох дараах итгэлцүүрүүд байдаг (Claire, 2009).

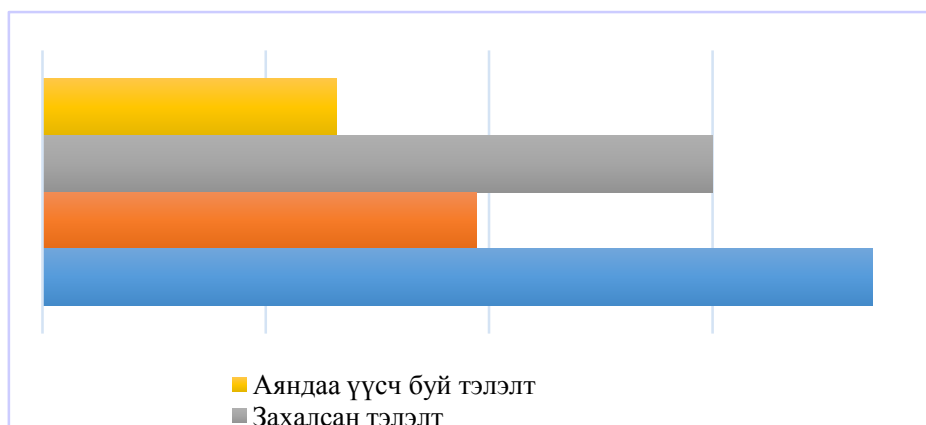
- **Сарнилтын** итгэлцүүр нь аяндаа үүсч буй тэлэлтийг илэрхийлнэ.
- **Шинээр нэмэгдэх нягтралын** итгэлцүүр нь санамсаргүй тэлэлтээр бий болсон шинэ тархалтын төвийг тодорхойлно.
- **Тархалтын** итгэлцүүр нь хотын төв болон зах хэсгээр нэмэгдэн тэлж буйг илэрхийлнэ.
- **Налуужилтын хязгаарлалт** нь хотжилтыг бууруулах налуужилтын нөлөөлөл.
- **Замын таталцал** нь авто замын сүлжээний дагуух хотын тэлэлтийг харуулдаг.

Хүснэгт 8: Хотын тэлэлтийн хэв шинжүүд болон тэлэлтийн итгэлцүүрүүдийн хамаарал

Хотын тэлэлтийн хэв шинж	Хэв шинжид хамаарах тэлэлтийн коэффициент
Аяндаа үүсч буй тэлэлт	Сарнилт
Тархсан тэлэлт	Шинээр нэмэгдэх нягтрал
Захалсан тэлэлт	Тархалт, Замын таталцал
Замын нөлөөллөөр үүсэх тэлэлт	Сарнилт, Сүлжээний нягтшил, Замын таталцал, Налуужилтын хязгаарлалт

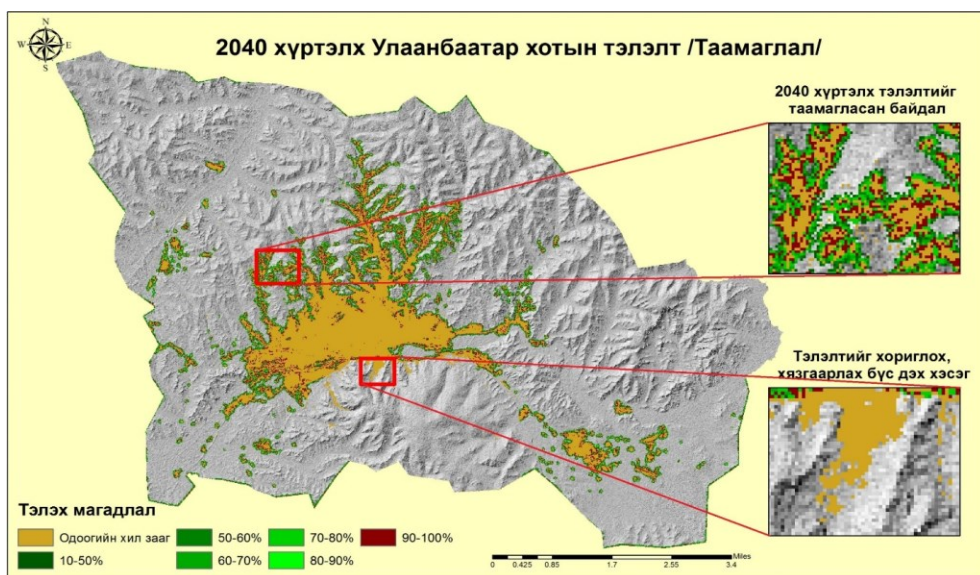
Эх сурвалж: Jantz 2009

График 4: Тэлэлтийн хэв шинж, тэдгээрийн харьцуулалт



Эх сурвалж: Зохиогч

Графикаас үзвэл захалсан тэлэлт болон авто замын нөлөөллөөр үүсэх тэлэлтийн хэв шинж давамгайлж байна.



Зураг 7: Улаанбаатар хотын 2040 он хүртэлх тэлэлтийн таамаглал загварчлал

Эх сурвалж: Зохиогч

2040 он хүртэлх хот тэлэх боломжтой газруудыг магадлалаар зураглаж, одоогоор зарим суурьшил үүссэн байгаа хэсгүүд тэлэлтийг хориглох, хязгаарлах бүсэд орсон байгаа тул нэмж тэлэх боломжгүй гэж үзэн өөрчлөлт ороогүй байна (Зураг 7).

Шүүн хэлэлцэхүй

Хотын тэлэлт нь нарийн төвөгтэй үзэгдэл бөгөөд ихэвчлэн хүн амын өсөлттэй холбоотой барилгажилтын хэрэгцээ шаардлага нэмэгдсэнээр бий болдог. Ингэснээр ой, бэлчээр зэрэг экосистемийн хувьд үнэ цэнэтэй өргөн уудам нутаг дэвсгэр хотын нутаг дэвсгэрт хамрагдан барилгаждаг. Энэхүү өгүүлэлд, хотын өсөлтийн SLEUTH загварыг ашигласан бөгөөд тус загварын нарийвчлал нь хотын газрын өсөлтийг хотын хөгжлийн түүх болон параметрийн калибрациас хамааруулан загварчилдаг. Параметрийн калибраци нь хотын түүхэн хугацааны газар ашиглалтын өөрчлөлт дээр тулгуурлан хийгддэг (Clarke and Gaydos 1998, Jantz *et al.*, 2004). Түүхэн өгөгдлүүд болон параметруудийг өөрчлөх, эсвэл хотжилтыг хориглох бүсийг судалгааны зорилгод тохируулан сонгосноор ирээдүйн хот өсөлт болон газар ашиглалтын өөрчлөлтийг таамаглах боломж олгодог. Гэхдээ, SLEUTH загвар нь нийгэм эдийн засгийн өгөгдлүүдээс илүүтэйгээр тухайн нутаг дэвсгэрийн байр зүйн онцлог, физик шинж чанаруудыг өгөгдлийн мэдээлэл болгон ашигладаг тул хотын орон зайн өсөлт, тэлэлтийг загварчлахад илүү тохиромжтой (Sakieh *et al.*, 2014). Түүнээс гадна, газрын гадарга харьцангуй тэгш нутаг дэвсгэрүүдэд загварын оролтын налуугийн өгөгдлийг амьдрах орчны чанарын өгөгдлөөр орлуулан (Li, 2018) хотын өсөлтийг хязгаарлах хүрээлэн буй орчны чанарыг загварчлах боломжтой.

Дүгнэлт

Улаанбаатар хотын тэлэлтийн өнөөгийн байдлыг тодорхойлж, ирээдүйн чиг хандлагыг таамаглах энэхүү судалгааны ажил нь сүүлийн жилүүдэд дэлхий даяар өргөн ашиглагдах болсон SLEUTH торлосон загвар дээр үндэслэгдсэн бөгөөд судалгааны үр дүнгээс үзэхэд 1990-2040 хүртэлх нийт тэлэлтийн үр дүнг авч үзэхэд 1999-2013 он хүртэл тэлэлтийн хувь хамгийн өндөр байсан бол газрын нөөц, хязгаарлах хүчин зүйлсийн нөлөөгөөр тэлэлтийн хурд харьцангуй удаашрах, багасах төлөв ажиглагдаж байна.

Улаанбаатар хотын ирээдүйн тэлэлтийг таамаглах итгэлцүүрүүдээс тархалт, авто замын таталцал утгууд хамгийн өндөр гарч ирж байгаагаас үзэхэд ирээдүйд захалсан тэлэлт болон авто замын нөлөөллөөр үүсэх тэлэлт нэмэгдэх магадлалтай байна. Энэхүү загварыг судалгааны объектын онцлогоос хамааран тохируулан ашиглах, хөгжүүлэх боломжтой бөгөөд хотын ирээдүйн тэлэлтийн хэв шинжийг тодорхойлж буйгаас гадна тэлэн суурьших боломжтой газрыг тогтоож байгаа нь энэхүү загварыг цаашид суурьшил, хотжилт хурдацтай явагдах магадлалтай бүс, аймаг болон сумдын хүрээнд ашиглан цаашдын хот төлөвлөлт, газар зохион байгуулалттай уялдуулах бүрэн боломжтой юм.

Ном зүй

- БХБЯ., 2013. Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх Ерөнхий Төлөвлөгөөний тодотгол, 2030 он хүртэлх хөгжлийн чиг хандлага: Улаанбаатар хотын өнөөгийн байдлын судалгаа, дүгнэлт Боть I, Улаанбаатар хот.
- Clarke K., Hoppen S. and L. Gaydos., 1997. A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24 (2), pp. 7-14.
- Jantz C. A., Goetz S. J. and Shelley M. K., 2003. Using the SLEUTH urban growth model to simulate the impacts of future policy scenarios on urban land use in the Baltimore-Washington metropolitan area, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, pp. 251–271.
- Candau, J. C., 2002. Temporal Calibration Sensitivity of the SLEUTH Urban Growth Model. M.A. Thesis, University of California, Santa Barbara, USA
- Dietzel C. and Clarke K.C., 2007. Toward Optimal Calibration of the SLEUTH Land Use Change Model. *Transactions in GIS*, 11(1), pp. 29-45.
- Clarke K. and Gaydos L. J., 1998. Loose-coupling a cellular automaton model and GIS: long-term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore. *International Journal of Geographical Information Science*, 12 (7), pp. 699-714.
- Oguz H., Klein A.G. and Srinivasan R., 2007. Using the Sleuth Urban Growth Model to Simulate the Impacts of Future Policy Scenarios on Urban Land Use in the Houston-Galveston-Brazoria CMSA. *Research Journal of Social Sciences*, 1, pp. 72-82
- Dietzel C. and Clarke K.C., 2007. Toward Optimal Calibration of the SLEUTH Land Use Change Model. *Transactions in GIS*, 11(1), pp. 29-45.
- Jantz, C.A., Goetz, S.J. and Shelley, M.K., 2004. Using the SLEUTH urban growth model to simulate the impacts of future policy scenarios on urban land use in the Baltimore-Washington metropolitan area. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, pp. 251–271.
- Jantz C. A., Goetz S. J., Donato D. and Claggett. P., 2009. Designing and implementing a regional urban modelling system using the SLEUTH cellular urban model. *Computers, Environment & Urban Systems*, 34, pp. 1-16.
- Jantz C. A., 2009. pp. 5-34. Simulating Urban Growth with the SLEUTH Model: The Training Manual, (Pennsylvania: Shippensburg University Press)
- Kenneth M., 2014. Applying Cellular Automata for Simulating and Assessing Urban Growth Scenario Based in Nairobi, Kenya, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 5(2), pp. 34-35.
- Kumar L., Sawant N. and Kumar S., 2011. Forecasting urban growth based on GIS, RS and SLEUTH model in Pune metropolitan area. *International journal of geomatics and geosciences*, 2(2), pp. 568–579.

- Li F., Wang L., Chen Z., Clarke K., Li M. and Jiang P., 2018. Extending the SLEUTH model to integrate habitat quality into urban growth simulation. *Journal of Environmental Management*, 217, pp. 486-498
- Onstead J. and Clarke K., 2011. Forecasting Enrollment in Differential Assessment Programs Using Cellular Automata. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 38(5), pp. 829-849.
- Sakieh Y., Amiri B. J., Danekar A., Feghhi J. and Dezhkam S., 2014. Simulating urban expansion and scenario prediction using cellular automata urban growth model, SLEUTH, through a case study of Karaj City, Iran. *Hous and the Built Environ*, 30, pp.591-611
- Silva E. A. and K. C. Clarke., 2002. Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Portugal. *Computers, Environment & Urban Systems*, 26, pp. 525-552.
- Xian G., 2005. Dynamic modeling of Tampa Bay urban development using parallel computing. *Computers & Geosciences*, 31, pp. 920-928

**ТАНДАН СУДАЛГААНЫ МЭДЭЭЛЛИЙГ АШИГЛАН БЭЛЧЭЭРИЙН
УРГАЦ БОЛОН БАГТААМЖ ТОДОРХОЙЛОХ НЬ
(Сүхбаатар аймгийн Эрдэнэцагаан сумын жишээн дээр)**

**П.Мягмарцэрэн¹, И.Мягмаржав², Б.Батбилэг², Д.Дорлигжав¹, Д.Цэвэгмид³,
Л.Олзбаяр¹, Ж.Ундрах¹, Ц.Баатарсүх¹**

¹Монгол Улсын Их Сургууль, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Газарзүйн Тэнхим,
Улаанбаатар хот, Монгол Улс

²Хөдөө Аж Ахуйн Их Сургууль, Агро-экологийн Сургууль, Газрын менежментийн
тэнхим, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

³Геоботаник ХХК, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

Зохиогчтой холбогдох цахим шуудан: land_management@num.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Бэлчээрийн даац, багтаамжийг тооцохын тулд тухайн жилийн ургацын мэдээллийг ашиглах шаардлага тавигддаг. Бэлчээр, хадлангийн ургац хуримтлал нь ургамлын зүйлийн бүрэлдэхүүн, биоморфологийн онцлог, ургах орчин, тухайн жилийн цаг уурын нөхцөлөөс хамааран бүс, бүслүүрээр харилцан адилгүй өөр өөр хэмээр явагддаг. Бэлчээрийн ургац нь бэлчээрийн нөөц, бэлчээрийн даац болон багтаамжийг тодорхойлох, газрын доройтлыг үнэлэх хамгийн чухал үзүүлэлтийн нэг бөгөөд тэдгээр мэдээлэлд тулгуурлан бэлчээрийн менежментийг зөв зохистой явуулдаг. Орчин үеийн техник технологи, өндөр нарийвчлалын сансрын хиймэл дагуулын мэдээ, шинжлэх ухааны сүүлийн үеийн арга, аргачлалыг ашиглан ургац, биомассыг тодорхойлох боломжийг бидэнд олгож байна. Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь бэлчээрийн биомассыг тодорхойлон Сүхбаатар аймгийн Эрдэнэцагаан сумын ургацын динамик шинжилгээ хийхэд оршино. Ландсат хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан зайнаас тандан судлах аргаар бэлчээрийн ургацыг тооцож, газрын хэмжилтийн 7-р сарын ургацын мэдээтэй харьцуулан ANOVA болон корреляцын шинжилгээ хийж үзэхэд детерминацын коэффициент нь $R^2=0.51$, хамаарлын коэффициент $r=0.71$, статистик үнэмшлийн утга $p<0.001$ байна. Энэ нь ургацыг хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан тооцох боломжтойг харуулж байна.

ABSTRACT

It is necessary to use biomass data of the current year to calculate grazing capability and carrying capacity of pastureland. Depending on the plant species composition, biomorphological features, growth environment and weather conditions of the year, biomass of pasture and hayland vary in degrees by regions and zones. Pasture biomass or bioproductivity is one of the most important indicators to estimate pasture resources, grazing capability, and carrying capacity of pastureland, and to assess land degradation. Pasture will be properly managed based on this data. We are able to estimate grazing yield and biomass using modern technologies such as high-resolution satellite data and latest scientific methods. The main purpose of this research is to conduct estimation dynamic analysis of pasture biomass of Erdenetsagaan soum in Sukhbaatar aimag. By calculating pasture yield using remote sensing method based on Landsat satellite data, comparing July yield data of land survey, and conducting ANOVA and correlation analysis, we found out that determination coefficient was $R^2=0.51$, correlation coefficient $r=0.718$, statistical confidence value was $p<0.001$. This result demonstrates that yield can be calculated using satellite data according to our proposed method.

Түлхүүр үгс: Бэлчээрийн даац, бэлчээрийн багтаамж, биомасс

Оршил

Аймаг, нийслэлийн газар зохион байгуулалтын ерөнхий болон тухайн жилийн төлөвлөгөө, нутаг дэвсгэрийн хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөөний ажлын хүрээнд бэлчээрийн менежмент, төлөвлөлтийн ажлыг хийж гүйцэтгэх шаардлагатай байдаг (Жигжидсүрэн, 2005). Бэлчээрийн менежмент, төлөвлөлтийн ажлын хүрээнд хийгддэг нэг чухал ажил нь бэлчээрийн даац, багтаамжийг тооцох ёстой байдаг (Мягмарцэрэн, 2011). Бэлчээрийн даац, багтаамжийг тооцохын тулд тухайн жилийн ургацын мэдээллийг ашиглах шаардлага тавигддаг. Учир нь бэлчээр, хадлангийн ургац хуримтлал нь ургамлын зүйлийн бүрэлдэхүүн, биоморфологийн онцлог, ургах орчин, тухайн жилийн цаг уурын нөхцөлөөс хамааран бүс, бүслүүрээр харилцан адилгүй өөр өөр хэмээр явагдана (Батбилэг нар, 2014). Гэтэл бэлчээрийн хянан баталгааны суурь судалгааны материалын ургацын мэдээлэл нь 5-аас доошгүй жилийн өмнөх хуучирсан шаардлага хангахгүй мэдээлэл байдаг. Дэлхий дахинд зайнаас тандан судлалын арга технологийг бэлчээрийн менежментийн салбарт 1980-аад оноос хэрэглэж эхэлсэн (Tueller, 1989) бөгөөд тус технологи нь бэлчээрийн нөөцийг тодорхойлох, хяналт, шинжилгээ, мониторинг хийх, нөхцөл байдлыг тооцох зэрэгт хэрэглэгдэж байжээ. Орчин үеийн техник технологи, өндөр нарийвчлалын сансрын хиймэл дагуулын мэдээ, шинжлэх ухааны сүүлийн үеийн арга, аргачлалыг ашиглан ургац, биомассыг тодорхойлох боломжийг бидэнд олгож байна (Hirano and Batbileg 2014). Хиймэл дагуулын мэдээг татаж авах, агаар мандлын заслага хийх, ургамлын индекс (VI), ургамлын биомасс тодорхойлох зэрэг нь нэлээд нарийн төвөгтэй арга зүйн дагуу хийгддэг учир товч байдлаар орууллаа.

Судалгааны арга зүй

Бид судалгаандаа орон зай, цаг хугацааны шийдлийн хувьд 4 төрлийн хиймэл дагуулын мэдээ болон хээрийн судалгааны үр дүнг ашиглав. Дүрс зургийн боловсруулалтыг ENVI+IDI, Mathlab 2013 программ хангамж, газарзүйн мэдээллийн системийн ArcGIS 9.3 программ хангамж, статистик боловсруулалтыг R, R studio, SPSS программ хангамжуудыг ашиглан хийсэн.

Газар зүйн байрлал

Сумын төв нь Монгол орны зүүн бүсэд Сүхбаатар аймгийн нутаг дэвсгэрийн зүүн хэсэгт, нийслэл Улаанбаатар хотоос зүүн зүгт 768 км, аймгийн төв Баруун-Уртаас 216 км, сумын нутагт орших хилийн Бичигт боомтоос 75 км-ийн зайтай оршдог. Сумын нутаг дэвсгэрийн баруун урд талаар өөрийн аймгийн Дарьганга, баруун хойд талаар Асгат, Сүхбаатар

сумуудтай, хойд талаараа Дорнод аймгийн Матад, зүүн болон урд талаараа БНХАУ-ын Шилийн гол аймагтай тус тус хиллэдэг (Зураг 1).



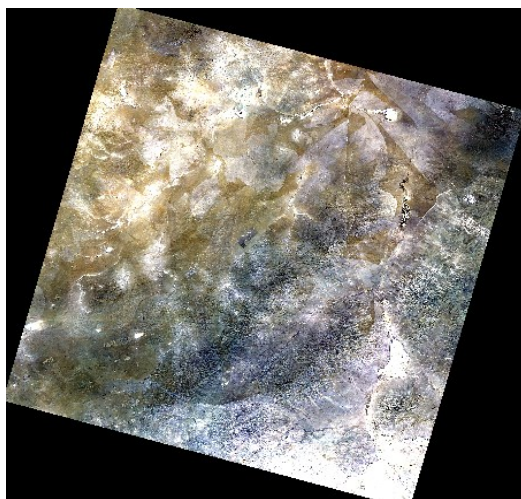
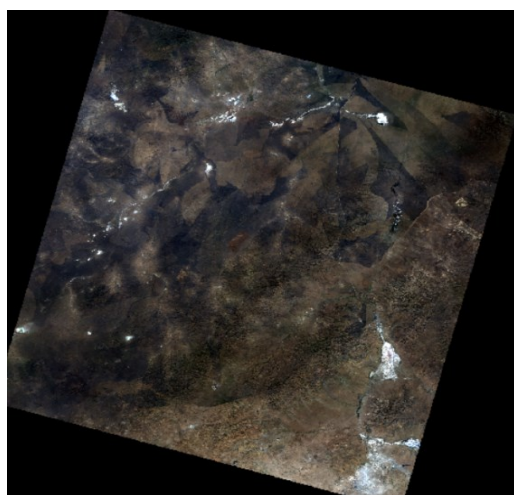
Зураг 1. Эрдэнэцагаан сумын газар зүйн байрлал

Эх сурвалж: Зохиогч

Засаг захиргааны нэгжийн хувьд Эрдэнэцагаан сум нь нийт 1698200.87 га нутаг дэвсгэртэй. Сум нь нийт 8 багтай, үүнээс хөдөө орон нутгийн Бадрах, Хөдлөн хайлааст, Тал булаг, Жаргалант, Хадын булаг гэсэн 5 баг, төвийн Цагаан овоо, Билүүт, Алтан овоо гэсэн 3 баг байна. 2016 оны байдлаар сумын хэмжээгээр 776 орчим өрхийн 1634 орчим малчин иргэд байгаа бөгөөд тус сумын нутаг дэвсгэрт нийт 850 гаруй өвөлжөө, хаваржаа, зуслан, намаржааг эзэмшиж бэлчээрийг ашиглаж байна. Энэхүү малчдын бэлчээр ашиглалтын 852 байршил байгаагаас өвөлжөө 192, хаваржаа 171, өвөлжөө-хаваржаа 158, зуслан-намаржаа 295, намаржаа 19, дөрвөн улирлын бэлчээр 17 тус тус байна. Бэлчээр ашиглалтын хувьд байгалийн тогтоц нөхцлөө даган жилийн 4 улирал нүүдэл хийдэг байсан уламжлалт нүүдлийн хэв маяг сүүлийн үед алдагдаж байгаа нь ажиглагдаж байна. Учир нь малчдын тоо сүүлийн жилүүдэд нэмэгдэж бэлчээр нутгийн хомсдол үүсч түүнээс шалтгаалан жилийн 4 улиралд нэг байрандаа суурин байх, өвөлжөө-хаваржаа, зуслан-намаржааны нутаг нэг болсон сөрөг тал ажиглагдаж байна.

Хиймэл дагуулын мэдээний боловсруулалт

Бид <https://earthexplorer.usgs.gov/> сайтаас Ландсат 8 хиймэл дагуулын мэдээг татан авч боловсруулалт хийж гүйцэтгэсэн. Татаж авсан хиймэл дагуулын мэдээ нь агаар мандлын төлөв байдал болон зураг авах системээс хамааран гарсан зургийн тодролын өөрчлөлтийг засах, мэдээллийг дамжуулах болон хадгалах үед алдагдсан мөр, цэгүүдийг нөхөн сэргээх, олон бүсчлэлийн зургуудын тодролын харьцааг үнэн зөв байлгах зорилгоор радиометрийн засал хийдэг. Хиймэл дагуулын боловсруулалт хийгдээгүй түүхий мэдээнд гүн нуур, тас хар үүлний сүүдэр, ой зэрэг нь хар болон харавтар пикселүүдийн утгатай байдаг. Энэхүү хар утга нь атмосферээс сарнисан утгын илэрхийлэл буюу 0 утгатай пикселүүд юм. Энэхүү заслагаар суваг бүрийн энэхүү хар утгыг устгана. Мөн хиймэл дагуул зураг авах явцад агаар мандлын маш олон нөлөө орсон байдаг. Жишээ нь: тоос, тоосонцор гэх мэт. Эдгээрийг тухайн түүхий мэдээнээс хасахын тулд агаар мандлын заслага хийнэ. Дээрх нөлөөллүүдийг арилгах зорилгоор хиймэл дагуулын мэдээнд заслага хийхэд тоон утга сайжирснаар зургийн ялгарах чадвар доорх зурагт үзүүлсэн шиг сайжирдаг.



Зураг 2. Түүхий мэдээ болон заслага хийгдсэн мэдээний ялгаа
Эх сурвалж: Зохиогч

Ургамлын нормчлогдсон индекс тодорхойлох

Ургамлын биомассыг ургамлын нормчлогдсон индекс тодорхойлсны үндсэн дээр тодорхойлдог. Хиймэл дагуулын мэдээнд агаар мандлын нөлөөллийн заслыг хийж зургийн ялгарах чадварыг сайжруулснаар ургамалжилтын нормчлогдсон индексийг тодорхойлдог (Baasanjalbuu *et al.*, 2013). Ургамалжилтын индексийг товчхон авч үзвэл: Ургамалжилтын индекс гэдэг нь ургамлын ногооролтыг хиймэл дагуулаас хэмжихийг хэлдэг. Ногоон ургамал, улаан гэрлийн болон хөх гэрлийн мужид ногоон гэрлийн мужтай харьцуулахад нарны энергийг бага ойлгосон байх бөгөөд энэ нь хлорофилл болон бусад пигментүүд уг гэрлийн долгионуудыг илүү шингээсэнтэй холбоотой юм (Tucker, 1979). Ер нь ногоон ургамлын фотосинтезийн процессыг идэвхжүүлэхэд улаан болон хөх гэрлийн 70-90%-ийг шингээх хэрэгтэй болдог байна. Ногоон ургамлын спектр ойлгох чадавх 0.75μм-ээс огцом ихсэж 1.35μм хүртэл их хэвээрээ байх бөгөөд энэ нь уг ургамлын навчны дотоод бүтцээс шалтгаалдаг. Харин 1.35μм-2.5μм хооронд навчны дотоод бүтэц ямарваа нэгэн эффект үзүүлсээр байх боловч, энергийн шингээлтэд навчинд агуулагдах ус чухал үүрэг гүйцэтгэнэ. 1.45μм болон 1.9μм-т ойлтын муруй доошилсон нь үүнтэй холбоотой юм. 1960-аад оны сүүлчээс зайнаас тандан судлал, хиймэл дагуулын мэдээгээр байгаль орчны мониторинг хийх судалгааны ажлууд эхэлсэн байна. Хиймэл дагуулын тоон зураглалд боловсруулалт хийхэд тухайн биетийн шинж чанарыг илрүүлэх индексийг тодорхойлох нь маш чухал байдаг байна. Тиймээс ч эрдэмтэд байгалийн төрөл бүрийн биетүүдийг илрүүлэх олон тооны индексүүдийг судлан тодорхойлжээ. 1969 онд АНУ-ын судлаач Jordan анх ногоон ургамлын спектр шинжийг ашиглан илрүүлэх түвшинд суурилсан ургамлын индекс RVI (ratio vegetation index)-г тодорхойлох тэгшитгэлийг гарган ирсэн байна.

$$RVI = \frac{NIR}{RED} \quad (1)$$

Үүнд:

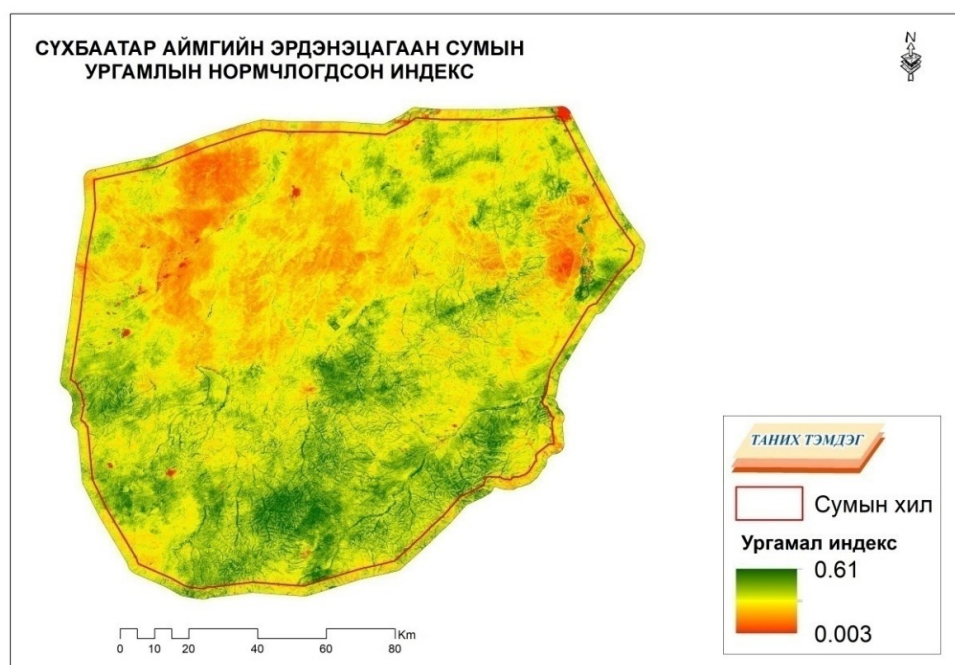
- RVI-Түвшинд суурилсан ургамлын индекс/Ratio Vegetation index/
- NIR-Ойрын нил улаан туяаны мужийн суваг/Near Infra Red/
- RED-Үзэгдэх гэрлийн улаан туяаны муж

Дараа нь АНУ-ын Агаар, сансрын уудмыг судлах газрын судлаач Jim Tusser, 1979, 1991 онд Jacson болон бусад эрдэмтэд 1983 онд ногоон ургамлын спектр шинж чанарт суурилсан дээрх индексийг сайжруулан ургамлын норм индекс (NDVI)-г тодорхойлох дараах томъёог гарган ирсэн нь одоо олон олон

судалгаанд хэрэглэгдэж, олон олон ургамлын шинж чанарыг илэрхийлэх индексийн суурь илэрхийлэл болсоор байна.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (2)$$

Сүүлийн жилүүдэд ногоон ургамлын өсөлтийг тодорхойлох биомассыг үнэлэх, ногоон ургамалд агуулагдах навчны индексийг тодорхойлох зэрэгт төрөл бүрийн харах өнцгөөр авсан, янз бүрийн долгионы урттай радарын мэдээг өргөн ашиглаж байгаа бөгөөд тухайн зургийн онцлогоос хамааран ногоон биет бүр өөр өөрөөр тодордог байна (Hirano and Batbileg 2013). Ургамлын индекс ургамлын биомасс хоёр шууд хамааралтай. Иймээс бид ургамлын нормчлогдсон индексийг тодорхойлсон (Зураг 3).



Зураг 3. Ургамлын нормчлогдсон индекс

Эх сурвалж: Зохиогч

Ургамлын нормчлогдсон индекс нь -1- (+ 1)-ийн хооронд гарах ёстой байдаг. Харин Эрдэнэцагаан сумын ургамлын индекс (VI) нь 0.003-0.61–ийн хооронд гарч байна.

Судалгааны үр дүн

Сумын бэлчээрийн ургамалжилт, төрөл

Сумын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд 30 гаруй хэв шинжийн ургамалжилт илэрсэн байна. Үүнээс хамгийн түгээмэл тархсан нь 43.93 хувийг тэгшивтэр болон нугачаат хөндийн шавранцар хүрэн хөрстэй хээрийн бэлчээрийн ургамал, 34.13 хувийг уулын хүрэн заримдаа хар хүрэн хөрстэй хуурай хээрийн бэлчээрийн ургамал, 17.24 хувийг тэгшивтэр хөндийн элсэнцэр хүрэн хөрстэй хээрийн бэлчээрийн ургамал тус тус тархсан байна (ГХГЗЗГ, 2009).

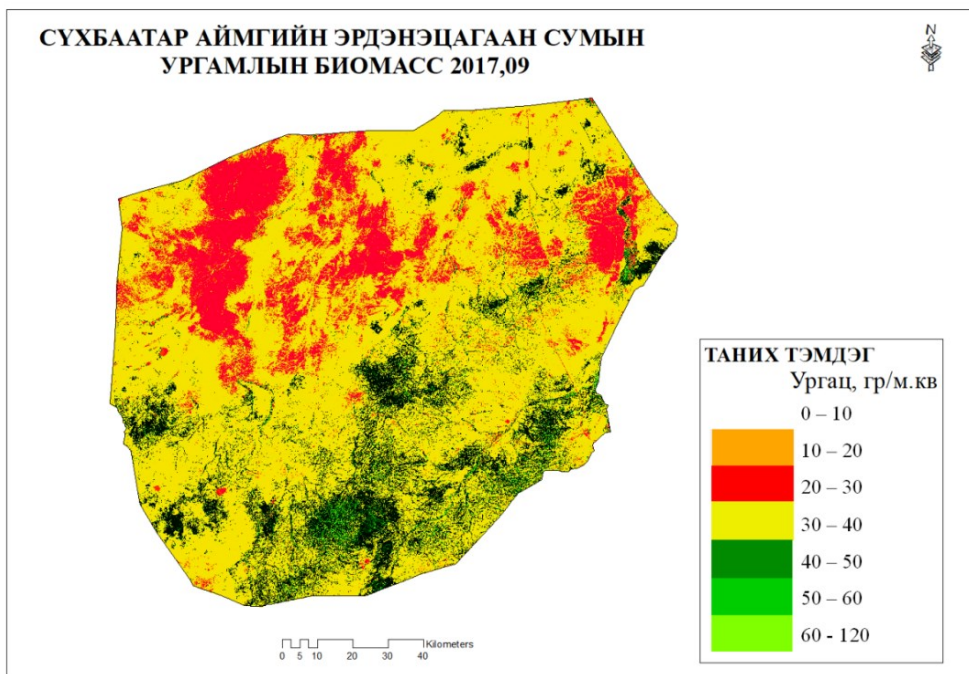
Хүснэгт 1. Сумын бэлчээрийн ургамлын анги

Ангилал шифр	Бэлчээр хадлангийн анги	Талбайн хэмжээ	Эзлэх хувь
У-IV	Анги: Уулын хүрэн заримдаа хар хүрэн хөрстэй хуурай хээрийн бэлчээр	579543.31	34.13
У-V	Анги: Уулын сул хөгжилтэй хүрэн, цайвар хүрэн хөрстэй сийрэг ургамалтай чулуурхаг хээр	3061.89	0.18
Х-I	Анги: Тэгшивтэр болон нугачаат хөндийн шавранцар хүрэн хөрстэй хээр	746034.67	43.93
Х-II	Анги: Тэгшивтэр хөндийн элсэнцэр хүрэн хөрстэй хээрийн бэлчээр	292803.53	17.24
Н-I	Анги: Голын хөндий нуурын захын аллювийн нугат намгийн хөрстэй нуга намгийн бэлчээр	15576.69	0.92
Н-II	Анги: Аллювийн нугын болон хээржсэн нугын үелсэн сулавтар хөгжилтэй хөрстэй татамын нуга	12912.34	0.76
Н-III	Анги: Голын хөндий, нам хотосын аллювийн нугын ба нугын хээржсэн хөрстэй давсархаг нуга	47567.92	2.80
Н-IV	Анги: Хужир мараатай нугын хээржсэн хөрстэй нам хотосын нуга	699.65	0.04
Нийт		1698200	100.0

Эх сурвалж: ГХГЗЗГ, 2009

Ургамлын биомасс

Манай орны бэлчээрийн зориулалтын газрын нөөц байнга багасахын зэрэгцээ байгаль, цаг уурын өөрчлөлт, малын тоо толгой олшрох, бэлчээрийг зохистой ашиглаж чадахгүй байгаа зэрэг шалтгаанаар бэлчээрийн асуудал жил ирэх тусам хүндрэлтэй болж байна (Цэрэндаш, 2013). Бэлчээрийн ургац нь тухайн бэлчээрийн төлөв байдлыг илэрхийлдэг гол үзүүлэлтүүдийн нэг бөгөөд байгаль, газарзүйн янз бүрийн бүсийн бэлчээрийн ургацыг төрөл, хэв шинж, сар, улирлаар нарийн зөв судлан тогтоох нь бэлчээрийн мониторингийн системийг бүрдүүлэхэд үндсэн хэсэг болдог (Баасанжалбуу, 2013). Орчин үед судалгааны янз бүрийн арга ашиглан бэлчээрийг судалж байгаа бөгөөд бэлчээрийн ургацыг тодорхойлох, түүний өөрчлөлтийг хянаж, үнэлгээ өгөхөд зайнаас тандан судлалын аргыг ашиглах нь хөрөнгө хүч, цаг хугацаа хэмнэсэн технологи юм (Batbileg, 2008). Энэ судалгааны ажлыг Япон улсын олон улсын судалгааны төв (JIRCAS) болон Хөдөө аж ахуйн их сургуулийн хамтарсан “Зүүн хойд Азийн бэлчээрийн эрсдэлээс урьдчилан сэргийлэх” сэдэвт төслийн хүрээнд Монгол орны бэлчээрийн ургацыг зайнаас тандах аргаар анх удаа тооцож, батлуулсан. Энэ аргыг ашиглан зайнаас тандах аргаар бэлчээрийн ургацыг тооцоолсон (Зураг 4).



Зураг 4. Ургамлын нормчлогдсон индекс

Эх сурвалж: Зохиогч

Ургацын статистик шинжилгээ

Ландсат хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан зайнаас тандан судлах аргаар бэлчээрийн ургацыг тооцож, газрын хэмжилтийн 7-р сарын ургацын мэдээтэй харьцуулан ANOVA болон корреляцын шинжилгээ хийж үзэхэд детерминацын коэффициент нь $R^2=0.51$, хамаарлын коэффициент $r=0.71$, статистик үнэмшлийн утга $p<0.001$ байна (График 1).

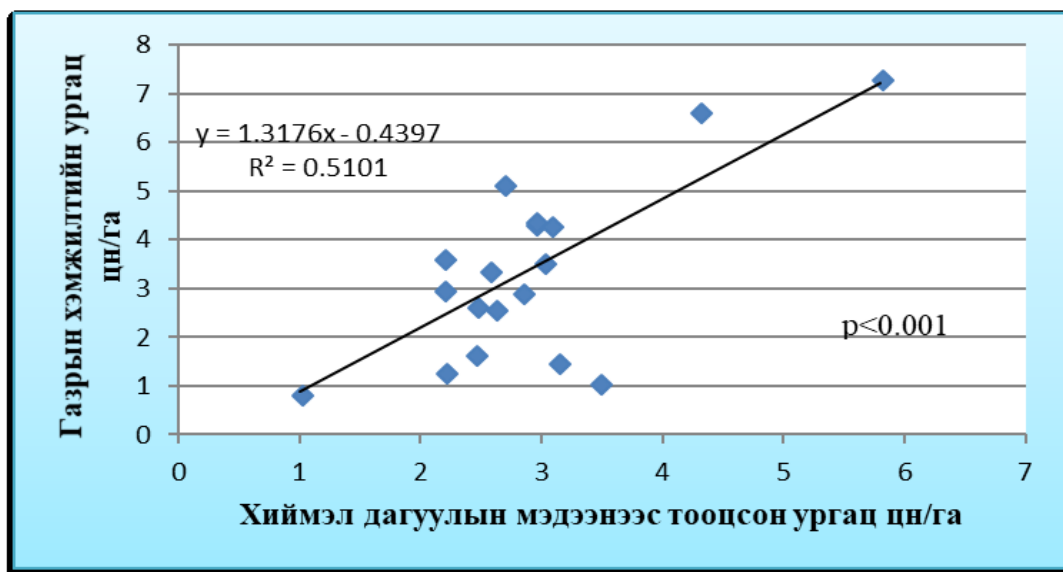


График 1. Хиймэл дагуулыг мэдээнээс тооцсон ургацыг газрын хэмжилтийн мэдээтэй харьцуулсан шинжилгээ

Эх сурвалж: Зохиогч

Энэ нь ургацыг хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан тооцож болохыг батлан харуулж байна (Хүснэгт 2).

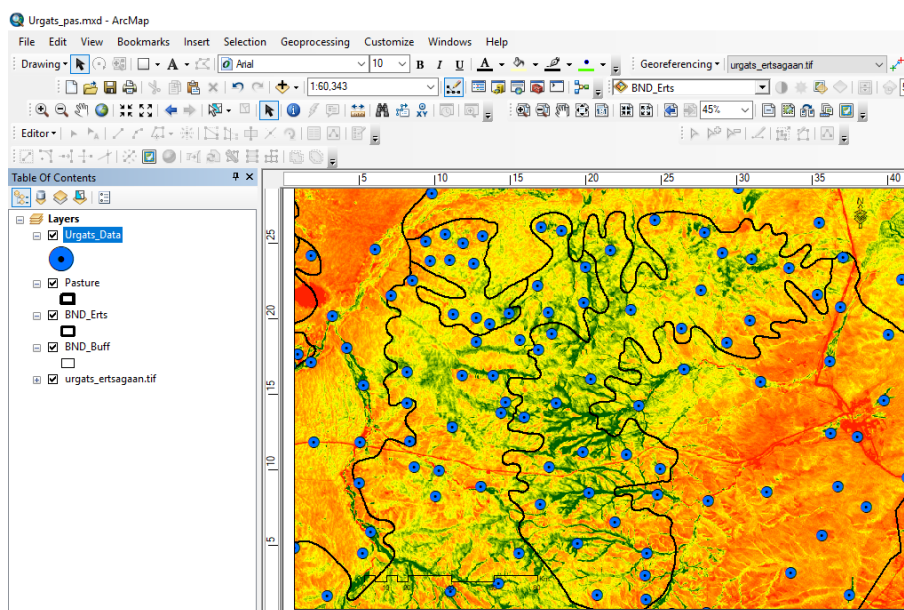
Хүснэгт 2. Хамаарлын шинжилгээний үр дүн

Regression Statistics								
Multiple R	0.7142							
R Square	0.5101							
Adjusted R Square	0.4794							
Standard Error	0.7121							
Observations	18							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	8.448	8.4478	16.657	0.00087			
Residual	16	8.114	0.5071					
Total	17	16.56						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1.5812	0.36	4.395	0.0005	0.818512	2.3438	0.81851	2.3438
X Variable 1	0.3871	0.095	4.0814	0.0009	0.186041	0.5882	0.18604	0.5882

Эх сурвалж: Зохиогч

Бэлчээрийн даац, багтаамж

Бид тухайн сумын бэлчээрийн даац, багтаамж, бэлчээрийн тэжээлийн нөөцийг тогтооход шаардагдах ургацыг Landsat 8 хиймэл дагуулын 9 –р сарын мэдээг ашиглан Япон улсын олон улсын судалгааны төв (JIRCAS) болон Хөдөө аж ахуйн их сургуулийн хамтарсан “Зүүн хойд Азийн бэлчээрийн эрсдэлээс урьдчилан сэргийлэх” сэдэвт төслийн хүрээнд Монгол орны бэлчээрийн ургацыг зайнаас тандах аргаар анх удаа тооцож, батлуулсан аргачлалыг ашиглан тооцож гаргасан. Энэхүү тооцож гаргасан ургацын мэдээг ашиглан бэлчээрийн даац багтаамж тодорхойлохын тулд бэлчээрийн хянан баталгааны зургийн хэв шинжийн контур тус бүрийн талбайн том, жижгээс хамааран 10-40 цэг хатгаж растер мэдээнээс ургацын мэдээг бодуулан гаргасан (Зураг 5). Цэгийг сонгохдоо судалгааны алдааг багасгахын тулд санамсаргүй сонголтын аргыг хэрэглэв. Бэлчээрийн контураас талбай хамааруулан санамсаргүй сонголтын аргаар цэг сонгож хатгахын тулд газарзүйн мэдээллийн системийн ArcGIS 9.3 программ хангамжийн “цэг төлөвлөх хэрэгсэл”-ийг (The Sampling Design Tool) ашиглав. “Цэг төлөвлөх хэрэгсэл”-ийн санамсаргүй цэг сонгох (Random selection) гэсэн тохиргоог хийн санамсаргүй сонголтын тоо (random seed number)-ны хамгийн бага утгыг 10, хамгийн их утгыг 40, цэг хоорондын хамгийн бага зай (minimum distance between points)-г суурь зургийн 1: 100 000 масштабтай уялдуулан 1 км-ээр сонгож тохируулсан.



Зураг 5. Бэлчээрийн хэмжилтийн цэгүүдийг сансрын боловсруулсан мэдээтэй тааруулсан байдал
Эх сурвалж: Зохиогч

Бид landsat 8 хиймэл дагуулын 9-р сарын мэдээг ашиглан ургамлын биомасс тооцсон бөгөөд 8-р сарын 20-ны зуны дээд ургацад бэлчээрийн ургамлын ургацын хөдлөл зүйн судалгааг ашиглан ургацад засвар хийх шаардлагатай байдаг.

Бэлчээрийн ургамлын хөгжлийн үе шатны засварыг хийхдээ байгалийн бүс, хугацааг харгалзан доорх засварыг хийнэ.

Хүснэгт 3. Бэлчээрийн ургамлын үе шатны засвар

Байгалийн бүс, бүслүүр	VI	VII	IX	X
Ойт хээрт	30%	10 %	20 %	-
Хээр	40 %	20 %	15 %	-
Цөлөрхөг хээрт	40 %	20 %	10 %	20 %

Эх сурвалж: П.Мягмарцэрэн, 2011

Дээрх хүснэгтийн дагуу 9-р сарын ургацыг мэдээг 15 % нэмэгдүүлэн засварлаж зуны дээд ургацад шилжүүлэн тооцсон. Зуны дээд ургацыг зун-намрын ба өвөл-хаврын ургацад шилжүүлэх илтгэлцүүрийг ашиглан мал идэх ургацыг улирлаар гаргана.

Хүснэгт 4. Тогтоосон ургацыг улирлын дунджид шилжүүлэх илтгэлцүүр

	Зун-намар	Өвөл-хавар
Өндөр уул, ойт хээр	0.90	0.62
Хээр	0.72	0.52
Цөл, цөл хээр	0.72	0.53

Эх сурвалж: П.Мягмарцэрэн, 2011

Зуны дээд ургацыг хээрийн бүсэд зун-намрын дундаж ургацад шилжүүлэхдээ 0.72, өвөл-хаврын хагд өвсөнд шилжүүлэхдээ 0.52 гэсэн илтгэлцүүрээр үржүүлэн мал идэх аж ахуйн ургацыг тодорхойлох шаардлагатай байдаг.

Зун-намрын бэлчээрийн даац тодорхойлох

Зуны дээд ургацыг хээрийн бүсэд зун-намрын дундаж ургацад шилжүүлэхдээ 0.72 илтгэлцүүрээр үржүүлэн малд идэгдэх аж ахуйн ургацыг тодорхойлсны үндсэн дээр контур тус бүрийн тэжээлийн нөөц болон чадавхыг сумын хэмжээнд бэлчээрийн индексээр харууллаа (Хүснэгт 4). Дээрх хүснэгтэд тэжээлийн нөөцийг контур тус бүрээр тооцож харуулсан бөгөөд бэлчээр тэжээлийн нөөцийн зураглалыг ашиглалтын хүрээ, ашиглалтын улирлын байршил, хилийн зурвас, улсын тусгай хамгаалалттай газруудыг тусган доорх зургаар харууллаа (Зураг 6).



Зураг 6. Зун намрын улирлын бэлчээр, тэжээлийн нөөц

Эх сурвалж: Судлаач

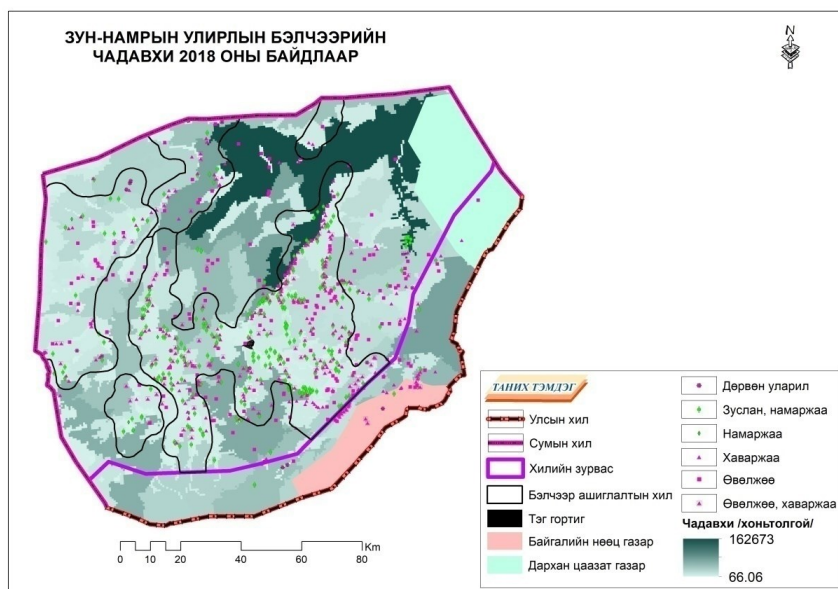
Бэлчээрийн чадавхыг тооцоход нэг толгой мал зун-намрын улиралд бэлчээрээс өдөрт идэх өвс ногооны хэмжээг бүсээр тогтоосон тусгай нормыг ашигладаг (Хүснэгт 5).

Хүснэгт 5. Бэлчээрээс хонины хоногт идэх хуурай өвс (кг-аар)

Жилийн улирал	Ойт хээр	Хээрийн бүс	Цөл, цөлөрхөг хээрийн бүс
Зун – намар	2.5	2.3	1.9
Өвөл – хавар	1.8	1.6	1.5

Эх сурвалж: П.Мягмарцэрэн, 2011

Бэлчээрийн багтаамжийг тодорхойлохдоо зун-намрын улирлын нэг хонины хоногт идэх өвсний норм болон бэлчээр ашиглах хугацааг ашиглан тодорхойлсон (Зураг 7).



Зураг 7. Бэлчээрийн чадавх
Эх сурвалж: Судлаач

2016 оны мал тооллогын жилийн эцсийн дүнг үндэслэн 2023 он хүртэлх сүргийн бүтэц болон сүргийн эргэлтийн тооцоог үндэслэн бэлчээрийн даац, чадавхыг тооцсон.

Хүснэгт 6. 2018 оны зун-намрын бэлчээрийн даац, чадавх

Нийт малын тоо	Үүнээс					Малын тоо /хонь толгойд шилжүүлснээр/	Бэлчээрийн чадавх хонь/толгой	Даац ашиглалт /-,+/-	Даац ашиглалт %
	Адуу	Үхэр	Тэмэ	Хонь	Ямаа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
269824	38469	22672	694	104572	103417	595306	463017	-132289	128.57
Малын төрөл бүрээр хонь толгойд шилжүүлснээр	253895	113360	5968	104572	93075				

Эх сурвалж: Судлаач

2017 оны жилийн эцэст тус сумын нийт мал 269824 толгой мал хүрч өсөх тооцоо гарч байгаа бөгөөд хонин толгойд шилжүүлэн зун-намрын бэлчээрийн даацыг тогтооход 28.57 хувь хэтрэх тооцоо гарч байна.

Өвөл-хаврын бэлчээрийн даац тодорхойлох

Зуны дээд ургацыг хээрийн бүсэд өвөл-хаврын дундаж ургацад шилжүүлэхдээ 0.52 илтгэлцүүрээр үржүүлэн малд идэгдэх аж ахуйн ургацыг тодорхойлсны үндсэн дээр контур тус бүрийн тэжээлийн нөөц болон чадавхыг сумын хэмжээнд бэлчээрийн индексээр харууллаа (Хүснэгт 5). Дээрх хүснэгтэд тэжээлийн нөөцийг контур тус бүрээр тооцож харуулсан бөгөөд бэлчээр тэжээлийн нөөцийн зураглалыг ашиглалтын хүрээ, ашиглалтын улирлын байршил, хилийн зурвас, улсын тусгай хамгаалалттай газруудыг тусган доорх зургаар харууллаа (Зураг 8).



Зураг 8. Өвөл-хаврын улирлын бэлчээр тэжээлийн нөөц

Эх сурвалж: Судлаач

Бэлчээрийн чадавхыг тооцоход нэг толгой мал өвөл-хаврын улиралд бэлчээрээс өдөрт идэх өвс ногооны хэмжээг бүсээр тогтоосон тусгай нормыг ашигладаг (Хүснэгт 7).

Хүснэгт 7. Бэлчээрээс хонины хоногт идэх хуурай өвс (кг-аар)

Жилийн улирал	Ойт хээр	Хээрийн бүс	Цөл, цөлөрхөг хээрийн бүс
Зун – намар	2.5	2.3	1.9
Өвөл – хавар	1.8	1.6	1.5

Эх сурвалж: П.Мягмарцэрэн, 2011

Бэлчээрийн багтаамжийг тодорхойлохдоо өвөл-хаврын улиралд нэг хонины хоногт идэх өвсний норм болон бэлчээр ашиглах хугацааг ашиглан тодорхойлсон (Зураг 9).



Зураг 9. Өвөл-хаврын улирлын бэлчээрийн чадавх
Эх сурвалж: Судлаач

2016 оны мал тооллогын жилийн эцсийн дүнг үндэслэн 2023 он хүртэлх сүргийн бүтэц болон сүргийн эргэлтийн тооцоог үндэслэн бэлчээрийн даац, чадавхыг тооцсон.

Хүснэгт 8. 2018 оны өвөл-хаврын бэлчээрийн даац, чадавх

Нийт малын тоо	Үүнээс					Малын тоо /хонь толгойд шилжүүлснээр /	Бэлчээрийн чадавх хонь/толгой	Даац ашиглалт /-,+ /	Даац ашиглалт %
	Адуу	Үхэр	Тэмээ	Хонь	Ямаа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
269824	38469	22672	694	104572	103417	570871	667383	96512	85.54
Малын төрөл бүрээр хонь толгойд шилжүүлснээр	253895	113360	5968	104572	93075				

Эх сурвалж: Судлаач

2017 оны жилийн эцэс гэхэд тус сумын нийт мал 269824 толгой мал хүрч өсөх тооцоо гарч байгаа бөгөөд хонин толгойд шилжүүлэн өвөл-хаврын бэлчээрийн даацыг тогтооход 85.54 хувь буюу ашиглалтын хувьд хэвийн гарч байна.

Дүгнэлт

Энэ судалгаагаар Сүхбаатар аймгийн Эрдэнэцагаан сумын бэлчээрийн биомассыг тандан судалгааны арга болон газар дээрх хэмжилтийг ашиглан тодорхойлж, ургацын динамик шинжилгээг хийсэн. Судалгааны объект болох Эрдэнэцагаан сум нь нийт 8 багийн 1698200.87 га нутаг дэвсгэртэй ба сумын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд 30 гаруй хэв шинжийн ургамалжилт илэрсэн байна. Ургамлын нормчлогдсон индекс нь -1- (+ 1)-ийн хооронд гарах ёстой байдаг. Харин Эрдэнэцагаан сумын ургамлын индекс (VI) нь 0.003-0.61-ийн хооронд гарч байна. Ландсат хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан зайнаас тандан судлах аргаар бэлчээрийн ургацыг тооцож, газрын хэмжилтийн 7-р сарын ургацын мэдээтэй харьцуулан ANOVA болон корреляцын шинжилгээ хийж үзэхэд детерминацын коэффициент нь $R^2=0.51$, хамаарлын коэффициент $r=0.71$, статистик үнэмшлийн утга $p<0.001$ байна. Энэ нь ургацыг хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан тооцох боломжтойг харуулж байна. Бэлчээрийн ургамлын хөгжлийн үе шатны засварыг хийхдээ байгалийн бүс, хугацааг харгалзан хийдэг ба 9-р сарын ургацыг мэдээг 15 % нэмэгдүүлэн засварлаж зуны дээд ургацад шилжүүлэн тооцсон. Зуны дээд ургацыг хээрийн бүсэд зун-намрын дундаж ургацад шилжүүлэхдээ 0.72, өвөл-хаврын хагд өвсөнд шилжүүлэхдээ 0.52 гэсэн илтгэлцүүрээр үржүүлэн малд идэгдэх аж ахуйн ургацыг тодорхойлсон. 2016 оны мал тооллогын жилийн эцсийн дүнг үндэслэн 2023 он хүртэлх сүргийн бүтэц болон сүргийн эргэлтийн тооцоог үндэслэн бэлчээрийн даац, чадавхыг тооцсон. 2017 оны жилийн эцэс гэхэд тус сумын нийт мал 269824 толгой мал хүрч өсөх тооцоо гарч байгаа бөгөөд хонин толгойд шилжүүлэн өвөл-хаврын бэлчээрийн даацыг тогтооход 85.54 хувь буюу ашиглалтын хувьд хэвийн гарч байна.

Ном зүй

- Жигжидсүрэн, С., 2005. Бэлчээрийн менежмент, Улаанбаатар.
- Мягмарцэрэн, П., 2011. Бэлчээрийн хээрийн судалгаа, Улаанбаатар.
- Батбилэг, Б., нар, 2014. Бэлчээрийн ургацыг зайнаас тандах аргаар үнэлэх асуудалд, Монгол орны бэлчээрийн үндэсний форумын эмхтгэл, х69-72, Улаанбаатар.
- Tueller, P.T., 1989. Technology for rangeland management. Journal of Range management 42, 442-453
- Hirano, A., Batbileg, B., 2014. On exchangeable of spectral measurements obtained from multi-platform satellite sensors-case study for Mongolian steppe, Proceedings of the 35th Asian Conference on Remote Sensing (ACRS), CD-ROM
<https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Baasanjalbuu, B., Zolzaya, S., Shindo, K., Toriyama, K., 2013. Determination of aboveground biomass of different types of pastures using NDVI meter in the forest-steppe zone of Mongolia, Development sustainable agro-pastoral system in Northeast Asia, JIRCAS Working Report, No. 78, 57-66
- Tucker, C.J., 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote sensing of Environment 8, 127-150
- Jordan C.F., 1969. Derivation of leaf area index from quality measurements of light on the forest floor. In: Ecology, vol. 50, p. 663-666.

- Jackson, R. D., & Huete, A. R. (1991). Interpreting vegetation indices. *Preventive veterinary medicine*, 11(3), 185-200
- Hirano, A., Batbileg, B., 2013. Identifying trends in the distribution of vegetation in Mongolia in the decade after its transition to market economy, *JARQ* 47 (2), 203-208.
- Газрын харилцаа, геодези, зураг зүйн газар (ГХГЗЗГ). 2009. Бэлчээрийн төлөв байдал, чанарын хянан баталгааны тайлан. х:8-9. Улаанбаатар.
- Цэрэндаш, С., 2006. Бэлчээр ашиглах онолын үндэс, тэргүүн дэвтэр, Улаанбаатар.
- Баасанжалбуу, Б., Гүрбазар, Д., 2013. “Хадлан бэлчээрийн аж ахуй” хичээлийн гарын авлага, Тоонот принт ХХК, Улаанбаатар.
- Batbileg, B., 2008. Combining high-resolution satellite data to ground biomass measurements, proceedings of the 2008 Workshop of AGRAS Project: JIRCAS-MSUA-IMAU Joint Workshop for the Development of Sustainable Agro-Pastoral System in Northeast Asia, pp.44-45

УЛААНБААТАР ХОТЫН ДУЛААНЫ АРЛЫН СУДАЛГАА

С.Эрдэнэсүх¹, Д.Сандэлгэр¹, П.Мөнхцэцэг¹

*¹Монгол Улсын Их Сургууль, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Газарзүйн тэнхим,
Улаанбаатар хот, Монгол улс*

Зохиогчтой холбогдох цахим шуудан: *d.sandelger@num.edu.mn*

ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгаанд Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдийн нутаг дэвсгэр дээрх агаарын температурын суурин хэмжилтийн цэгүүдийн мэдээ болон хээрийн хэмжилтээр цуглуулсан мэдээг ашиглан “Хотын дулааны арал”-ыг илүүлэх оролдлогыг хийлээ. Хотын барилгажсан хэсгийн гадарга нь (асфальт, бетон гэх мэт) нь дулаан багтаамж ихтэй учраас бусад гадаргаас 5.63°C , ногоон байгууламжаас 7°C , бетоноос 4.61°C –ээр тус тус илүү халж байсан. Бетонон гадарга дээрх температур шөнийн хугацаанд байгалийн хөрстэй гадаргынхтай ойролцоо байдаг бол хоногийн нартай хугацаанд $0.1\text{--}5.3^{\circ}\text{C}$ -ээр илүү халж байсан. Үүнтэй уялдан “Хотын дулааны арал”-ын эрчимшлийн хугацааны горимыг авч үзвэл шөнө болон өвлийн улиралд (3.8°C) хамгийн их утга, өдөр болон зун (0.3°C) хамгийн бага утга ажиглагддаг болох нь Улаанбаатар-Буянт-Ухаа, Их сургууль-Буянт-Ухаа цаг уурын станцууд дээрх хэмжилтийн мэдээний анализаас илэрсэн. Улаанбаатар хотын хойноос урд, баруунаас зүүн чиглэлд газар ашиглалтын ялгаатай бүсүүдэд хийсэн хэмжилтийн мэдээг ашиглан “дулааны арал”-ыг илрүүлсэн. Мөн температурыг, далайн түвшний өндөршилтэй хамааруулж статистик боловсруулалт хийж үзэхэд корреляцын хамаарал харьцангуй өндөр гарсан тул үүнд үндэслэн агаарын температурын орон зайн тархалтыг зураглаж үүнээс “Хотын дулааны арал”-ыг тодорхойлсон.

ABSTRACT

This study made an effort to identify the occurrence of “Urban heat island” in central districts of Ulaanbaatar using air temperature data from meteorological stations and field survey. Because of its higher heat storage, urban built-up surfaces (i.e. asphalt and concrete) get heated 7°C , more than vegetation cover, 4.61°C more than concrete, and 5.63°C more than other surfaces. Air temperature above concrete surface was close to soil surface temperature during the night, while it gets heated more than 0.1°C to 5.3°C during the day. Also, data measured at Ulaanbaatar – Buyant-Ukhaa, Ikh surguuli- Buyant-Ukhaa stations show that temporal variation of Urban heat island intensity which was strongest at night and in winter (3.8°C) and weakest during the day and in summer (0.3°C). “Urban heat island” was identified using measurements from different land use zones along north-south and west-east axes of Ulaanbaatar. Moreover, the statistical analysis shows that correlation between temperature and height above sea level was high. Based on this correlation, “Urban heat island” was determined by mapping the spatial distribution of air temperature.

Түлхүүр үгс: Улаанбаатар хот, агаарын температур, Хотын “Дулааны арал”, газар ашиглалт, янз бүрийн гадаргуу, ногоон хөгжил

Оршил

Дэлхийн нийт хүн амын 53 хувь нь хот суурин газарт амьдардаг боловч газар нутгийн зөвхөн 3 хувьд амьдарч байна. 2050 он гэхэд энэ тоо 70 хувь давна гэсэн таамаглал дэвшүүлсэн байдаг (CNN, 2018). Энэ харьцангуй жижиг газар нутаг нь эрчимтэй ашиглагдаж, оршин суугчид суурьшлын орчинг динамикаар өөрчлөх замаар эрчимтэй ашиглаж байгаа нь тухайн газар нутгийн агаар, хөрс, усны чанарыг өөрчилдөг. Нэг саяас дээш хүн амтай хотын орчимд агаарын температур хотын гаднах агаараас 1-3 хэм дулаан болох үзэгдэл буюу хотын дулаан агаарыг "дулааны арал" гэж нэрлэнэ (Voogt, 2014). Зуны халуун өдрөөр нар дээвэр, хучилт гэх мэт хотын гадаргууг халааж, агаарын температур 27-50°C хүртэл халж өдөр, шөнөгүй хадгалагдах ба энэ байдал цэлмэг өдөр хүчтэй байх хандлагатай (Berdahl and Bretz, 1997).

“Дулааны арал” үүсэхэд хэд хэдэн хүчин зүйл нөлөөлдөг. Тухайлбал:

- Байшин барилга, үйлдвэрлэлийн, хүний үйл ажиллагаатай холбоотой дулааны нөлөө
- Богино долгионт цацрагийн шингээлт нэмэгдэх
- Урт долгионт цацрагийн хэмжээ багасаж, үүний нөлөөгөөр агаар мандал бохирдох
- Гадаргаас болон ургамлаас уурших ууршилт багасах
- Гадаргуугийн хотгор гүдгэрээс шалтгаалаад салхины хурд зарим газарт ихсэж, зарим газарт буурах

Хэт халалт нь байгаль орчин, амьдралын чанар, хүн амын эрүүл мэндэд нөлөөлж байдаг. Зарим нөлөөлөл нь үр дүнтэй (ургамал ургах хугацаа уртасгах) байж болох ч тэдгээрийн дийлэнх нь сөрөг байдаг. Тухайлбал: Эрчим хүчний хэрэглээг нэмэгдүүлэх, агаарын бохирдол болон хүлэмжийн хий ялгаруулалтыг ихэсгэх, хүний эрүүл мэнд, ая тухыг алдагдуулах (амьсгалын замын өвчлөл, багтраа, цус харвалт), усны чанар муудах гэх мэт сөрөг нөлөөг үзүүлж байдаг. Харин Улаанбаатар хотод Монгол улсын хүн амын 43 % нь ажиллаж амьдардаг ба Монгол улсад бүртгэлтэй аж ахуйн нэгж, байгууллагын 72.4 %, үйл ажиллагаа явуулж буй аж ахуйн нэгж, байгууллагын 64 % нь нийслэл хотод байршдаг. Үүн дээр жилээс жилд хотод шилжин ирэгсдийн тоо нэмэгдсээр байна. Үүнтэй холбоотойгоор хотжилт, барилгажилт эрчимтэй явагдаж газар бүрхэвчийн байдал ихээхэн өөрчлөгдөж байна. Тийм учраас Улаанбаатар хотын одоогийн дулааны арлын эрчимшилийг тооцоолж түүнд нөлөөлж буй хүчин зүйлсэд дүн шинжилгээ хийж улмаар хот төлөвлөлтийн цаашдын төлөвлөгөөнд үүнийг хэрхэн тусгах талаар судлах шаардлага урган гарч байна. Иймд газар ашиглалтын бүсүүдийн ялгаатай байдал буюу гадаргын өөрчлөлт хотын “Дулааны арал”-д хэрхэн нөлөөлж буйг судлах, Улаанбаатар хотод “дулааны арал”-ын илрэл

байгаа эсэхийг тодруулах нь энэхүү судалгааны ажлын үндсэн зорилго болно. Дээрх зорилгодоо хүрэхийн тулд дараах зорилтуудыг дэвшүүлсэн. Үүнд:

- Газар ашиглалтын ялгаатай бүсүүдэд температурын хэмжилт хийх
- Янз бүрийн гадаргуу дээрх агаарын температурын хэмжилтийг хийж, тэдгээрийн халалтын ялгааг гаргах
- Дулааны арлын эрчимшлийн олон жилийн өөрчлөлт, жилийн доторх хуваарилагдалтыг гаргах
- Улаанбаатар хотын “Дулааны арал”-ыг тодорхойлох

Судлагдсан байдал

Анх 1818 онд эрдэмтэн Лук Ховард Лондон хотын жишээн дээр тайлбарлаж байсан. Энэхүү судалгаандаа хот орчмын агаарын температур нь түүнээс алслагдмал байгаа орчноос харьцангуй дулаан байгааг анзаарч Лондон хотын үйлдвэржсэн төв хэсэг болон захын хэсгийг харьцуулан судалж байсан (Giannaros and Melas, 2012). Хүн төрөлхтний соёл иргэншил нь дэлхийн гадаргуу, агаар мандлын энергийн тэнцвэрт байдлыг өөрчилсөн бөгөөд энэ нь температурын өсөлтийг бий болгодог. Хот суурин газрын орчимд дулааны энерги нь гадаргуугийн өөрчлөлт болон гадаргуугийн ууршилтаас болж далд хэлбэрээс ч илүү нэмэгдэнэ (Oke 1987, 1997; Stewart and Oke, 2012). Хотын “дулааны арал”-ууд нь Антарктид тивээс бусад бүх тивд дэлхий даяар тархсан үзэгдэл юм. Зарим хотуудад хотын “дулаан арал”-ын эрчимшил нь антропоген, үйлдвэржилтийн дулааны эх үүсвэрээс илүүтэйгээр нарны цацрагийн хуваарилалтаас их хэмжээтэй үүсдэг (Wong *et al.*, 2013).

Хотын “дулааны арал” нь гурван төрөлтэй байдаг. Үүнд:

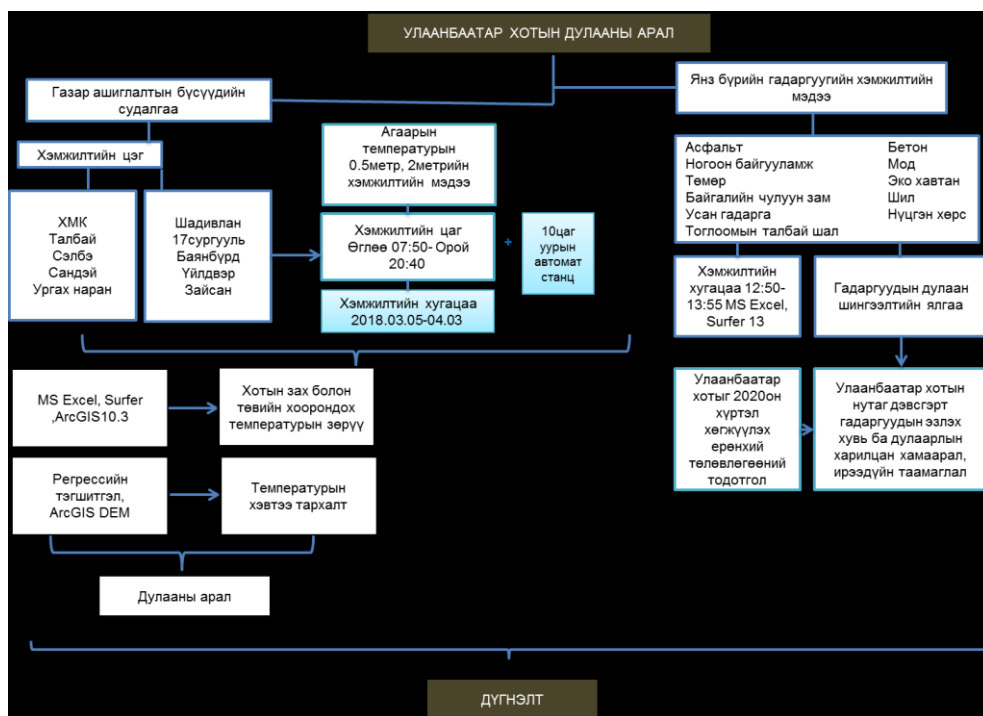
1. Хязгаарын үе давхаргын “дулааны арал”
2. Газар бүрхэвчийн үе давхаргын “дулааны арал”
3. Газрын гадарга орчмын “дулааны арал”

Хязгаарын үе давхаргын “дулааны арал” нь барилгын дундаж өндрөөс дээш давхарга бөгөөд цаг агаарын цамхаг, алсын зайнаас эсвэл агаарын хөлгийн хэмжүүрээр хэмждэг. Бүрхэвчийн үе давхаргын “дулааны арал” нь гадаргуугаас дээш давхарга бөгөөд барилгын дундаж өндрөөр хязгаарладаг. Үнэлэх стандарт хэмжилт нь газрын гадаргуугаас дээш 1-2 метрийн хоорондох температурын стандарт хэмжилт юм (Voogt, 2014). Ихэвчлэн стандарт дэлгэцийн өндөр температурын хэмжилтийг хоёр буюу түүнээс дээш суурин газарт байрлуулан, эсвэл хотоор дамжин өнгөрөх олон газарт байрлуулж хэмжилтийг хийдэг (Stewart and Oke 2012). Газрын гадарга орчмын “дулааны арал” нь онгоц, хиймэл дагуул эсвэл гадаргуугийн шууд хэмжилтээр хэмжсэн гадаргуугийн бодит температур юм (Voogt, 2014). Энэ давхарга нь хотын гадаргуутай ойролцоо хүний үйл ажиллагаа температурт хамгийн ихээр нөлөөлдөг (Wong *et al.*, 2013). Хот орчмын гадаргуугийн температурын ижил шугамыг татахад арлын

өндөршилийн шугамтай төстэй харагддаг. Дулааны арлын эрчимшил нь өвлийн улиралд хамгийн их ажиглагддаг (Gantuya *et al.*, 2013, Батжаргал, 2014). Сүүлийн жилүүдэд энэхүү судалгааны чиглэлийг улс орон бүр өөрийн гэсэн аргазүйгээр эрчимтэй судалсаар байна. Харин Монгол улсад анх Гантуяа нар (2013) Улаанбаатар хотын Улаанбаатар, Буянт-Ухаа станцуудын 1980-2010 оны мэдээг ашиглан хотын “дулааны арал”-ын эрчимшлийн хоног, улирал, жилийн явцыг гарган өвлийн улиралд хамгийн хүчтэй эрчимшилтэй, зуны улиралд хоорондын зөрүү бага байдаг гэсэн дүгнэлтийг өгсөн. 2014 онд судлаач Г.Батжаргал “Агаарын температурт хотжилтын үзүүлэх нөлөө” сэдвээр судалгаа хийсэн байдаг ба хотыг төлөөлүүлж Улаанбаатар станц, хотын гаднах цэгийг төлөөлүүлэн Төв аймгийн Алтанбулаг станцыг тус тус сонгон авч WRF буюу бүсийн тоон загвар ашиглан дулааны арлын эрчимшлийг орон зайд тооцоолсон байдаг. Үүнтэй төстэй судалгааг Б.Ганболд (2014) хийсэн ба хотжилт агаарын температураас гадна хур тунадасны тархалт, салхины хурд, чиглэлд нөлөөлж буйг WRF загвар ашиглан гаргасан байдаг.

Судалгааны аргазүй

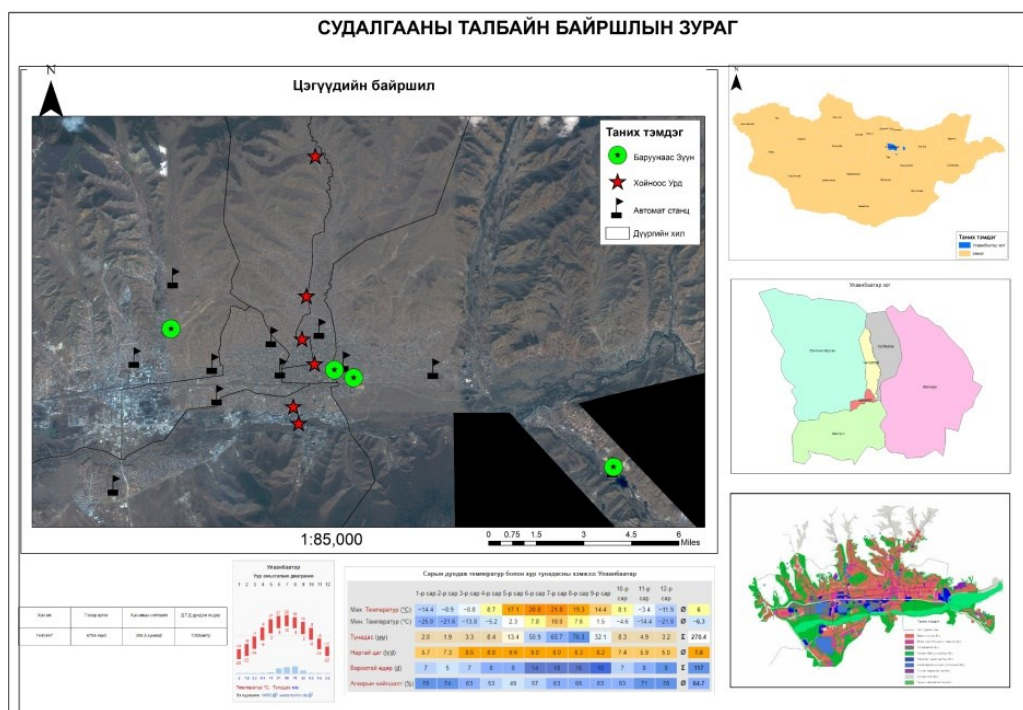
Улаанбаатар хотын “дулааны арал”-ыг судалсан ерөнхий аргазүйг Зураг 1-д үзүүлээ.



Зураг 1. Судалгааны аргазүйн бүдүүвч
Эх сурвалж: Зохиогч

Газар ашиглалтын ялгаатай бүсүүд дэх агаарын температурын хэмжилт

Улаанбаатар хотын сансрын зургийг ашиглан *Google Earth* программ дээр баруунаас зүүн, хойноос урагш чиглэлд тэнхлэг татан газар ашиглалтын бүсүүдийг харгалзан арван цэг бүхий байршлыг сонгон авсан (Зураг 2).



Зураг 2. Судалгааны талбайн байршил
Эх сурвалж: Зохиогч

Судалгааны талбайн хувьд Улаанбаатар хотыг бүхэлд нь сонгож авсан. Ингэхдээ гэр хороолол, үйлдвэрийн, хотын барилгажсан төв хэсэг, голын эрэг, хөдөө, зуслан, шилжилтийн бүс, худалдаа үйлчилгээний бүсүүдэд тус бүр нэг цэг сонгон авч нийт хээрийн хэмжилтийн арван цэгт агаарын температурыг тодорхой хугацааны давтамжтайгаар хэмжсэн. Доорх хүснэгтэд хэмжилтийн цэгийн байршлыг үзүүлэв (Хүснэгт 1). Үүнээс гадна температурын орон зайн тархалтыг зураглахад Амгалан, Буянт-Ухаа, Улаанбаатар, Толгойт, Баянхошуу, Телевиз, Баруун 4 зам, Бөхийн өргөө, 100 айл, Монгол газар цаг уурын болон бохирдлын автомат станцуудын III сарын 5-ны өдрөөс IV сарын 5-ны өдрийг хүртэлх хэмжилтийн мэдээг харьцуулалтад ашигласан.

Хүснэгт 1. Хэмжилтийн цэгийн байршил

Дд	Цэгийн нэр	Материал	Өргөрөг	Уртраг	Д.Т.Д ондор, Метр
1	ХМК	Бетон	47.9342	106.8207	1320
		Хөрс	47.9344	106.8202	1319
2	Төв талбай	Бетон	47.9170	106.9178	1298
		Хөрс	47.9171	106.9178	1298
3	Сэлбэ гол	Бетон	47.9141	106.9304	1295
		Хөрс	47.9140	106.9304	1295
4	Худалдааны төв	Бетон	47.9102	106.9433	1293
		Хөрс	47.9102	106.9432	1293
5	Ургах наран	Бетон	47.8657	107.1174	1377
		Хөрс	47.8664	107.1179	1382
6	Шадивлан	Бетон	48.0115	106.9210	1388
		Хөрс	48.0116	106.9209	1388
7	17-р сургууль	Бетон	47.9479	106.9126	1337
		Хөрс	47.9480	106.9127	1337
8	Баянбүрд	Бетон	47.9285	106.9089	1304
		Хөрс	47.9285	106.9088	1304
9	Үйлдвэр 19	Бетон	47.8979	106.9017	1288
		Хөрс	47.8978	106.9017	1288
10	Зайсан Туул гол	Бетон	47.8900	106.9050	1285
		Хөрс	47.8901	106.9051	1285
11	Амгалан		47.912	106.998	1316
12	Буянт-Ухаа		47.842	106.765	1296
13	Улаанбаатар		47.919	106.848	1301
14	Баянхошуу		47.938	106.82	1347
15	Толгойт		47.903	106.79	1306
16	Телевиз		47.911	106.89	1352
17	Баруун 4 зам		47.915	106.894	1292
18	Бөхийн өргөө		47.917	106.937	1301
19	100 айл		47.933	106.921	1310
20	Монгол газар		47.904	106.851	1278

Эх сурвалж: Зохиогч

Арван цэг дээрх хэмжилтийг III сарын 5-ны өдрөөс эхлэн гурван арав хоногийн туршид хийсэн бөгөөд цаг агаарын урьдчилсан мэдээг ашиглан арав хоногийн цэлмэг, тогтуун таван өдрийг сонгосон. Эхний арав хоногт Ханын материал компаниас – Ургах наран хороолол чиглэлд нэг цэгт хөрс болон бетон материал дээр зэрэгцүүлэн тус тус гурван хэмжилтийг арван минутын зайтай, дараагийн арав хоногт Шадивлан- Зайсан чиглэлд мөн таван цэгт ижил аргазүйгээр хэмжилт хийсэн. Сүүлийн арав хоногт тус хоёр тэнхлэгийн дагуу нэгэн ижил хугацаанд хэмжилтийг гүйцэтгэсэн. Ингэхдээ өглөөний 08 цагаас оройн 20 цаг хүртэл гурван цаг тутамд цэг тус бүрд арван минутын зайтай зургаан хэмжилтийг хийж гүйцэтгэв.

Хэмжилтийн төлөвлөгөө

Баруунаас зүүн болон хойноос урагш чиглэлд тус тус таван цэг сонгон авсан. Төлөвлөгөөний дагуу эхний өдөр I цэгт өглөө 8:00 цагт хэмжилт хийсэн бол IV цэгт орой 20:00 цагт хэмжилт хийнэ. Дараагийн өдөр II цэгт өглөө 8:00 цагт хэмжилт хийсэн бол I цэгт орой 20:00 цагт хэмжилт хийх зүй тогтолтойгоор төлөвлөгөөг гаргасан. Энэхүү төлөвлөгөөний дагуу хэмжилт хийснээр нэг цэгт өглөө 8-20 цаг хүртэлх таван өдрийн мэдээ гарна гэсэн үг юм (Хүснэгт.2).

Хүснэгт 2. Хээрийн хэмжилтийн төлөвлөгөө

Хэмжилтийн цэг	Хэмжилтийн хугацаа				
	08:00	11:00	14:00	17:00	20:00
I цэг	-	\$	@	#	*
II цэг	*	-	\$	@	#
III цэг	#	*	-	\$	@
IV цэг	@	#	*	-	\$
V цэг	\$	@	#	*	-

Эх сурвалж: Зохиогч

Хэмжилтийн багаж

Термометр

Газар ашиглалтын бүсүүдэд сонгосон цэг тус бүрд 2 метрийн өндөрт агаарын температурыг Психрометрийн термометрээр хэмжилтийг хийж гүйцэтгэсэн. Психрометрийн термометрийг босоо байрлуулан хэмжилтийг хийдэг учир термометрийн резеруар буюу мэдрэгчийг 2 метр байхаар рекэнд байрлуулан бэхэлсэн. Термометрийн хэмжилтэд суурь рекний дулаан солилцооны нөлөөллийг оруулахгүйн тулд тусгаарлагч буюу хөөсөнцрийг байрлуулж өгсөн.

Долгионы GPS

Энэхүү багажаар хээрийн хэмжилтийн цэгүүдийн солбицол ба далайн түвшнээс дээш өргөгдсөн өндрийг хэмжсэн. Энэхүү хэмжилтийн үр дүнг агаарын температурын орог зайн тархалт буюу хотын дулааны арлын зураглалыг боловсруулахад ашигласан болно.

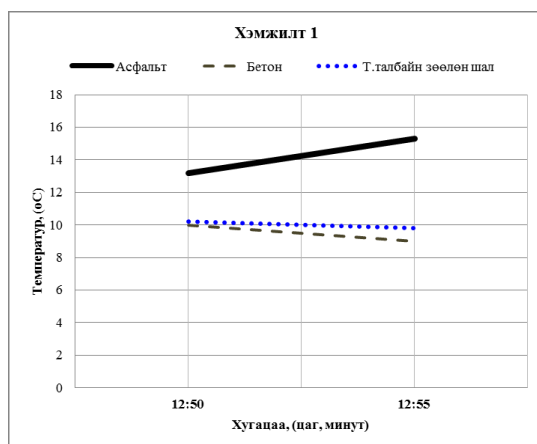
Янз бүрийн гадаргуу дээрх агаарын температурын хэмжилт

Гадаргуунуудын халалтыг харьцуулахын тулд тухайн гадаргаас дээш 30 см түвшинд агаарын температурыг хэмжсэн. Ингэхдээ Сүхбаатар дүүргийн 8-р хороонд байрлалтай хүүхдийн тоглоомын талбайг объект болгон үүнд: асфальт, мод, бетон, тоглоомын талбайн резинэн шал, төмөр, ногоон байгууламж, эко хавтан, нүцгэн хөрс, байгалийн чулуун зам, шил, усан гадарга гэх мэтийн 11 гадаргууг хамруулж хэмжилт хийсэн.

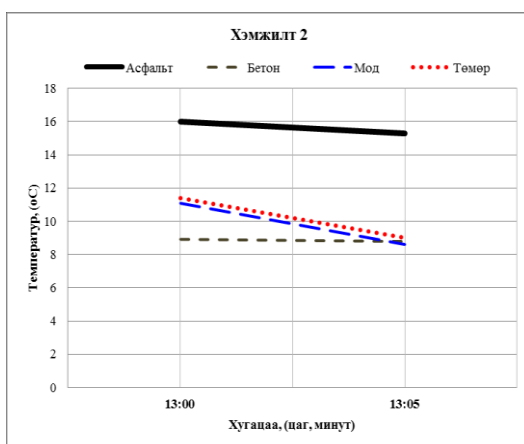
Үр дүн

Янз бүрийн гадаргуугийн дээрх агаарын халалтын ялгаа

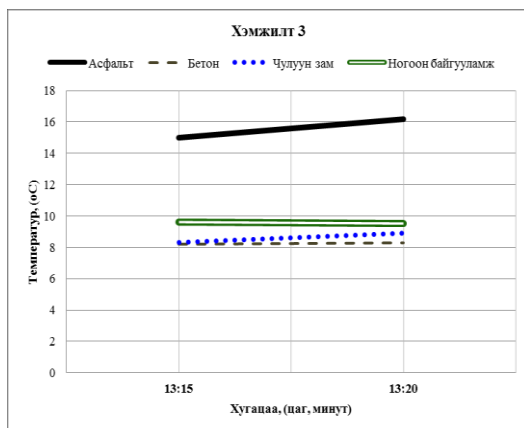
Сонгон авсан 11 төрлийн гадаргуугийн хэмжилтийн мэдээг боловсруулан тэдгээрийн хоорондын температурын зөрүүг гаргаж хамгийн их халалттай гадаргуугийн температурыг бусад гадаргуугийнхтай харьцуулсан. Зураг 3-д ижил хугацаанд төрөл бүрийн шинж чанартай гадаргуугийн дээрх 30 см-ийн түвшинд 12:50-12:55 (а), 13:00-13:05 (б), 13:15-13:20 (в), 13:35-13:40 (г), 13:45-13:50 (д), 13:55-14:00 (е) цагуудад хэмжсэн агаарын температурын утгуудын харьцуулалтыг үзүүллээ.



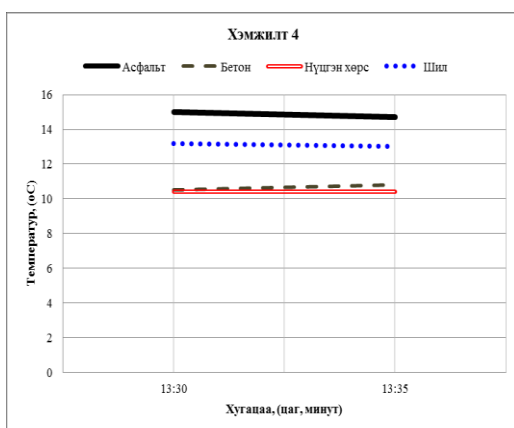
(а)



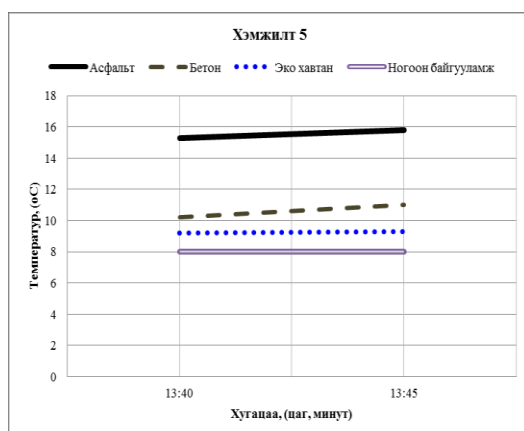
(б)



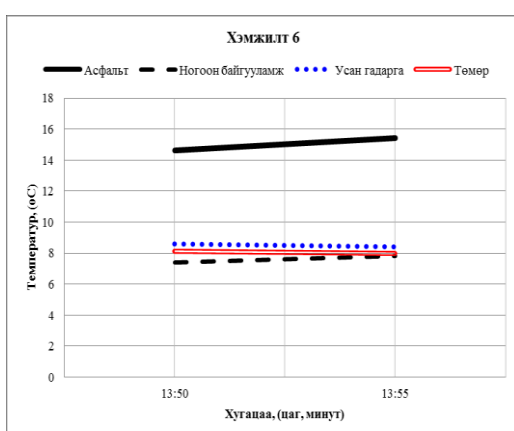
(в)



(г)



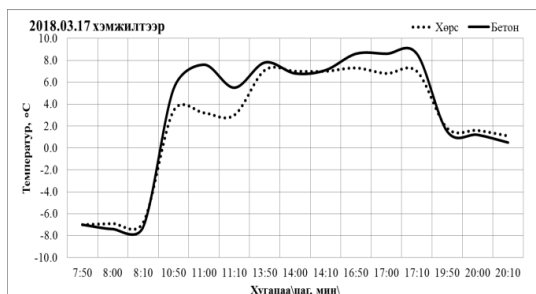
(д)



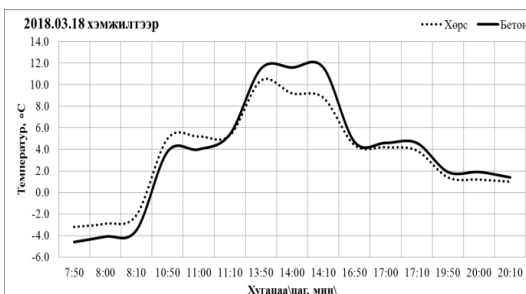
(е)

Зураг 3. Янз бүрийн гадаргуугийн температурын харьцуулалт
Эх сурвалж: Зохиогч

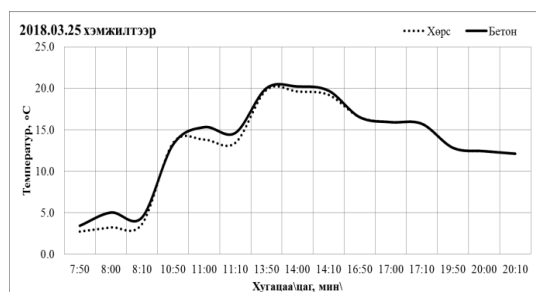
Зураг 3-аас үзвэл асфальтан болон бетонон материал хамгийн их дулаан шингээлттэй буюу хотын дулаарлыг үүсгэж байгаа гол барилгын материалууд гэдэг нь тодорхой байна. Асфальтан гадаргуу нь хэмжилт хийсэн бусад гадаргаас дунджаар 5.73°C -ээр илүү дулаан шингээж гадаргууг халааж байна. Харин асфальтан гадаргуу нь ногоон байгууламжаас дунджаар 7°C -ээр илүү халалттай байна. Түүнчлэн бетонон гадарга нь ногоон байгууламжаас дунджаар 2.6°C -ээр илүү халалттай боловч асфальтан гадарга дээрхээс дунджаар 4.61°C -ээр бага халалттай байна. III-сарын 17, 18, 20, 24-ний өдрүүдэд бетонон гадарга болон байгалийн хөрсөн гадаргуу дээр ижил хугацаанд агаарын температурын хэмжилтийг хийж үр дүнг харуулав.



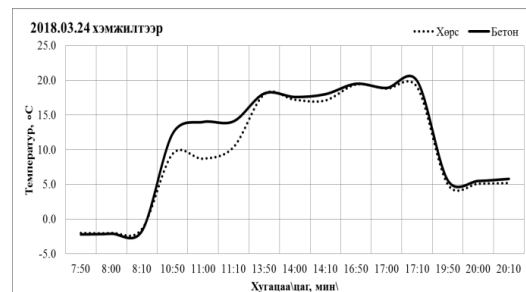
(а)



(б)



(в)



(г)

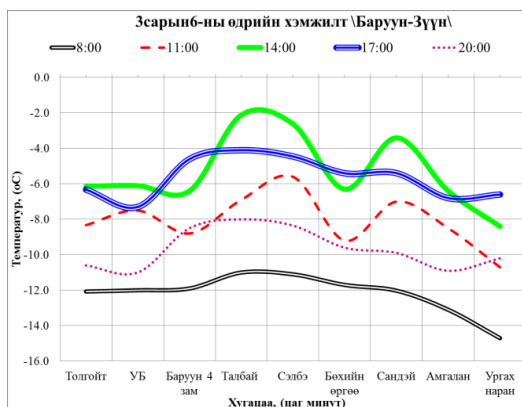
Зураг 4. III сарын 17 (а), 18 (б), 20 (в), 24 (г)-ний өдрийн бетон болон байгалийн хөрсөн дээрх агаарын температурын хоногийн өөрчлөлт

Эх сурвалж: Зохиогч

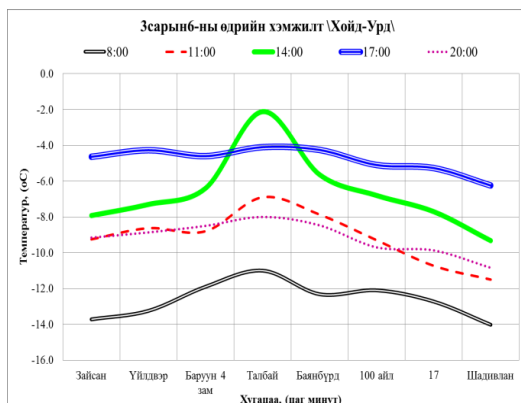
Зураг 4-өөс үзвэл бетон болон хөрс нь өглөө нар мандахаас өмнө, нар жаргасны дараа температурын зөрүү бага, бараг ойролцоо байна. Харин өдрийн гэрэлтэй хугацаанд хийсэн хэмжилтийн үр дүнгээс үзвэл дунджаар бетонон гадарга дээрх агаарын температур нүцгэн хөрсөн дээрхээс $0.1-5.3^{\circ}\text{C}$ -ийн зөрүүтэй байна. Тиймээс бетон гадарга нь байгалийн хөрстэй гадаргаас тодорхой хэмжээнд илүү дулаан шингээж халж байгаа ч асфальтан гадаргынхаас бага байна. Гэхдээ бетонон гадарга нь ус үл нэвчүүлэх бүтэцтэй учир ууршилт бага явагдахад ихээр нөлөөлж байна.

Газар ашиглалтын төрлүүд дэх агаарын температурын хэмжилт

Улаанбаатар хотын баруунаас зүүн чиглэл, урдаас хойд чиглэлд тархсан газар ашиглалтын ялгаатай бүсүүд дэх температурын хэмжилтийн үр дүнгээр хэд хэдэн өдрийн ижил хугацаан дахь утгын тархалтыг цагаар, хоногоор, сарын арав хоногоор, сараар тус тус доорх зурагт үзүүллээ.



(а)

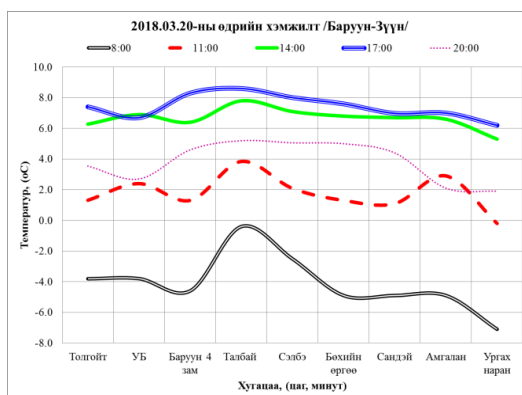


(б)

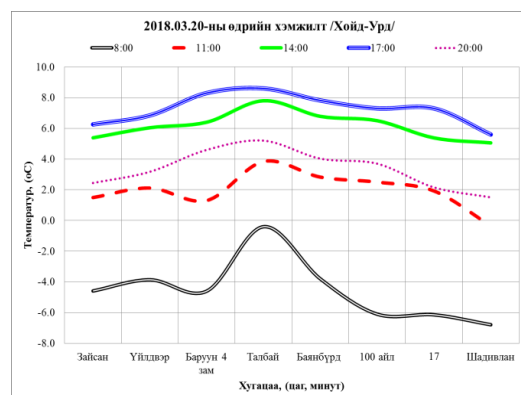
Зураг 5. III сарын 6-ны өдрийн температурын хэмжилтийн үр дүн, чиглэл тус бүрээр, цагаар

Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 5-аас үзвэл III сарын 6-ны өдрийн байдлаар хотын төвөөс хотын зах хүртэл баруунаас зүүн чиглэлд (а) өглөө 08 цагт 1.2°C -ээр, 11 цагт 2.5°C -ээр, 14 цагт 3.2°C -ээр, 17 цагт 1.6°C -ээр, 20 цагт 1.7°C -ээр тус тус дулаан байна. Харин хойд - урд чиглэлд (б) 08 цагт 1.6°C -ээр, 11 цагт 2.2°C -ээр, 14 цагт 4.5°C -ээр, 17 цагт 0.7°C -ээр, 20 цагт 1.2°C -ээр тус тус дулаан байна.



(а)

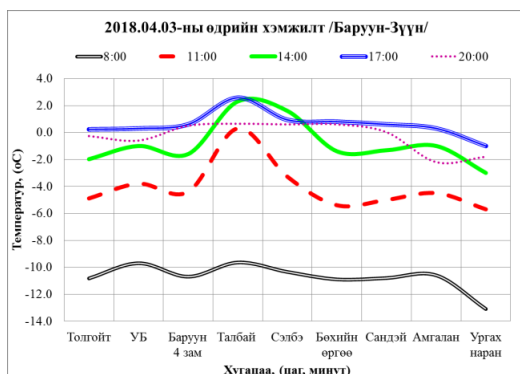


(б)

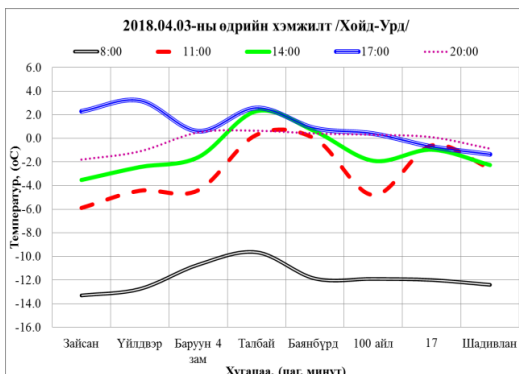
Зураг 6. III сарын 20 –ны өдрийн температурын хэмжилт, чиглэл тус бүрээр цагаар

Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 6-аас үзвэл III сарын 20-ны өдрийн байдлаар хотын төвөөс хотын зах хүртэл баруунаас зүүн чиглэлд (а) өглөө 08 цаг 2.7°C -ээр, 11 цагт 1.8°C -ээр, 14 цагт 4.1°C -ээр, 17 цагт 2.9°C -ээр, 20 цагт 2.8°C -ээр тус тус дулаан байна. Харин хойд –урд чиглэлд (б) 08 цаг 1.5°C -ээр, 11 цагт 2.1°C -ээр, 14 цагт 4.3°C -ээр, 17 цагт 2.4°C -ээр, 20 цагт 3.0°C -ээр тус тус дулаан байна.



(а)



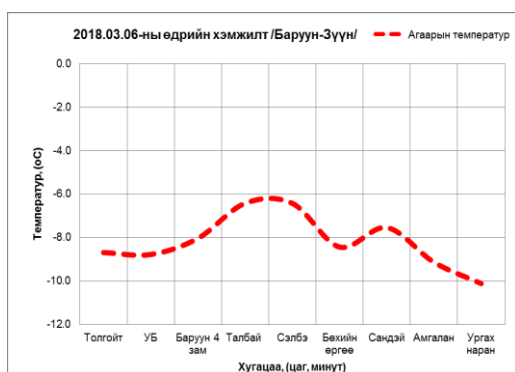
(б)

Зураг 7. IV сарын 3 –ны өдрийн температурын тархалт, баруун-зүүн (а), хойд-урд (б) маршрутаар

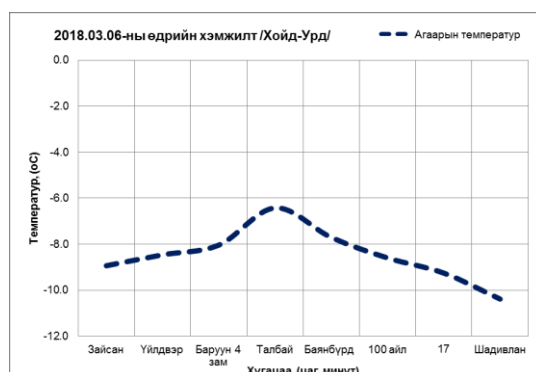
Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 7-оос үзвэл IV сарын 3-ны өдрийн байдлаар хотын төвөөс хотын зах хүртэл баруунаас зүүн чиглэлд (а) өглөө 08 цагт 1.1°C -ээр, 11 цагт 4.4°C -ээр, 14 цагт 3.1°C -ээр, 17 цагт 2.0°C -ээр, 20 цагт 0.9°C -ээр тус тус дулаан байна. Харин хойд-урд чиглэлд (б) 08 цагт 2.2°C -ээр, 11 цагт 3.1°C -ээр, 14 цагт 3.5°C -ээр, 17 цагт 1.6°C -ээр, 20 цагт 0.9°C -ээр тус тус дулаан байна. Дээрх үр дүнгээс үзвэл өглөө нар мандахаас өмнө температурын зөрүү хамгийн бага, ойролцоо байсан ба нар мандсанаас хойш нар жаргах хүртэл хамгийн их температурт хүрч хотын захаас хотын төв хүртэлх температурын зөрүү ажиглагдсан. Харин нар жаргаснаас хойш хотын төв хэсгийн гадарга дулаанаа илүү удаан хадгалж, туяаруулах замаар алдаж байдаг бол хотын зах хөрсөн гадаргатай хэсэгт хурдан хөрч байгаа нь температурын зөрүү 17 цагийнхаас их байна.

Агаарын температурын хоногийн дундаж утгаар тархалтыг байгуулав.



(а)



(б)

Зураг 8. Температурын хоногийн дундаж утгын тархалт, баруун-зүүн (а), хойд-урд (б) маршрутаар

Эх сурвалж: Зохиогч

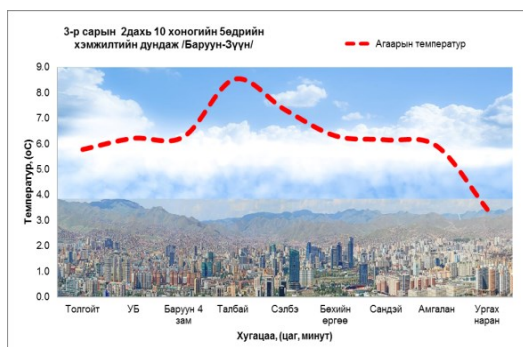
Зураг 8-аас үзвэл III сарын 6-ны өдрийн баруунаас зүүн чиглэл (а) болон хойноос урд чиглэлд (б) агаарын температурын тархалтыг харуулав. Ингэхдээ өдрийн бүх цагийн дунджаар байгуулав. Эндээс хотын төв талбайгаас хотын зах хүртэл дунджаар 5.3-6.3 километр баруун зүүн чиглэлд 1.8°C-ээр, хойноос урд чиглэлд 3.8-4.1 километр 2.1°C-ээр тус тус хүйтэрсэн байна. Мөн газар ашиглалтын хувьд дулааны улирал эхэлсэнтэй холбоотойгоор хотын захын хэсэг хотын төвөөс илүү сэрүүн байгаа ба өвлийн улиралд энэ үзүүлэлт нь гэр хорооллын утааны нөлөөгөөр агаарын температур харьцангуй нэмэгдэх магадлалтай юм. Харин Баруун дөрвөн замаас Сэлбийн гол хүртэлх зайд хамгийн их дулаан ажиглагдсан ба Бөхийн өргөө орчимд сэрүүн болсон нь тухайн газрын барилга байгууламжийн хэлбэр, өндрөөс хамааралтай байх магадлалтай юм. Мөн Сандэй худалдааны төв орчимд дулаарсан нь хөдөлгөөний эрчим ихтэй худалдаа үйлчилгээний газар олноор төвлөрсөн байдагтай холбоотой байж болох юм. Үүнээс цааш Амгалан, Ургах наран хороолол гэх мэт хотын захын хэсэгт температур буурсан. Харин урдаас хойш чиглэлд Зайсангийн Туул голын эрэг дээр сэрүүн байсан ба үйлдвэрийн бүсээс Баянбүрд хүртэл хамгийн их дулаан ажиглагдаж 17 дугаар сургууль, Шадивлангийн зуслан хүртэл агаарын температур багассан үзүүлэлттэй байсан. III сарыг бүлэглэн авч үзсэн. Ингэхдээ III сарын 5-15 хүртэлх эхний арван хоногоос цэлмэг тогтуун таван өдөр /III.6, III.10, III.11, III.12, III.13/, III сарын 16-26 хүртэлх дараагийн арван хоногоос мөн адил таван өдөр /III.17, III.18, III.20, III.24, III.25/, III сарын 27-ноос IV сарын 3 хүртэлх сүүлчийн арван хоногоос /III.28, III.31, IV.1, IV.2, IV.3/ өдрүүдийг тус тус сонгон авсан. Доорх Зураг 9-д гурван арван хоног тус бүрийн дунджаар үр дүнг гаргав.

(a)

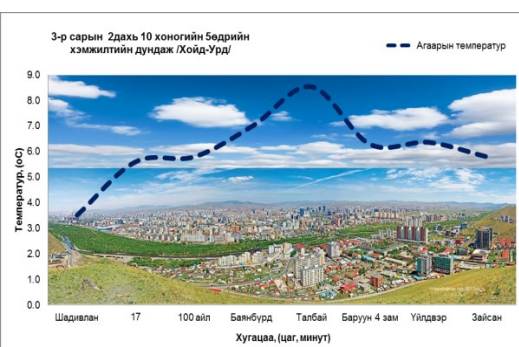
Зураг 9. III сарын эхний арав хоногийн температурын тархалт, баруун-зүүн (а), хойд-урд (б) маршрутаар

Зураг 9-өөс үзвэл чиглэл тус бүрд бодит зургийг давхцуулан харуулсан ба Улаанбаатар хотын дээгүүр дулааны арал зурагт үзүүлснээр тогтсон байдаг

нь батлагдсан. Харин эхний арав хоногийн байдлаар хотын төвөөс зах хүртэл дунджаар 5.3-6.3 километр баруун-зүүн чиглэлд (а) 1.5°C -ээр, хойд-урд чиглэлд (б) 3.8-4.1 километр 1.6°C -ээр тус тус сэрүүссэн байна.



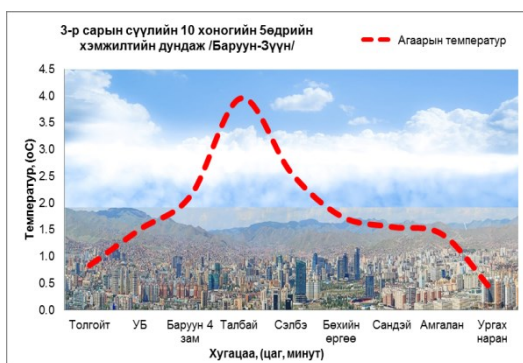
(а)



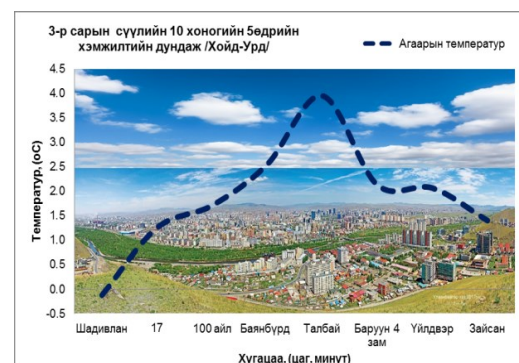
(б)

Зураг 10. III сарын дунд арав хоногийн температурын тархалт, баруун-зүүн (а), хойд-урд (б) маршрутаар
Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 10-аас үзвэл III сарын дунд арван хоногийн байдлаар хотын төвөөс зах хүртэл дунджаар 5.3-6.3 километр баруун-зүүн чиглэлд (а) 2.3°C -ээр, хойд-урд чиглэлд (б) 3.8-4.1 километр 2.4°C -ээр тус тус сэрүүссэн байна.



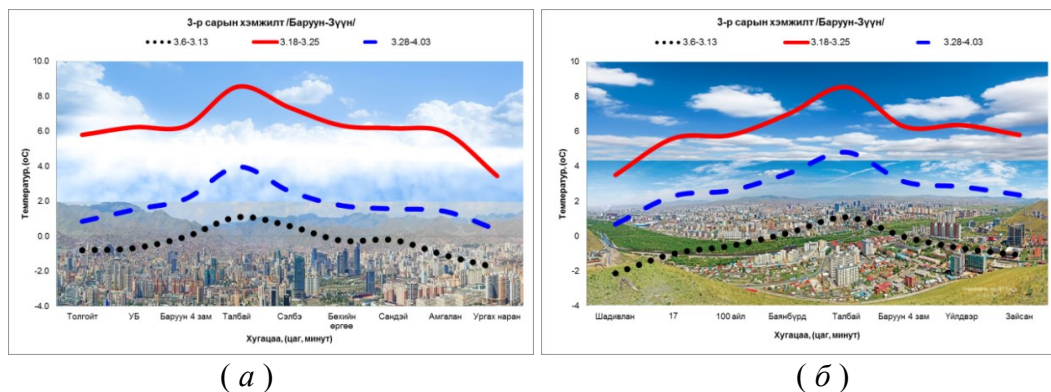
(а)



(б)

Зураг 11. III сарын сүүлийн арав хоногийн температурын тархалт, баруун-зүүн (а), хойд-урд (б) маршрутаар
Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 11-ээс үзвэл III сарын сүүлийн арван хоногийн байдлаар хотын төвөөс зах хүртэл дунджаар 5.3-6.3 километр баруун-зүүн чиглэлд (а) 2.2°C -ээр, хойд-урд чиглэлд (б) 3.8-4.1 километр 2.1°C -ээр тус тус сэрүүссэн байна.



Зураг 12. III сарын дундаж температурын тархалт, баруун-зүүн (а), хойд-урд (б) маршрутаар
Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 12-оос үзвэл III сарын гурван арав хоногийг давхцуулан харуулсан. Тус зургаас харахад III сарын дунд үед хамгийн их дулаарал, агаарын температур ажиглагдсан. Харин эхний үед хамгийн бага температур, сүүл үед дундаж температур тус тус ажиглагдсан. Учир нь хаврын улирлын тогтворгүй байдлаас шалтгаалан цаг агаарын гэнэтийн үзэгдэл их тохиолддог. Эхний арав хоногийн хамгийн их температур $+0.8^{\circ}\text{C}$, дунд арав хоногийн дунджаар хамгийн их температур $+8.9^{\circ}\text{C}$, сүүлийн арав хоногийн хамгийн их температур $+3.8^{\circ}\text{C}$ тус тус байна. Харин хамгийн бага температур эхний арав хоногт 2.3°C , дунд арав хоногт $+3.5^{\circ}\text{C}$, сүүлийн арав хоногт 0.9°C тус тус байна.

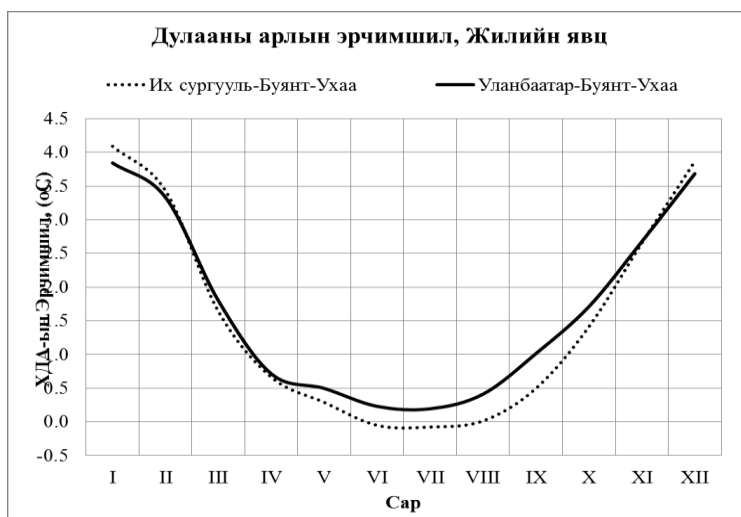
“Дулааны арал”-ын эрчимшил

“Дулааны арал”-ын эрчимшил гэдэг нь хотын төвийн агаарын температур ба хөдөө орон нутгийн, хотын захын агаарын температурын хоорондын утгын зөрүүг хэлнэ. Энэ нь Улаанбаатар орчимд өвөл хүчтэй, зун сул ажиглагддаг (Gantuya *et al.*, 2013). Улаанбаатар, Буянт-Ухаа, Их сургууль станцуудын 1990-2015 оны жилийн дундаж температурыг ашиглан Дулааны арлын эрчимшлийн муруйг байгуулав (Зураг13).



Зураг 13. Улаанбаатар хот дахь хэмжилтийн цэгүүдийн агаарын температурын олон жилийн явц
 Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 13-аас үзвэл Улаанбаатар станцын хэмжилтээр жилийн дундаж агаарын температур нь Буянт-Ухаа станцын хэмжилтээс өндөр байна. Энэ хоёр станцын жилийн дундаж температурын зөрүү нь 1990-2015 оны хооронд дунджаар 1.7°C байна. Харин Их сургууль станц-Буянт-Ухаа станц дээрх жилийн дундаж температурын зөрүү нь 1990-2013 оны дунджаар 1.5°C байна.



Зураг 14. “Дулааны арал”-ын эрчимшил
 Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 14-өөс үзвэл Улаанбаатар-Буянт-Ухаа станцуудын хооронд дулааны арлын эрчимшил өвөл хамгийн хүчтэй (3.6°C), зун хамгийн сул (0.5°C) байсан бол Их сургууль-Буянт-Ухаа станцуудын хооронд үүнтэй төстэйгээр

харгалзан өвөл 3.8°C, зун 0.3°C байна. Харин Алескын Барровд дулааны арлын эрчимшил өвөл хамгийн хүчтэй ажиглагдсан нь 2.2°C байсан энэ нь Улаанбаатар хоттой харьцуулахад сүүлийн жилүүдэд эрчимтэй явагдаж байгаа нь харагдаж байна (Hinkel *et al.*, 2003; Gantuya *et al.*, 2013).

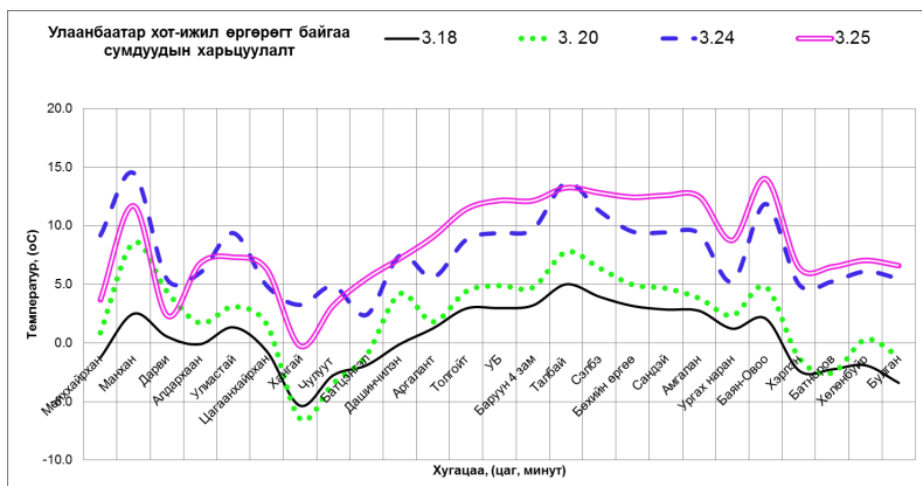
Ижил өргөрөгт байгаа хэмжилтийн цэгүүд дэх температурын харьцуулалт

Монгол улсын нутаг дэвсгэр дээр Улаанбаатар хотоос баруун, зүүн чиглэлд ижил өргөрөгт байрлах 16 цаг уурын хэмжилтийн цэгүүд дээрх 2018 оны III сарын 18-25-ны өдрийн мэдээг ашиглан Улаанбаатар хотын дулааны арлыг илүү тодорхой харуулахыг зорьсон (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Ижил өргөрөгт орших цэгүүдийн байршил

№	Аймаг	Сум	Уртраг	Өргөрөг	Өндөр
1	Архангай	Батцэнгэл	101.962375	47.79340	1575
2	Архангай	Чулуут	100.225958	47.53621	2490
3	Архангай	Хангай	99.428469	47.85334	2503
4	Булган	Дашинчилэн	104.04333	47.851	1028
5	Дорнод	Булган	113.95	48.0	760
6	Дорнод	Хөлөнбуйр	112.9615361	47.921731	871
7	Завхан	Алдархаан	96.5342361	47.645361	1550
8	Завхан	Цагаанхайрхан	96.6638472	47.115361	2050
9	Завхан	Улиастай	99.6638472	47.357	1579
10	Төв	Аргалант	105.898055	47.94	1289
11	Ховд	Дарви	91.92	48.236	1170
12	Ховд	Манхан	93.6123	46.9373	1468
13	Ховд	Мөнххайрхан	92.6341666	48.3325	1180
14	Хэнтий	Батноров	110.183525	47.50783	1150
15	Хэнтий	Баян-Овоо	109.05621	47.74743	1380
16	Хэнтий	Хэрлэн	111.50277	47.94861	1050

Эх сурвалж: Зохиогч



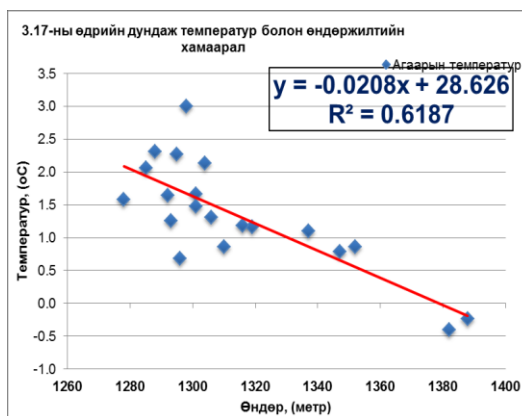
Зураг 15. Ижил өргөрөгт орших хэмжилтийн цэгүүд дэх температурын харьцуулалт

Эх сурвалж: Зохиогч

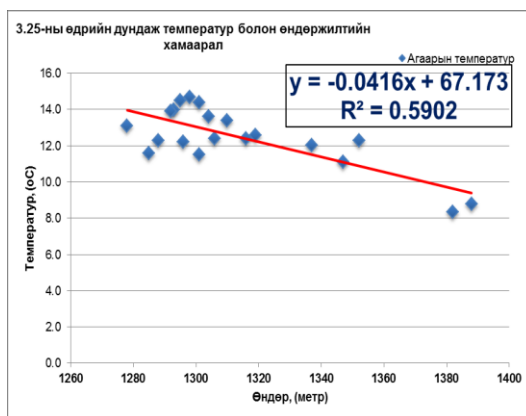
Зураг 15-аас үзвэл Улаанбаатар хот нь ижил өргөрөгт байрлаж байгаа бусад сумдаас дунджаар 6.6°C -ээр дулаан байна. Харин III сарын 18-ны өдрийн хэмжилтээр бусад сумдаас 5.9°C -ээр, III сарын 20-ны өдрийн хэмжилтээр 6.8°C -ээр, III сарын 24-ний өдрийн хэмжилтээр 7.0°C -ээр, III сарын 25-ны өдрийн хэмжилтээр 6.8°C -ээр тус тус дулаан байна.

Температурын орон зайн тархалт

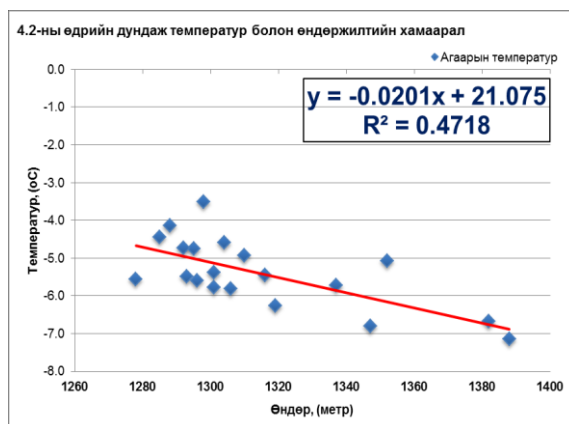
Хэмжилтийн цэгүүдийн далайн түвшнээс дээших өндөр болон хэмжилт хийсэн өдөр бүрийн агаарын температурын дунжийг ашиглан хоорондын хамаарлыг бодсон. Үр дүнг гурван арав хоногоос нэг нэг өдөр сонгон зураг 16-д үзүүлэв.



(а)



(б)

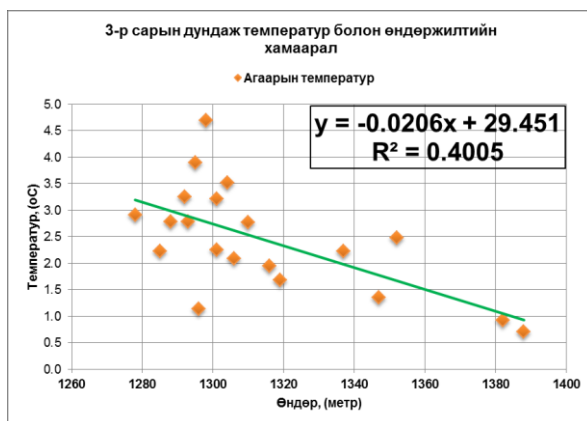


(в)

Зураг 16. III сарын 17 (а), 25 (б), IV сарын 2-ны (в) өдрийн агаарын температур ба далайн түвшнээс дээших өндрийн хамаарал

Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 16-аас үзвэл агаарын температурын далайн түвшнээс дээших өндрөөс хамаарах корреляцийн хамаарал 0.69-0.78 буюу харьцангуй өндөр хамааралтай байсан нь регрессийн тэгшитгэл зохиож DEM ашиглан температурын орон зайн тархалтыг гаргах үндэслэл болсон.

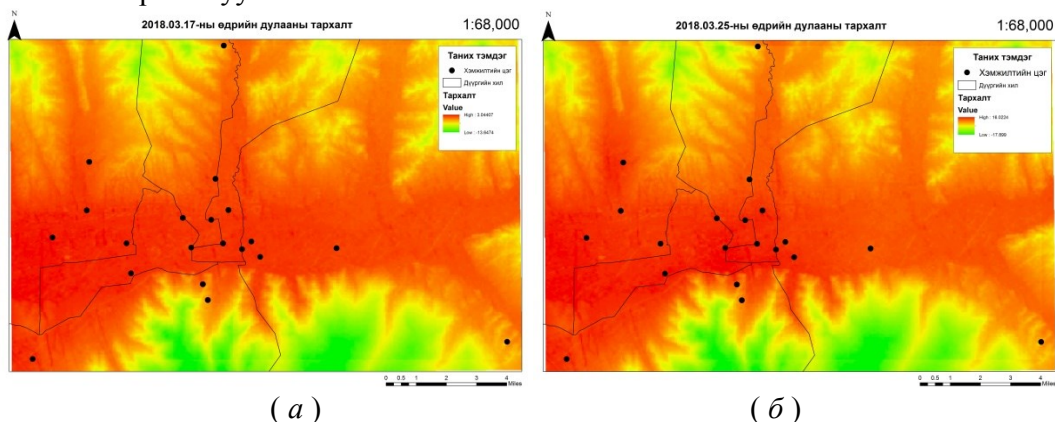


Зураг 17. III сарын агаарын температур ба далайн түвшнээс дээших өндрийн хамаарал

Эх сурвалж: Зохиогч

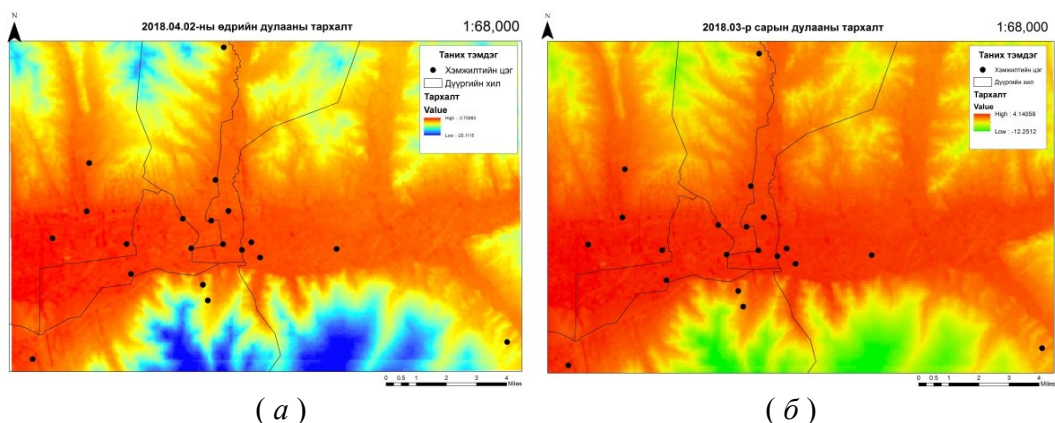
Зураг 17-гоос үзвэл хэмжилтийн цэг тус бүрийн III сарын температурын дунджийг далайн түвшнээс дээших өндөртэй хамааруулахад корреляцийн хамаарал мөн харьцангуй өндөр хамааралтай буюу 0.63 байлаа. Иймд агаарын температур ба далайн түвшнээс дээших өндрийн хоорондын хамаарлын дээрх тэгшитгэлүүдийг ArcGIS програмын Raster calculator, kriging функцэд өндрийн

тоон загварчлал буюу DEM ашиглан орон зайн тархалтыг 1:68000-ын масштабаар байгуулсан.



Зураг 18. III сарын 17 (а), 25-ны (б) өдрийн температурын орон зайн тархалт
Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 18-аас үзвэл III сарын 17-ны өдрийн байдлаар (а) улаан өнгөөс (хамгийх их 3.04°C) ногоон өнгө (хамгийн бага -13.6°C), III сарын 25-ны өдрийн байдлаар (б) улаан өнгөөс (хамгийн их 16.0°C) ногоон өнгө (хамгийн бага -17.9°C) хүртэл уусалттайгаар ихээс багаруу дүрсэлсэн байна.

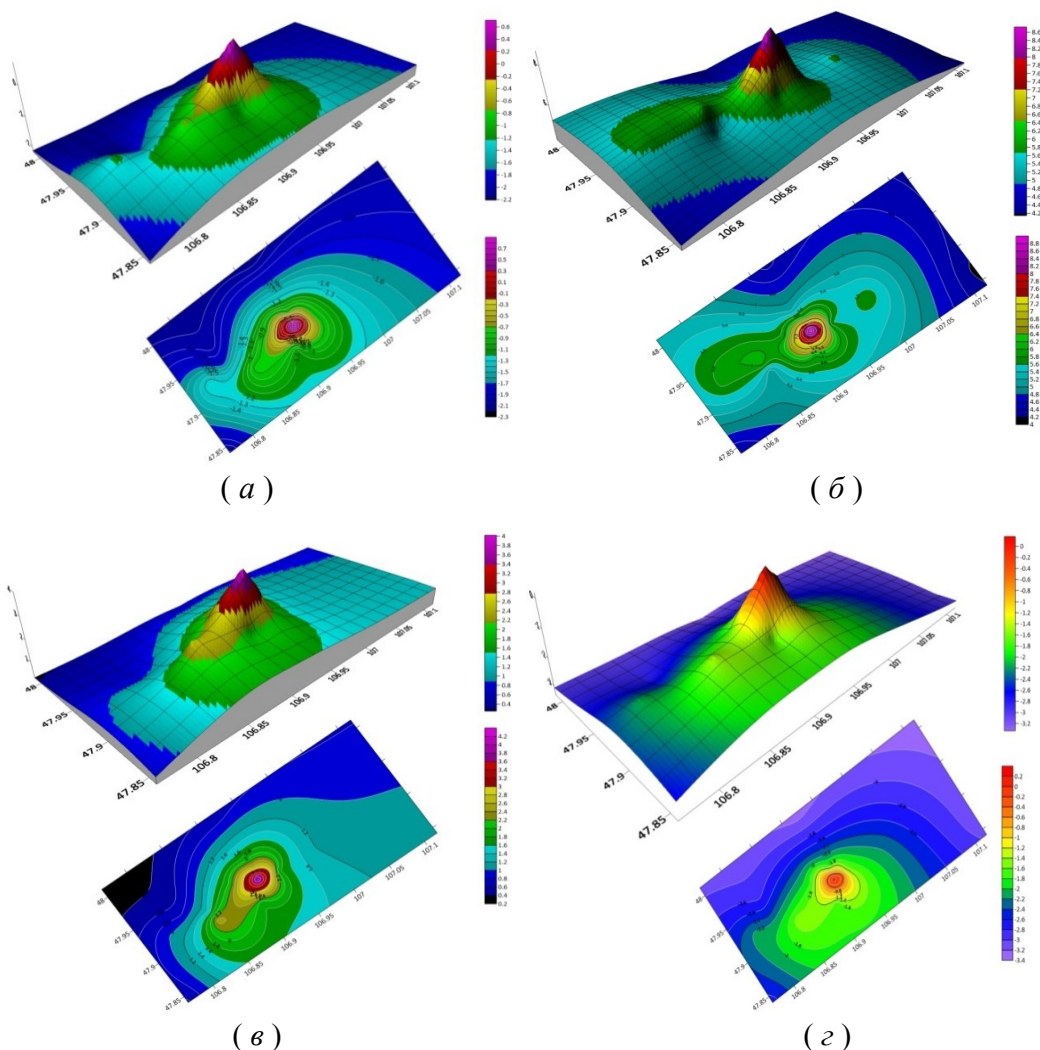


Зураг 19. IV сарын 2-ны өдрийн, III сарын температурын орон зайн тархалт
Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 19-өөс үзвэл IV сарын 2-ны өдрийн байдлаар (а) улаан өнгөөс (хамгийх их -3.8°C) ногоон өнгө (хамгийн бага -20.1°C), III сарын хувьд (а) улаан өнгөөс (хамгийх их 4.1°C) ногоон өнгө (хамгийн бага -12.3°C) хүртэл уусалттайгаар ихээс багаруу дүрсэлсэн байна.

Хотын төв хэсэг болон гэр хорооллын хэсэгт хамгийн их дулаан ажиглагдсан, харин зуслангийн газар буюу Шадивлан, хотын зах хэсэг болох Ургах наран хороололд хамгийн бага температуртай байна. Улаанбаатар хотын

хувьд агаарын температур хотын төвөөс зах руу багассан зүй тогтол ажиглагдсан нь барилгажилттай холбоотойгоор гадаргын ялгаатай байдлаас хамааран дулааны эрчим хотын төвд хамгийн их ажиглагдсан. Үүнээс гадна Улаанбаатар хотын III сарын температурын дундаж утга, хэмжилтийн цэгүүдийн солбицол ашиглан Surfer15 програм дээр кригингийн интерполяц бодох аргаар 3D зураглалыг хийв. III сарын эхний арван хоног, дунд арван хоног, сүүлийн арван хоног, III сарын дундаж утгуудаар тус тус зурагт үзүүлэв (Зураг 20).



Зураг 20. Дулааны арал"-ын 3D загвар, (а) III сарын эхний 10хоногийн, (б) III сарын дунд 10 хоногийн, (в) III сарын сүүлийн 10 хоногийн, (г) III сарын дундаж

Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 20-оос үзвэл хотын төвөөс захруу температур бүх чиглэлд буурсан байдал ажиглагдсан нь Улаанбаатар хотод “дулааны арал”-ын илрэл буйг нотолж байна.

Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөө, 2030 оны тодотголд хотын газар ашиглалтын бүсүүдийн тусгагдсан байдал

Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөө, 2030 оны тодотголд тусгагдсаны дагуу (БХБЯ ба НЗДТГ, 2013) ногоон байгууламжийн талбай, гэр хорооллын талбай, барилгажсан талбайн эзлэх талбайг одоогийн нутаг дэвсгэр өөрчлөгдөхгүй (БХБЯ, 2014) гэж үзэж төлөвлөгдсөний дагуу эзлэх талбай хэрхэн өөрчлөгдөхийг тооцоолж үзсэн (Зураг 21).



Зураг 21. Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөнд хотын газар ашиглалтын бүсүүдийн тусгагдсан байдал

Эх сурвалж: Зохиогч

Зураг 21-ээс үзвэл 2010 онд гэр хорооллын эзлэх талбай хамгийн их байсан ба ногоон байгууламж, барилгажсан нутаг дэвсгэрийн талбай бага байсан. Харин 2020 оны төлөвлөгөөнд тусгагдсаны дагуу ногоон байгууламжийн одоогийн 1 хүнд 5 метр квадрат талбайн үзүүлэлтийг нэг хүнд 20 метр квадрат байхаар төлөвлөсөн бөгөөд ингэснээр нийт талбайн 1.01% болно. Мөн гэр хорооллын талбай төлөвлөгөөнд тусгагдсанаар эзлэх талбай хэтийн төлөвт буурах хандлагатай байгаа ч барилгажсан талбай ихсэх хандлагатай. Энэ нь нэг талаар ашигтай боловч одоогийн хэрэглэдэг барилгын материал, халалт их үүсгэгч материалаар хийсээр байвал байгаль орчинд сөргөөр нөлөөлөх байдал ихэснэ. Энэхүү нөлөөллийг багасгахын тулд ногоон байгууламжийн эзлэх талбайг нэмэгдүүлэх, эко, эрчим хүчинд хэмнэлттэй барилгын материалыг сонгох шаардлагатай. Хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөөнд тусгагдсанаар хэрэгжүүлж чадвал байгаль орчинд нөлөөлөх нөлөөг бууруулах боломжтой юм.

Судалгааны ач холбогдол

- Дэлхийн өндөр хөгжилтэй улс зарим орнууд хотын дулаарлын талаарх судалгааг тусгаагүйгээс үүдэн газар бүрхэвчийн ихэнх хэсгийг ус үл нэвчүүлдэг гадаргаар бүрснээр хэт халалтын улмаас ард иргэд даралт харвах, амьсгалын замын өвчлөл болон зүрх судасны өвчнөөр нас барах тохиолдол ихээхэн гарч эрүүл мэндийн асуудал ихээхэн хурцаар яригдаж байна. Улаанбаатар хотын хувьд хөгжиж буй хот учраас ирээдүйд энэхүү асуудлаас сэргийлэн газар бүрхэвч болон барилгын материалыг эко байгальд ээлтэй технологийг ашиглан бүтээн байгуулалт хийх шаардлагатай гэдгийг мэдэх нь чухал байна.
- Улаанбаатар хотод энэ чиглэлээр хийсэн судалгаа төдийлөн их байдаггүй учир шинэлэг судлагдахуун юм.
- Хотын олон асуудлын үндэс болсон дулаарал нь бидний амьдрах орчны чанарыг муутгасаар байгаа учир энэ асуудлыг хэрхэн шийдвэрлэх боломжтой вэ гэдгийг мэдэх нь чухал юм.
- Улаанбаатар хотыг хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөөг хэрэгжүүлэхэд дэмжлэг болно.

Дүгнэлт

Сүүлийн жилүүдэд Улаанбаатар хотод хотжилт эрчимтэй явагдаж байгаатай холбоотойгоор газар бүрхэвчийн өөрчлөлт ихсэж байгаа өнөө үед Улаанбаатар хотын дулааралд тэдгээрийн нөлөө байгаа эсэхийг судлахыг зорьсон. Үүний тулд Улаанбаатар хотыг хойноос урагш, баруунаас зүүн чиглэлд огтолсон газар ашиглалтын бүсүүдэд цэгүүд сонгон авч агаарын температурын хээрийн хэмжилтийг III сарын 5-наас IV сарын 3 хүртэл хийсэн ба цаг уурын автомат станц болон бохирдлын арван станцын энэ хугацаанд дахь мэдээг авч ашигласан. Мөн янз бүрийн гадаргуугийн халалтын ялгааг судлахын тулд 2018 оны IV сарын 7-ны 12:55-13:55 цагийн хооронд хэмжилт хийсэн.

Хэмжилтийн үр дүнд:

- Асфальтан гадаргуу нь хэмжилт хийсэн бусад гадаргаас дунджаар 5.73°C-ээр илүү дулаан шингээж гадаргууг халааж байна. Харин асфальтан гадаргуу нь ногоон байгууламжаас дунджаар 7°C-ээр илүү халалттай байна. Түүнчлэн бетонон гадарга нь ногоон байгууламжаас дунджаар 2.6°C-ээр илүү халалттай боловч асфальтан гадарга дээрхээс дунджаар 4.61°C-ээр бага халалттай байна. Бетонон гадарга болон байгалийн хөрсөн гадарга нь наргүй үед хоорондоо ойролцоо байна. Харин өдрийн гэрэлтэй хугацаанд хийсэн хэмжилтийн үр дүнгээс үзвэл дунджаар бетонон гадарга дээрх агаарын температур нүцгэн хөрсөн дээрхээс 0.1-5.3°C-ийн зөрүүтэй байна.

- III сарын сүүлийн арван хоногийн байдлаар хотын төвөөс зах хүртэл дунджаар 5.3-6.3 километр баруун-зүүн чиглэлд 2.2°C-ээр, хойд-урд чиглэлд 3.8-4.1 километр 2.1°C-ээр тус тус хүйтэрсэн байна.
- Дулааны арлын эрчимшил нь шөнө, өвөл хамгийн хүчтэй, өдөр, зун хамгийн сул ажиглагддаг. Улаанбаатар-Буянт-Ухаа станцуудын хооронд өвөл (3.6°C), зун (0.5°C), хавар (1.0°C), намар (1.8°C), Их сургууль-Буянт-Ухаа станцуудын хооронд өвөл (3.8°C), зун (0.3°C) хавар (0.9°C), намар (1.5°C) тус тус байна.
- III сарын хувьд улаан өнгөөс (хамгийн их 4.1°C) ногоон өнгө (хамгийн бага -12.3°C) хүртэл уусалттайгаар ихээс багаруу дүрсэлсэн байна. Хотын төв хэсэг болон гэр хорооллын хэсэгт хамгийн их дулаан ажиглагдсан, харин зуслангийн газар буюу Шадивлан, хотын зах хэсэг болох Ургах наран хороололд хамгийн бага температуртай байна. Улаанбаатар хотын хувьд агаарын температур хотын төвөөс захруу багассан зүй тогтол ажиглагдсан нь барилгажилттай холбоотойгоор гадаргын өөр байдлаас хамааран дулааны эрчим хотын төвд хамгийн их ажиглагдсан.
- Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөөнд тусгагдсаны дагуу хэрэгжүүлбэл гэр хорооллын талбай багасаж, ногоон байгууламжийн талбай, барилгажсан талбай ихсэх хандлагатай байна. Ногоон байгууламжийн талбайг эрчимтэй нэмэгдүүлж, барилга байгууламжийн материалыг байгальд ээлтэй, шинэлэг техник технологиор хийснээр байгаль орчинд нөлөөлөх нөлөөллийг бууруулах боломжтой юм.

Хэлэлцүүлэг

Г.Гантуяа нар (2013), Г.Батжаргал (2014) нарын дулааны арлын эрчимшлийг тодорхойлсон судалгааны үр дүнтэй энэхүү судалгаа ижил үр дүн харуулж байна. Дээрх судалгаануудад өгүүлснээр хотын дулааны арлын эрчимшил 1.6°C байсан бол сүүлийн 5 жилийн нэмж тооцсон бидний судалгааны үр дүнгээр 1.7°C болж эрчимтэй дулаарал үзүүлж байна.

Дээрх судалгаануудад хотын төв, хотын захыг төлөөлүүлэн нэг нэг цэг сонгон авч үр дүнг харуулсан байдаг бол энэхүү судалгаанд хээрийн хэмжилтийн арав болон автомат станцын хэмжилтийн арван цэгийн мэдээг ашигласан ба эдгээр цэгүүдийн мэдээгээр орон зайн тархалт, 3D дүрслэлийг байгуулснаараа онцлогтой юм. Мөн янз бүрийн гадаргуунуудын халалтын ялгааг гаргаж хамгийн их халалт үүсгэдэг, хамгийн бага үүсгэдэг гадаргуунуудыг тодорхойлсон. Ингэснээрээ нөлөөллийг бууруулах боломжтой магадлалыг дэвшүүлсэн.

Талархал

Энэхүү судалгааны ажлыг хийхэд өөрийн судалгааны ажлыг ашиглахыг зөвшөөрч мэдээ материалаар хангаж тусалсан Ус, Цаг уур, Орчны Судалгаа, Мэдээллийн Хүрээлэнгийн судлаач Г.Батжаргал, Монгол Улсын Их Сургуулийн багш Б.Ганболд нарт талархал илэрхийлье.

Номзүй

Барилга хот байгуулалтын яам, нийслэлийн засаг даргын тамгын газар., 2013, Улаанбаатар хотыг 2020 он хүртэл хөгжүүлэх ерөнхий төлөвлөгөөний тодотгол, 2030 он хүртэлх хөгжлийн чиг хандлагын баримт бичиг.

Барилга хот байгуулалтын яам., 2014, Барилгын норм ба дүрэм. БНбД 30-01-04.

Батжаргал Г., 2014, Хотжилтын агаарын температурт үзүүлэх нөлөө. Ус цаг уурын хүрээлэн, 2014оны бүтээлийн сан, х. 1-6

Ганболд Б., 2014, Уур амьсгалд хотжилтын нөлөө. Магистрын зэрэг горилсон бүтээл, Монгол улсын их сургууль, Монгол улс.

Berdahl P. and S. Bretz., 1997. Preliminary survey of the solar reflectance of cool roofing materials. *Energy and Buildings* 25:149-158.

CNN, 2018. Two-thirds of world population will live in cities by 2050: UN report, By James Griffiths, Updated 0329 GMT (1129 HKT) May 17, 2018.

<https://edition.cnn.com/2018/05/16/world/world-population-cities-un-intl/index.html>

Gantuya Ganbat, Ji-Young Han, Young-Hee Ryu, and Jong-Jin Baik., 2013. Characteristics of the Urban Heat Island in a High-Altitude Metropolitan City, Ulaanbaatar, Mongolia. *Asia-Pacific J. Atmos. Sci.*, 49(4), 535-541. DOI:10.1007/s13143-013-0047-5.

Giannaros TM, Melas D. 2012. Study of the urban heat island in a coastal Mediterranean city: The case study of Thessaloniki, Greece. *Atmospheric Research* 118: 103-120.

Hinkel Kenneth M., Nelson Frederick E., Klene Anna E., Bell Julianne H. 2003. The urban heat island in winter at Barrow, Alaska. *Int. J. Climatol.* 23: 1889–1905 (2003). DOI: 10.1002/joc.971

Oke, T.R. 1997. Urban Climates and Global Environmental Change. In: Thompson, R.D. and A. Perry (eds.) *Applied Climatology: Principles & Practices*. New York, NY: Routledge. 273-287

Oke. T.R., 1987. *Boundary Layer Climates*. New York, Routledge.

Stewart D, Oke TR. 2012. Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society* 93(12): 1879-1900.

Voogt J., 2014, How researchers measure urban heat islands. University of Western Ontario.

http://www.epa.gov/sites/production/files/201407/documents/epa_how_to_measure_a_uhi.pdf (2018.04.20-нд хандсан)

Wong K, Paddon A, and Jimenez A., 2013, Review of world urban heat islands: Many linked to increased mortality 135(2): 1-11

УЛААНБААТАР ХОТЫН АГААРЫН БОХИРДОЛД НӨЛӨӨЛӨХ АГААР МАНДЛЫН ХҮЧИН ЗҮЙЛ

С.Эрдэнэсүх¹, Д.Сандэлгэр¹, Г.Гантулга¹, Д.Оюунчимэг², Б.Мөнхбат²

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

²Ус, Цаг Уур, Орчны Судалгаа Мэдээллийн Хүрээлэн, Улаанбаатар хот,
Монгол Улс

Зохиогчтой холбогдох цахим шуудан: d.sandelger@num.edu.mn

ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгааны ажлын үндсэн зорилго нь Улаанбаатар хотын агаарын бохирдолд үзүүлэх агаар мандлын хүчин зүйлийн нөлөөг нарийвчлан тогтоох явдал байлаа. Улаанбаатар хот, хот орчмын нутаг дэвсгэр нөгөө талаас хот, хотын элемент, хүний хүчин зүйлийн үйл ажиллагаа нь агаарын бохирдол болон бичил, бэсрэг масштабын уур амьсгалын цоо шинэ хүчин зүйлийг бий болгодог онцлогтой. Улаанбаатар хотын уур амьсгалын хэмжигдэхүүний горимыг нарийвчлан тогтоосон. Нарны цацрагийн баланс өвлийн саруудад сөрөг утгатай -26.4 -ээс -66.4 мДж/м² хооронд хэлбэлзэх учраас газрын гадарга орчимд радиацийн хөрөлт явагдах нөхцөлийг бүрдүүлнэ. Улаанбаатар хотод агаарын температур өвлийн эхэн болон төгсгөлд огцом хүйтэрч, цаашид дулаардаг. Тухайлбал II сарын сүүлчээс III сарын эхний 10 хоногт шилжихэд арав хоногийн дундаж температур 4.0°C -ээр дулаарч, XI сарын эхний болон хоёрдугаар арав хоногийн хооронд 4.1°C -ээр хүйтэрдэг онцлогтой. Хотын хоногийн дундаж агаарын температурын явцыг дагаж хотын амьдралын био хэмнэл зохицон халаалтын улиралд дулаан түгээлт, ачаалал ихэсч тэр нь хотын температурт болон агаарын бохирдлын нөхцөлд үйлчлэл үзүүлдэг. Улаанбаатар хот орчимд өвлийн улиралд эсрэг циклоны их даралтын нөлөөн дор агаарын даралтын их утга ажиглагдаж, салхигүй тогтуун байх үе хугацааны дийлэнх хувьд ажиглагдана. Өвлийн улиралд салхины хурд бага хэдий ч салхины зүгийн хуваарилалтаас үзвэл хотын захын агаарыг бохирдуулагч эх үүсвэрээс төврүү чиглэсэн салхины зүг зонхилох шинжтэй байна. Улаанбаатар хотын газрын гадарга орчимд агаарын маш тогтвортой төлөв байдлыг бий болгох 6.0 - 8.0°C эрчимшилтэй, 650 - 780 м зузаантай температурын хүчтэй инверс өвлийн саруудад 23 - 27 өдөр ажиглагдана. Хязгаарын үе давхаргын өндөр (BLH) Улаанбаатар хотод дунджаар 613 м өндөрт ажиглагддаг ба хамгийн их утга 1844 м зуны улиралд турбулент солилцоо ихэсдэгтэй холбоотой, хамгийн бага утга 37 м буюу өвлийн улиралд салхины хурд буурч, хүчтэй температурын инверс тогтох үед турбулентийн солилцоо багасдаг учир доошилдог.

Түлхүүр үг: Орчих мандал, хязгаарын үе давхарга, салхины зүг, температурын инверс, агаар солилцооны итгэлцүүр

ABSTRACT

A purpose of this study is to determine in details influence of atmospheric factors on air pollution of Ulaanbaatar. Geographical conditions of Ulaanbaatar city, urban climate, and its features are supposed. New factors such as air pollution, micro, and mesoscale climate arise due to

an urban area, urban elements and human activity. The temporal regime of climate variables of Ulaanbaatar is updated in the study. Because radiation budget is negative from -26.4 to -66.4 MJ/m² during the winter months, it leads to a condition of near-surface radiation cooling. In early and end of the winter air temperature falls down suddenly, then it becomes warm. For example, ten days mean temperature increases by 4.0°C late February to early March while it decreases by 4.1°C early to mid-November. Since biorhythm of urban life adapts and follows as a diurnal variation of urban air temperature, in heating seasons an increase in heat distribution and its burden influences on the condition of urban temperature and air pollution. In the winter season, high air pressure and windless condition dominate under the effect of the anticyclone in Ulaanbaatar. Although wind speed is less in the winter season, if we look at wind rose plots, air mass flows dominantly from the polluted outer urban area to centre of the city. Near-surface air temperature inversion layer with an intensity of 6.0 to 8.0 °C, and a depth of 650 to 780 m is observed during 23 to 27 days in the winter months; it leads to very stable atmospheric state. Annual mean boundary layer height (BLH) or, mixing layer height is observed at 613 m above ground level over Ulaanbaatar. Its value is a maximum of 1844 m because of an increase in turbulent exchange in summer while it is a minimum of 37 m due to the windless and very stable state under the effect of near-surface temperature inversion layer during the winter months. An increase in depth of near-surface temperature inversion layer, and a decrease in mixing layer height and ventilation coefficient lead to high air pollution.

Түлхүүр үгс: Орчих мандал, хязгаарын үе давхарга, салхины зүг, температурын инверс, агаар солилцооны итгэлцүүр

Оршил

Улаанбаатар хотын хүн ам өсөлт, төвлөрөл нэмэгдэж байгаагийн улмаас хүрээлэн байгаа орчны бохирдол ихэсч, энэ нь байгаль орчин төдийгүй улс орны эдийн засаг, нийгмийн хөгжил, хүний амьдрах орчин, эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлж байна. Сүүлийн жилүүдэд Улаанбаатар хот төдийгүй аймгийн төвүүдийн агаарын бохирдол нэмэгдэж, ялангуяа өвлийн улиралд Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын хэмжээ (нийт ажиглалтын 50 гаруй хувьд Монгол Улсын Агаарын чанарын стандартаас давж) хэт ихэсч, хүн амын эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлсээр байна (МУЗГ, 2017). Улаанбаатар хотын гадаад орчны агаар дахь нарийн ширхэглэгт тоосонцор нь зүрхуушгины хавсарсан өвчний шалтгаант нас баралтын 28.8%, уушгины хавдрын 39.9%, нийслэлийн хүн амын нийт нас баралтын 9.2%-д нөлөөлж байгааг судалгаагаар тогтоосон байна (Ryan *et al.*, 2013).

Томоохон хотуудын агаарын бохирдлыг бууруулахын тулд зохистой бодлогын зохицуулалт хийх замаар бохирдуулагчдын эх үүсвэрийн тоог цөөрүүлэх, хотын төвлөрлийг сааруулах, хатуу ба шингэн түлшний эко, боловсруулсан хувилбарыг ашиглах зэрэг эдийн засгийн хувьд өндөр зардалтай арга хэмжээнүүдийг авч хэрэгжүүлсээр байна. Гэхдээ энэ нь эдийн засгийн хувьд буурай хөгжиж буй орнуудын хувьд нэлээд урт удаан

хугацааны асуудал юм. Харин газарзүйн болон цаг уурын нөхцөлийг тооцсон зөв төлөвлөлтийг авч явуулж чадвал зардал багатайгаар агаарын бохирдлын асуудлыг шийдэж болох талаар судлаачид зөвлөсөн байдаг.

Улаанбаатар хотын хүйтний улирлын агаарын бохирдлын 80% нь гэр хорооллын (МУЗГ, 2017) түүхий нүүрсний шатаалт нэмэгддэгтэй холбоотой боловч агаарын бохирдлын ихсэлт нь өвлийн эсрэг циклоны нөлөөгөөр температурын инверсийн эрчимшил хамгийн их утгадаа хүрдгээс гадна эргэн тойрондоо өндөр уулсаар хүрээлэгдэж, хотын салхин дээд талд бохирдуулагчийн эх үүсвэр болон өндөр барилга байгууламж ихтэй түүнчлэн агаарын бохирдлыг сарниулах хамгийн чухал хүчин зүйл болох салхины хурд бага байдагтай холбоотой юм. Өөрөөр хэлбэл бохирдуулагчдын агууламжийн орон зай, цаг хугацааны тархалтад нөлөөлөх үндсэн цаг уурын хэмжигдэхүүний нэг бол салхи бөгөөд түүний зүг бохирдуулагчийн эх үүсвэрийг тогтооход хамгийн гол илрүүлэгч болно (Oyunchimeg, Naumdavaa, 2015; Сандэлгэр нар, 2018). Нөгөөтэйгүүр өдрийн хугацаанд дэвсгэр гадарга халснаар агаарын температур болон салхины хурд нэмэгдэж, улмаар газрын гадарга орчмын температурын инверсийн эрчимшил суларснаар агаарын турбулент солилцоо нэмэгдэн газрын гадарга орчимд үүссэн бохир агаар өндрийн харьцангуй цэвэр агаартай холилдож агууламж нь багасахаас гадна салхиар зөөгдөж арилна. Мөн өдрийн хугацаанд зарим бохирдуулагч хийн хувьд фотохимийн урвалаар үүсч, устаж агууламж нь өөрчлөгдөж байдаг (Sandelger *et al.*, 2015). Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Улаанбаатар хотод хүйтний улиралд үүсч байгаа агаарын бохирдолд үзүүлэх агаарын мандлын төлөв байдлын нөлөөг нарийвчлан гаргах зорилгыг тавьсан болно.

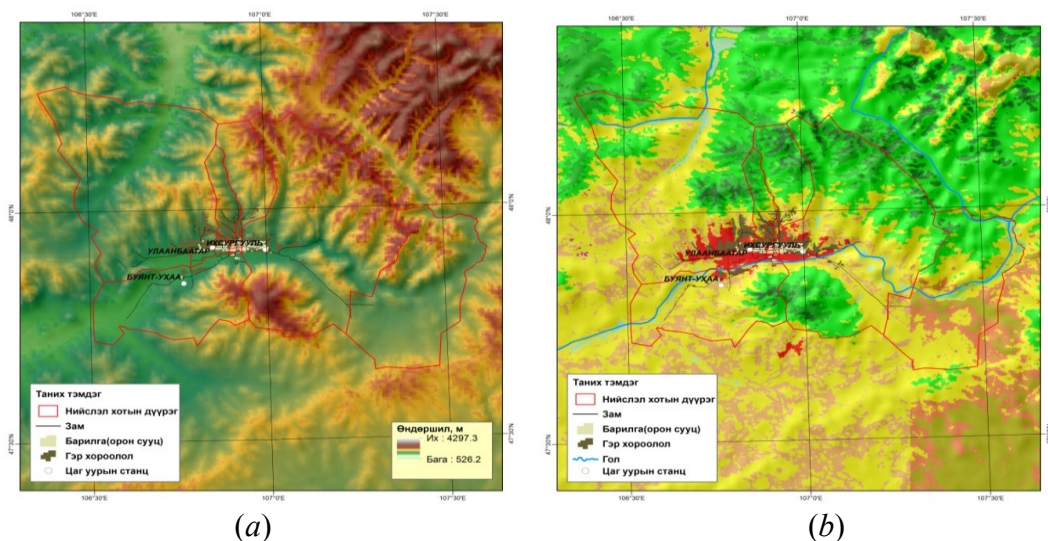
Улаанбаатар хотын газарзүйн онцлог, уур амьсгалын горим

Улаанбаатар хотын газарзүйн ерөнхий тодорхойлолт

Улаанбаатар хот урдуураа Төв аймгийн Сэргэлэн, Алтанбулаг, баруун талаараа мөн аймгийн Алтанбулаг, Аргалант, Баянцогт, баруун хойгуураа мөн аймгийн Батсүмбэр, зүүн хойд болон зүүн талаараа тус аймгийн Эрдэнэ сумтай хиллэн Дөрвөн уулын дунд Туул голын уудам хөндийд 470.4 мянган га талбай бүхий нутаг дэвсгэр эзлэн оршино. Улаанбаатар хот Хэнтийн нурууны шувтрах үзүүр Асралт хайрхан (2799 м) уулын өвөр талаар Богд хан уулын ар хормойд (дундаж өндөр нь 1350 м) Туул голын сав газарт байрлах бөгөөд Чингэлтэй уул (1949 м), Баянзүрх уул (1834 м), Богд хан уул (2256 м), Сонгино хайрхан уул (1652 м) гэсэн уулсуудаар хүрээлэгдэж оршино.

Улаанбаатар хотын барилгажсан ба барилгажих талбай нь далайн түвшнээс дээш 1260-1350 м өндөр, газрын гадаргуу бүхэлдээ хойд уулсаас Туул голын сав хөндий чиглэсэн налуугийн тогтолцоотой юм. Талбайн үнэмлэхүй өндөр 1200-1500 м байна. Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн хамгийн өндөр цэг нь Богд хан уулын ноён оргил Цэцээ гүн (2256 м), хамгийн нам цэг нь Туул голын

хөндийд орших Туул тосгон (1203 м) болно. Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэр байгалийн чийг дулаан тэгш, ойт хээрийн бүс бүслүүрт (Зураг 1) оршдог.



Зураг 1. Улаанбаатар хотын газар бүрхэвч (a) болон рельефийн (b) зураг
(Aster GDEM 30 m)

Эх сурвалж: Хөдөлмөр, Элбэгжаргал, 2016

Хотын нутаг дэвсгэрийг дайран өнгөрөх 148 км урт Туул голд Асралт хайрхан уулнаас эх авсан Гачуурт, Тэрэлж, Толгойт, Улиастайн голууд цутгана. Туул голын ус хуримтлуулах ай сав 6300 км^2 талбайг хамарна. Голын үндсэн тэжээмж агаар мандлын хур тунадас бөгөөд 90 орчим хувь байна. Мөн хот дундуур урсан өнгөрөх зүүн Сэлбийн гол Хэнтийн салбар уул болох Их Баян уулын өврөөс эх аван урсах ба өөрийнхөө гольдролын дагуу Хандгайт, Шарга морьт, Сэлх, Бэлх, Чингэлтэй, Ганц худгийн гол зэрэг олон жижиг цутгалтай голын сав газрыг үүсгэнэ. Сэлбэ гол хотоос хойш 35 км эх авч Туул голд баруун талаас нь цутгах ба хотын барилгажилтын байдлаас шалтгаалан баруун гольдрол нь бүрэн хаагдсан. Сэлбэ голын ус хуримтлуулах талбай 319 км^2 . Бусад гол горхиуд мөн адил агаарын хур тунадсаар тэжээгддэг бөгөөд Туул, Сэлбэ зэрэг голуудын урсац багасч голын татмын чийглэг хөрс хатаж хуурайших, Сэлбэ, Толгойтын голын эх орчмын нуга, намгийн цэвдэгт хөрс хатан хуурайшиж, цэвдэг гэсэж хөрсний суулт өгөх зэрэг үйл явц нэмэгдэж байна. Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн инженер-геологи, гидрогеологи, инженер-гидрогеологийн судалгааг анхлан ОХУ-ын мэргэжилтнүүд 1947-1948 онд хийсэн. Мөн Туул, Сэлбэ голын хөндийг хамарсан анхны гидрогеологийн судалгааг хийж 1:100000 масштабтай зураглал үйлдсэн, 1958-1960 онд хотын төв, хойд хэсгийн

гадаргын намагжилт, хөрсний усны дээшлэлтээс хамгаалах судалгааг хийж 1958 онд Гидроизогипсийн зургийг зохиосон. Улсын хэмжээнд энэ асуудлыг хариуцдаг байсан байгууллага Барилгын инженер хайгуул, үйлдвэр шинжилгээний институт Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн инженер-геологийн нөхцөлийн зураглал, судалгааны ажлыг явуулж 1:10000 масштабтай инженер геологийн зураг, 1:20000 масштабтай гидрогеологи, геоморфологи, гадаргын хэрчигдлийн зургуудыг зохиосон байна. Тус институт 1985-1987 онд хотын VI, VII хорооллын нутаг дэвсгэрт ул хөрсний горимын судалгаа явуулсан нь хотын төв, хойд хэсэгт явуулсан анхны горимын судалгаа байжээ.

2002 онд Улаанбаатар хот, нийслэлийн бүсийн нутаг дэвсгэрийн байгаль-аж ахуйн бүсчлэлд зориулсан инженер-геологийн нөхцөлийн ерөнхий зүй тогтлын тойм зурагт хот байгуулалт, төлөвлөлтөд “энгийн нөхцөлтэй”, “хязгаарлагдмал нөхцөлтэй”, “хүндрэлтэй нөхцөлтэй” гэсэн гурван зэрэглэлээр авч үзсэн.

Хязгаарлагдмал нөхцөлтөйд: Газрын гадаргын хэв шинж, хэрчигдлийн нөхцлөөрөө 3-8% хэвгийтэй хэрчигдэл ихтэй бэл хормойн зарим хэсэг, 8-128% хүртэл налуутай хэрчигдэл ихтэй ухаа гүвээт толгорхог хэсэг хамрагдана. Мөн газар хөдлөлийн 8 баллд шилжих нөхцөлтэй томоохон голын гольдрол, нам татмын зурвас газар зэрэг нийт 1500 гаруй км² талбай буюу нийслэлийн нутаг дэвсгэрийн 39% хамрагдаж байгааг тодорхойлсон байдаг.

Хүндрэлтэй нөхцөлтөйд: Хадан ул хөрс гадаргад ил гарсан ба бага гүнд илэрдэг уулсын хяр нуруу, орой, хэрчигдэл ихтэй энгэр хажуу хэсэг, цэвдэг тасалдангаас үргэлжилсэн тархалттай /тухайлбал Налайхын бүс үргэлжилсэн тархалттай/, зонхилж хадан ул хөрсний ан цавын устай байх нөхцөлтэй хэсэг, мөн ойт уулсын хоорондох намагшсан хэсгийн нийт 1500 орчим км² талбай буюу нийслэлийн нутаг дэвсгэрийн 37%-ийг эзэлж байгааг тогтоосон.

Монгол улсын газар хөдлөлийн ерөнхий мужлалын зургаар (М1:250000, 1983) нутаг дэвсгэрийн 75% нь 7 ба түүнээс дээш баллын газар хөдлөлт болох магадлалтай бүсэд оршиж байна. Ялангуяа улсын хүн амын 40 гаруй хувь нь төвлөрсөн Улаанбаатар хот болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлийн аюулд нэрвэгдэх магадлал өндөр байгааг эрдэмтэн, судлаачид хэлж байна. Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрт инженер сейсмологийн судалгааг анх 1967 оны 1-р сарын 05-нд магнитуд нь 7-8-д хүрсэн Могодын газар хөдлөлийн давталтаар хийж, газар хөдлөлийн бичил мужлалын бүдүүвч зургийг анх зохиохдоо Туул, Сэлбэ, Улиастай зэрэг голын хөндийн баллын үнэлгээг нарийвчлан судлах, улмаар бичил мужлалын зургийг нарийвчлан зохиох зөвлөмж өгсөн боловч өнөөг болтол энэ ажил хийгдээгүй. 1969 онд хотын нутаг дэвсгэрт 6-8 баллын доргилт болох магадлалтай бүсийг тогтоосны дагуу нийт барилгажсан талбайн 25% нь 6, 52% нь 7, 23% нь 8 баллын бүсэд хамрагдаж байгаа болно. 2005-2008 онд Одон орон Геофизикийн судалгааны төвд хийлгэсэн Улаанбаатар хотын газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураглалын судалгааны ажлыг өнөө үеийн дэлхийн түвшинд хэрэглэж байгаа судалгааны аргачлалын дагуу хийж мэдээллийн санг баяжуулан

Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлийн аюулын үнэлгээний талаар өмнө хийгдсэн ажлуудыг улам нарийвчлан сайжруулсан гэж дүгнэж байгаа бөгөөд хамгийн их чичирхийллийн хэмжээг 8 балл байхаар тогтоосон. Мөн газар хөдлөлийн талаар цаашид улс, орон нутгийн зүгээс хийх шаардлагатай судалгааны ажлуудыг тодорхойлсон. Гэвч энэхүү бичил мужлалын зураглалыг төлөвлөлт, барилгажилтанд ашиглахад учир дутагдалтай гэж үзсэний дагуу гарц шийдлээ хүлээсээр байгаа бөгөөд өнөөг хүртэл албан ёсоор баталгаажуулаагүй байна.

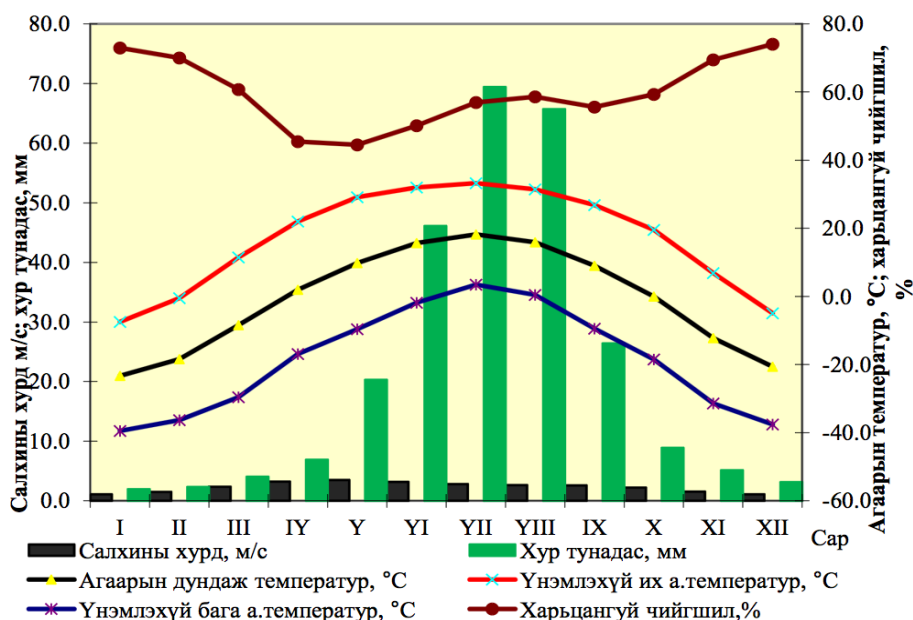
Хөрс-газарзүйн мужлалтаар Хангайн их мужийн хагас чийглэг өндөршилийн бүсчлэл бүхий Хэнтийн өмнөд тойрог багтана. Нутгийн хойд захаар Ширэгт тайгын гүндээ цэвдэгтэй хөрс, хотын хойд захын уулсаар уулын нунтаг карбонатлаг хар хүрэн хөрс, Туул голын хөндийгөөр нугат намгийн цэвдэгт хөрстэй. Богд хан уулын хад асга бүхий уулын тэгш оройд уулын нугын хөрс, түүнээс доош ой-тайгын хөрс, ой модгүй ар, өвөр хажуу болон өргөн амуудад хээрийн хөрс тархана. Ул хөрсний цэвдэг Улаанбаатарын дэвсгэрт толбо байдлаар тархсан байна.

Улаанбаатар хотын уур амьсгал, түүний онцлог

Монгол орны уур амьсгалын гол онцлог бол жилийн дөрвөн улирлын ялгаа ихтэй, энэ шинжээрээ агаарын температурын хэлбэлзэл өндөр, хур тунадас бага, уур амьсгалд өргөргийн болон өндрийн бүслүүрийн ялгаа тодорхой илэрдэг явдал юм (Жамбаажамц, 1989). Нийслэл Улаанбаатар хотын байршил Хан Хэнтийн нурууны салбар уулсын дундах “Хүн чулууны хотгор”-т байршиж, Туул голын өргөн уудам хөндий түүний цутгал цөөнгүй голын хөндий бүхий дэнж, уулын бэл, хажуу бүхий рельефтэй.

Монгол орны физик газарзүй буюу дэвсгэр гадарга нь байгалийн болон уур амьсгал, тэр тусмаа Улаанбаатар хот, хот орчмын нутаг дэвсгэр нөгөө талаас хот, хотын элемент, хүний хүчин зүйлийн үйл ажиллагаа нь агаарын бохирдол болон бичил (микро), бэсрэг (мезо) уур амьсгалын цоо шинэ хүчин зүйлийг бий болгодог онцлогтой. Өөрөөр хэлбэл хот, хот орчмын физик газарзүйн нөхцөл хотод байр сууриа алдаж хэв шинж нь барилга, барилга байгууламж, хүний буруу буюу зориудын үйл ажиллагаанаас өөрчлөгдсөн. Иймд хотын уур амьсгал хэмээх нэн өөр бэсрэг, бичил уур амьсгалын хэв шинж буй болон барилга байгууламжийн байршил, өндөр, гудамж, цэцэрлэгт хүрээлэнгийн өтгөн сийрэг мод, гол горхины усан сан, авто тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөн, урсгалын хурд болон хотын бусад хүчин зүйлийн түүний дотор хотын хүн амын нягтаршил зэргээс хамааран үүсдэг (Намхайжанцан, 2001).

Улаанбаатар хот дэлхийн өвлийн хотын зэрэглэлтэй, эх газрын эрс тэс, хахир ширүүн уур амьсгалтай. Уур амьсгалын тэгш хэмийн хэлбэлзэлтэй (Зураг 2).



Зураг 2. Улаанбаатар хот орчмын уур амьсгалын диаграмм

Эх сурвалж: Зохиогч

Улаанбаатар хот Монгол орны төв хэсгийн жилийн 4 улирлын муж, онцлогт багтдаг. Хүйтний улирал урт бөгөөд өвлийн цаг агаарын нөхцөл авто замын хүндрэлтэй нөхцөл болж удаан үргэлжилж, ямарч авто машины зөвшөөрөгдөх хурдыг багасгаж, замын уулзвар, эргэлт дээр ихээхэн хортой утааны хаягдлыг ихэсгэдэг.

Уур амьсгалын нөхцөлөөр өвлийн улирал X сарын 30-наас XI сарын 9-ний хооронд эхлэж, дараа оны III сарын 10-наас IV сарын 3 хүртэл хотын төв хэсэгт 147-150 хоног, хот орчмын гаднах чиглэлд буюу зүүн чиглэл Тэрэлж хүртэл 140-150 хоног буюу 7-10 хоногоор цөөн үргэлжилнэ. Хаврын улирал III сарын 14-өөс 29-ний хооронд эхлэж V сарын 15-наас 23-ны хооронд, Тэрэлж болон уулархаг нутгаар арай хожуу VI сарын 5 гэхэд дуусна. Хаврын улирал хотын төв хэсэгт 52-53 хоног, Улаан хуарангаас Тэрэлж болон уулсын нутагт 67-75 хоног тус тус үргэлжилдэг. Хавар хотын төв орчимд агаар, хөрс ихээхэн хуурайшиж, тоос шороо, шороон шуурганы давтагдал хамгийн их утгадаа хүрнэ. Салхи шуурганы хүчээс хамааран барилга байгууламж, хашаа зэрэгт салхины ачаалал нэмэгдэнэ. Авто замын үндсэн чиглэлийн дагуу автомашины хурднаас хамаарсан 2 чиглэлтэй бичил салхи үүсэн шороон шуурга байнга шуурч, тоос шороо зөөгддөг. Агаар хэт хуурайшиж хатуу хольц ихсэж, тоос шороо алсад агаарын

урсгалаар дамжин зөөгдөнө. Зуны улирал хаврын төгсгөлөөс буюу V сарын 15-23-ны хооронд эхэлж IX сарын 5-8 болтол 105-116 хоног үргэлжилнэ. Харин хотын баруунаас Тэрэлж болон уулын өндөр ихсэх бүр зун богиносож 80-110 хоног болж цөөрнө. Намрын улирал хотын төв хэсэгт зуны төгсгөлөөс өвлийн эх хүртэл буюу IX сарын 5-8-наас X сарын 30-наас XI сарын 9 хүртэл 52-60 хоног хотын баруун хэсэгт 64-70 хүртэл хоног үргэлжилнэ.

Улаанбаатар хотын уур амьсгал бүрэлдэн тогтоход бас хот орчмын газрын хотгор, гүдгэр (рельеф) онцгой нөлөөтэй (Зураг 1). Том хэмжээний процессын хувьд авч үзвэл Төв Азийн уулсын систем агаар мандлын ерөнхий орчил урсгалд онцгой нөлөөлнө. Бичил хэмжээгээр авч үзвэл Улаанбаатар хот орчим эргэн тойрон уул нуруугаар хүрээлэгдсэн тул хүйтний улиралд хүйтэн агаарын “нуур” тогтох газрын гадарга орчмын агаарын үе давхаргад температурын хүчтэй инверс тогтох боломж ихтэй. Судалгаанаас үзвэл Улаанбаатарт өвлийн улиралд бараг өдөр бүр 600-700 м зузаан үе давхаргыг хамарсан 6-8⁰С эрчимтэй инверс үүсэж (Эрдэнэсүх, 2008), түүний нөлөөгөөр далайн түвшинд шилжүүлсэн агаарын даралт 2-3 гПа-аар өсдөг. Өвлийн улиралд газар орчмын салхи багатай өдөр ч инверс задрахгүй үлдэх нь олонтоо тул газар орчмын агаарын солилцоо муудаж, элдэв хорт бодисоор бохирдсон агаар конвекцээр хөөрч өөр тийш зөөгдөлгүй нэг байрандаа хурган тогтоход хүрдэг. Уул-хөндийн сулхан салхи өдөр шөнийн турш илэрнэ. Харин зуны улиралд шөнийн цагт сул инверс тогтоод арилах тул уул-хөндийн салхи тод илэрнэ. Нэгэнт Улаанбаатар хот голын хөндийд уулын хоорондох хотгорт байрласан тул хотгорын нөлөө бичил уур амьсгалд хотын үзүүлэх нөлөөтэй давхцан илэрнэ. Энэ байдал хотын уур амьсгалын зарим онцлогийг эрс тодруулах, заримыг нь сулруулах талтай. Жишээлбэл голын хөндийд байрлах цаг уурын “Буянт-Ухаа” станц хотын нөлөө байгаа эсэхээс хамаарахгүй хүйтэн атал хотын дотор арай өндөрт орших цаг уурын “Улаанбаатар” станц нэг талаас хотын нөлөөгөөр, нөгөө талаас голоосоо арай хол орших зэргээс болж харьцангуй дулаан байдаг. Нөгөө талаар уулын баруун хойд ард орших Буянт-Ухаад зүүн өмнө, өмнөдийн уулын салхи өвлийн улиралд зонхилж байхад “Улаанбаатар” станцад гол дагасан зүүний салхи зонхилох жишээтэй. Гэхдээ аль аль нь хотын төврүү чиглэсэн салхи юм.

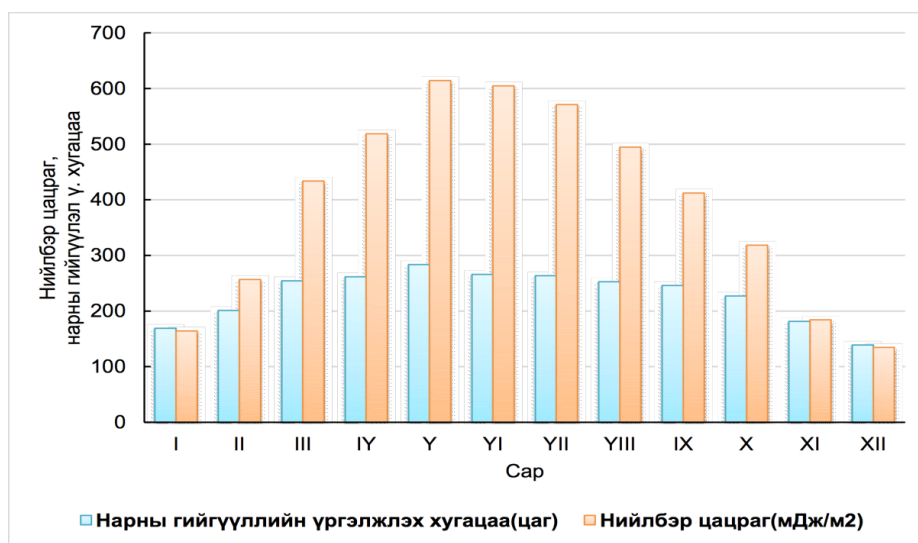
Хотын уур амьсгал бүрэлдэхэд хотын уур амьсгалд хотын дэвсгэр гадаргуугийн жигд бус мөн хотын өндөр нам барилга байгууламж, авто болон төмөр замын чиглэл өргөн нарийн бас цэцэрлэг талбай, үйлдвэр, иргэний барилга байгууламж, хотын газар доорх инженерийн барилга байгууламж, хотын барилгын үндсэн ориентацияд ирэх нарны цацраг, борооны ташилт, норголт, хүний бусад үйл ажиллагаа нөлөөлж байдаг.

Улаанбаатар хот орчмын цаг уурын хэмжигдэхүүний үндсэн горим, нөхцөл

Нарны цацраг, дулаан хүйтний нөхцөл

Нийслэл Улаанбаатар хот орчмын уур амьсгал бүрдүүлэгч үндсэн хүчин зүйлийн нэг нарны цацраг, нарны гийгүүллийн үргэлжлэх хугацаа нь орон нутгийн онцлогтой боловч бүсийн горимыг дагадаг. Жилдээ хэвтээ гадаргад дунджаар ирэх нийлбэр цацраг 4716.2 мДж/м^2 , шулуун цацраг 2761.4 мДж/м^2 ба нарны өндөр хамгийн бага байх өвлийн сар, өдрүүдэд бага (нийлбэр цацраг XII сард 134.7 мДж/м^2) байснаа алгуур нэмэгдэж V-VI сард нийлбэр цацраг $604.8-614.3 \text{ мДж/м}^2$ болтлоо өсч, улмаар үүлшил, нарны өндөртэй уялдан буурч намар болон өвлийн горимд шилждэг (Зураг 3).

Нарны гийгүүллийн үргэлжлэх хугацаа жилдээ 2600-3100 цаг, ердөө 16-27 өдөр л наргүй өдөр тохиож байдаг. Нарны гийгүүлэл сар, улирлын явцтай. Хүйтний улиралд 170-220 цаг байдаг ба нар буцах цаг хүртэл өсдөг бөгөөд зуны улиралд хамгийн их утгадаа хүрч 290-320 цаг заримдаа бүр 360 цаг нар гийгүүлнэ (Зураг 3). Энэ нь нийт боломжит гийгүүллийн 66 хувийг эзэлнэ.

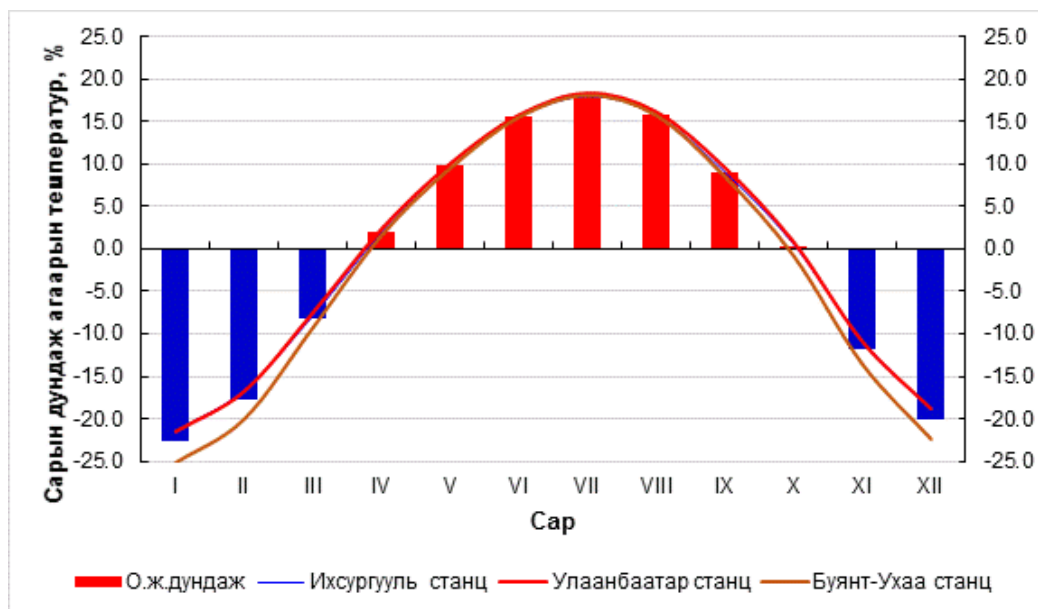


Зураг 3. Нарны гийгүүллийн үргэлжлэх хугацаа, нийлбэр цацрагийн жилийн явц
Эх сурвалж: Зохиогч

Нэг өдөрт дунджаар 8.6 цаг нар гийгүүлдэг ба өвлийн нэг өдөрт 5-7 цаг, харин зуны нэг өдөрт 9-12 цаг нар гийгүүлнэ. Нарны цацрагийн баланс жилд 1702 мДж/м^2 , өвлийн саруудад алдагдалтай -26.4 -өөс -66.4 мДж/м^2 , бусад саруудад эерэг утгатай байдаг.

Нарны цацрагийн нөлөө үйлчлэлээр газрын гадарга халж, хөрснөөс агаар орчны дулаан, хүйтний нөөц горимыг бий болгоно. Дулаан, хүйтний горимыг

авч үзвэл өвлийн улирлын дундаж температур -16.7°C -оос -25.2°C , зуны улирлын дундаж 15.5°C -аас 18.3°C -ийн хооронд хэлбэлздэг (хүснэгт 1, зураг 4). Жилийн дундаж температур -3.1°C -ээс 1.5°C (Зураг 4), хоногийн үнэмлэхүй их температур VII сард 38°C -аас 39.5°C хүрч халдаг бол үнэмлэхүй бага температур I сард -40°C -өөс -46.7°C хүрч хүйтэрдэг.



Зураг 4. Сарын дундаж агаарын температурын жилийн явц
Эх сурвалж: Зохиогч

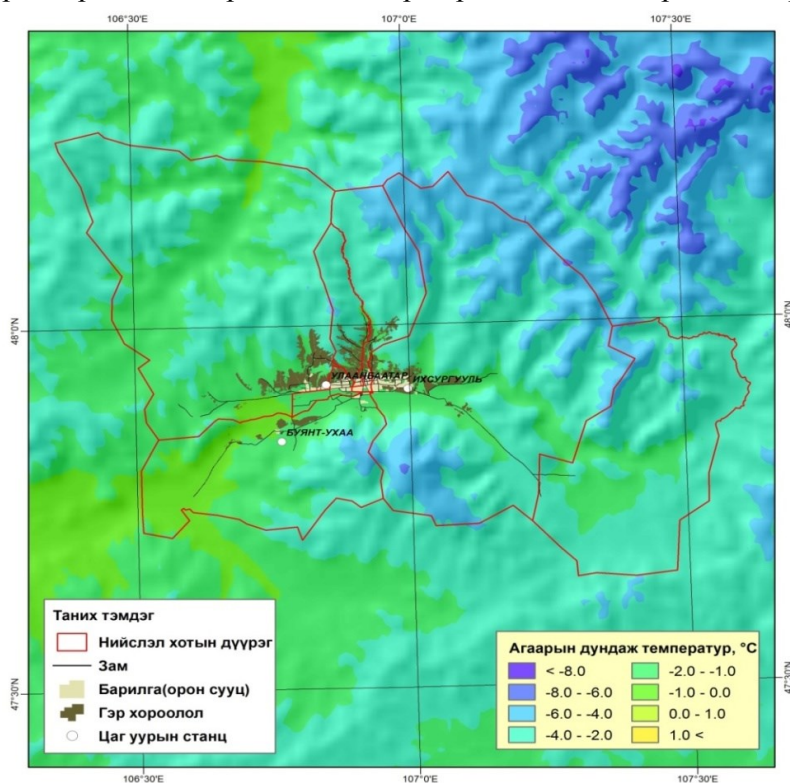
Улаанбаатар хотын агаарын сарын дундаж температурыг үзүүлсэн Хүснэгт 1-ээс үзвэл Туул голын өмнөх дэнжид далайн түвшнээс дээш 1286 м өргөгдсөн Буянт-Ухаад хотын дотор далайн түвшнээс дээш 1302 м өргөгдсөн “Их сургууль” станцыг бодвол хүйтний улиралд хүйтэн, дулааны улиралд дулаан байдаг. Хүснэгт 1-ээс үзвэл хотын төвд байрлалтай “Их сургууль” станцад “Буянт-Ухаа” станцыг бодвол I сард 3.8°C -ээр дулаан байгаа нь хотын агаарын доод үе давхаргад өндрийн 20 гаруйхан метрийн зөрүүнд температурын хүчтэй инверс тогтдогийг харуулж байна. Судалгаанаас үзвэл Улаанбаатарт радиозонд хөөргөлтийн мэдээгээр өвлийн саруудад 600-700 м зузаан, $6-8^{\circ}\text{C}$ эрчимтэй инверс байх бөгөөд өдөр ч инверс сулрахаас бүрэн арилдаггүй.

Хүснэгт 1. Сар, жилийн дундаж агаарын температур, °C

Цаг уурын станцын нэр	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жил
Улаанбаатар	-21.5	-16.8	-7.5	2.4	10.0	15.8	18.3	16.1	9.5	0.8	-10.9	-18.8	-0.2
Буянт-Ухаа	-25.2	-20.0	-9.3	1.6	9.5	15.5	18.1	15.7	8.5	-0.8	-13.6	-22.4	-1.9
Их сургууль	-21.4	-16.7	-7.8	1.9	10.0	15.6	18.0	15.8	9.0	0.6	-10.8	-18.9	-0.4

Эх сурвалж: Зохиогч

Дараах Зураг 5-д Улаанбаатар хот орчмын жилийн дундаж агаарын температурын орон зайн тархалтыг өндөр нарийвчлалтайгаар тооцон үзүүлэв.



Зураг 5. Улаанбаатар хот орчмын жилийн дундаж агаарын температурын орон зайн тархалт

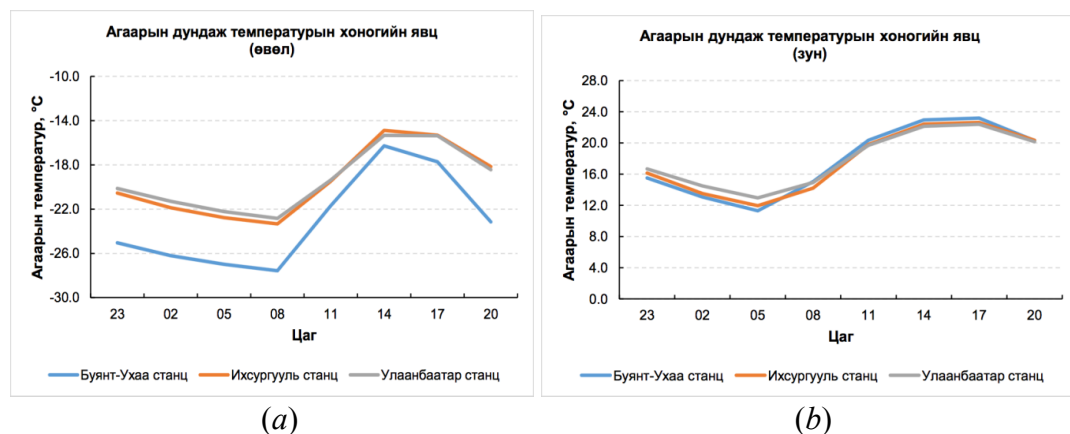
Эх сурвалж: Мөнхбат, Нацагдорж, 2014

Улаанбаатар хотод агаарын температур өвлийн эхэн болон төгсгөлд огцом хүйтэрч, дулаардаг байна. Тухайлбал II сарын сүүлчээс III сарын эхний 10 хоногт шилжихэд арав хоногийн дундаж температур 4.0°C-ээр дулаарч, XI сарын эхний

болон хоёрдугаар арав хоногийн хооронд 4.1°C -ээр хүйтэрдэг. Агаарын температурын жилийн доторх явцыг 10 хоногийн дундаж температур илүү тод харуулдаг.

“Буянт-Ухаа” станцын 10 хоногийн дундаж температурыг 1961-2016 оны мэдээгээр дундчилсан дүнгээс үзвэл хамгийн хүйтэн 10 хоног нь XII сарын гуравдугаар болон I сарын гуравдугаар арав хоногт илэрсэн байна. Улаанбаатарт хотод тухайлбал Буянт-Ухаа орчимд -30°C хүйтэн болох нь жил бүр шахам тохиолддог бол -49.5° хүртэл хүйтрэх нь 20 жилд нэг удаа тохиолдох ховор үзэгдэл гэж ойлгож болно.

Агаарын температурын хоногийн явцаас үзвэл хоногийн температурын явц сар, сард болон хотын янз бүрийн хэсэгт ялгаатай юм. Жишээлбэл I сард үнэмлэхүй бага температур өглөөний 07-08 цагийн үед үнэмлэхүй их температур өдрийн 14-15 цагийн үед тохиолдоно. VII сард хамгийн бага температур өглөөний 05 цагийн үед, хамгийн их температур өдрийн 15 цагийн үед тохиолдох ба хоногийн амплитуд Буянт-Ухаа орчимд 10°C хүрнэ. Жилийн нэг хоногийн хувьд агаарын температурын явц өглөө нар мандахад аажим дулаарч, их үдэд хамгийн их утгадаа хүрээд, улмаар алгуур буурсаар үүрээр зунд 04-05 цагт, өвөл 07-08 цагт хамгийн бага утганд хүрдэг (Зураг 6). Хоногт дундаж температурын амплитуд жилийн дунджаар $12-13^{\circ}\text{C}$, үнэмлэхүй их амплитуд $32-35^{\circ}\text{C}$ хүрдэг.



Зураг 6. Өвлийн (a) болон зуны (b) агаарын дундаж температурын хоногийн явц
Эх сурвалж: Зохиогч

Агаарын дундаж температурын хоногийн явц нийслэл хотын аль ч хэсэгт, аль ч улиралд үүрийн таван жингээр бага, их үдийн үед 14-15 цагт их утга тохиолддог нь эх газрын уур амьсгалын нэгэн онцлог, гэхдээ их хотын нөлөө мөн тусдаг. Хоногийн дундаж агаарын температур нар мандахаас их үд хүртэл аль ч сард дулаарсан, их үдээс үүр хүртэл хүйтэрсэн явц илэрнэ.

Хотын хоногийн дундаж агаарын температурын явцыг дагаж хотын амьдралын био хэмнэл зохицон халаалтын улиралд дулаан түгээлт, ачаалал ихсэж тэр нь хотын температурт болон агаарын бохирдлын нөхцөлд үйлчлэл үзүүлдэг.

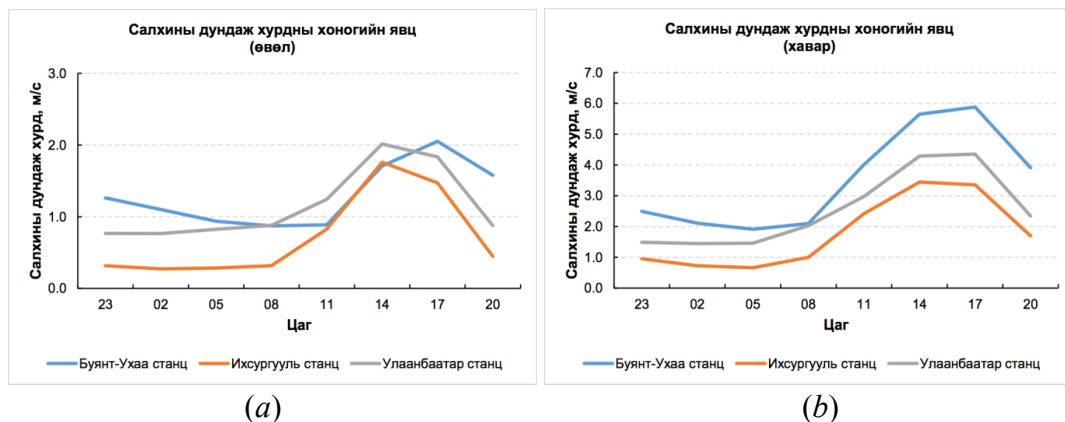
Агаарын даралт, салхины онцлог

Газрын гадарга орчмын салхины горим тухайн орон нутгийн уул зүйн онцлог, агаар мандлын орчил урсгал зэргээс хамаарна. Дулаан хүйтэн агаар, усны уур, үүл зэрэг нь салхиар зөөгдөн нэг газраас нөгөөд шилжих бөгөөд салхины хүч ихсэхтэй холбоотой цасан ба шороон шуурга зэрэг цаг агаарын аюултай үзэгдэл үүсэх тул салхи бол цаг уурын гол хэмжигдэхүүний нэг болдог.

Улаанбаатар хот орчимд өвлийн улиралд эсрэг циклоны их даралтын нөлөөн дор агаарын даралтын их утга ажиглагдаж, салхигүй тогтуун, дулааны улиралд агаар мандлын бага даралтын орон түүний харьцангуй их утга ажиглагддаг. Агаарын даралтын хуваариалтаас салхи үүсч, улмаас уул зүйн онцлогоос хамаарч хуваарилагдана.

Агаарын даралтын горимын мэдээг утааны тархах чиглэл, хүрээ, утаа тунах хэмжээг тооцоход ашиглана. Агаарын даралт газрын өндөр намаас шууд шалтгаалах тул цаг уурын станцын түвшинд хэмжсэн даралтын утгыг нэг ижил түвшинд (далайн түвшин) шилжүүлэн хооронд нь жишдэг. “Буянт-Ухаа” станцын мэдээгээр Улаанбаатарт далайн түвшинд шилжүүлсэн даралт жилийн дунджаар 1022.1 гПа байх бөгөөд сарын дундаж даралт зун хамгийн бага (1004.2 гПа), өвөл хамгийн их (1042.2 гПа) байдаг. Станцын түвшин дэх даралтын хамгийн их утга нь XI сард (898.6гПа), хамгийн бага утга IV сард (837.5 гПа) тохиолддог. Станцын түвшин дэх сарын дундаж агаарын даралтын судалгаанаас үзвэл “Хүрэлтогоот” станцад сарын дундаж даралт, хавар, намар их байдаг хандлага илт харагдав. Агаарын даралтын өндрөөшөө буурах хэмжээ өвөл 8 м тутам, зун 9.2 м тутамд 10 гПа байдаг. Агаарын даралтын жилийн явцаас авч үзвэл хавар, намрын улиралд буюу Азийн эсрэг циклон тогтох, задрах үед даралтын өөрчлөлт хамгийн их болно.

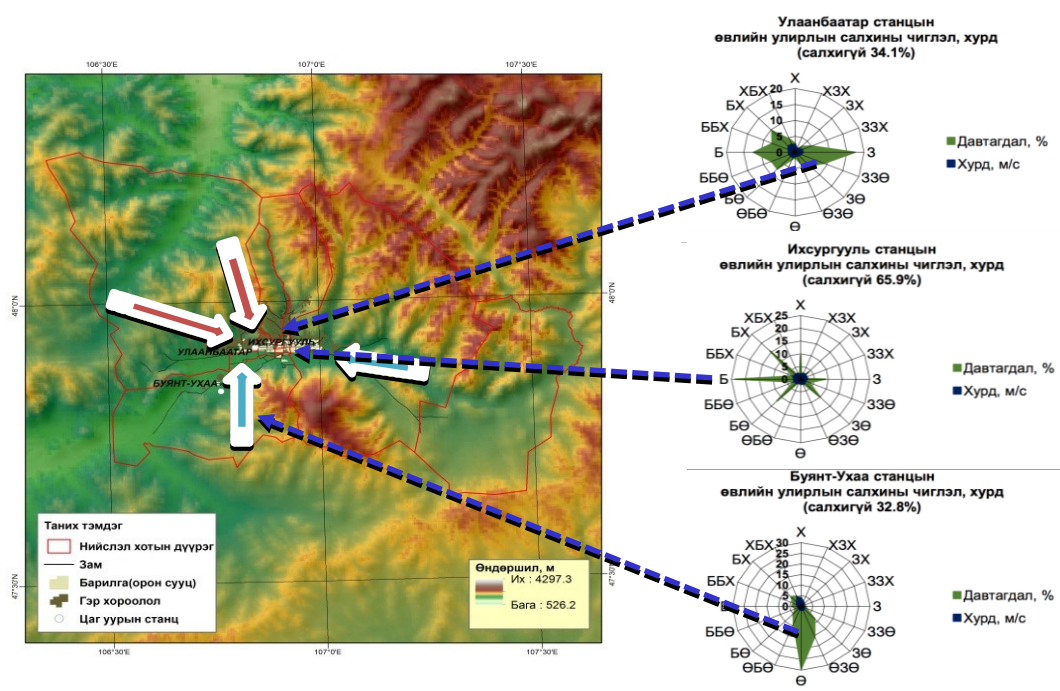
Газрын гадарга орчмын салхины горим тухайн орон нутгийн уул зүйн онцлог, агаар мандлын ерөнхий орчил урсгал зэргээс хамаарна. Дулаан хүйтэн, чийгшил, хур тунадас, утаа тортог зэрэг аэрозол цаг уурын зарим хэмжигдэхүүнүүд салхиар зөөгдөн нэг газраас нөгөө газарруу нүүх бөгөөд салхины хүч ихсэхтэй холбоотой цасан ба шороон шуурга зэрэг цаг агаарын аюултай үзэгдэл үүсэх тул салхи бол цаг уурын хамгийн чухал хэмжигдэхүүний нэг юм (Зураг 7).



(a) (b)
Зураг 7. Өвлийн (a) болон хаврын (b) салхины дундаж хурдны хоногийн явц
Эх сурвалж: Зохиогч

Салхины зүг Улаанбаатар хот орчим, хотын янз бүрийн хэсэгт болон сар, улирал, хоногоор ихээхэн ялгаатай.

Буянт-Ухаа орчимд жилийн дунджаар зүүн өмнө, өмнө зүгийн салхи 30.7%-ийн давтагдалтай зонхилох ба ялангуяа өвлийн улиралд энэ зүгийн салхины давтагдал 53.0% болж нэмэгдэнэ. Зун энэ зүгийн салхи хамгийн бага 19.0% болтол буурах боловч намар дахин ихэсдэг. Энэ нь Богд уулын ар дагасан хажуугийн салхи юм. Өвөл шөнийн хугацаанд энэ зүгийн салхины давтагдал бүр ч өсч байгаа явдал үүний нотолгоо болно. Тухайлбал зүүн өмнө зүгийн салхи өвлийн өдөр шөнөөсөө хоёр гаруй дахин буурч, харин хойд болон баруун хойд зүгийн салхи нэмэгддэг. Харин “Улаанбаатар” станц буюу хотын баруун талд жилийн дунджаар баруун хойд зүгийн салхи 47.3%-ийн давтагдалтай зонхилох боловч зүүн зүгийн салхи 15.9% байгаа нь зэргэлдээх зовхисоосоо хавьгүй их давтагдалтай байна. Ялангуяа III-IV сард энэ зүгийн салхи 13.0-14.3% болж зонхилох зүг болдог. Энэ зүгийн салхины давтагдал хаврын сүүл сард нэлээд буурах боловч зуны саруудад дахин нэмэгддэг (Зураг 8).



Зураг 8. Улаанбаатар хотын цаг уурын станцуудын өвлийн салхины хурд,
зүгийн давтагдал
Эх сурвалж: Зохиогч

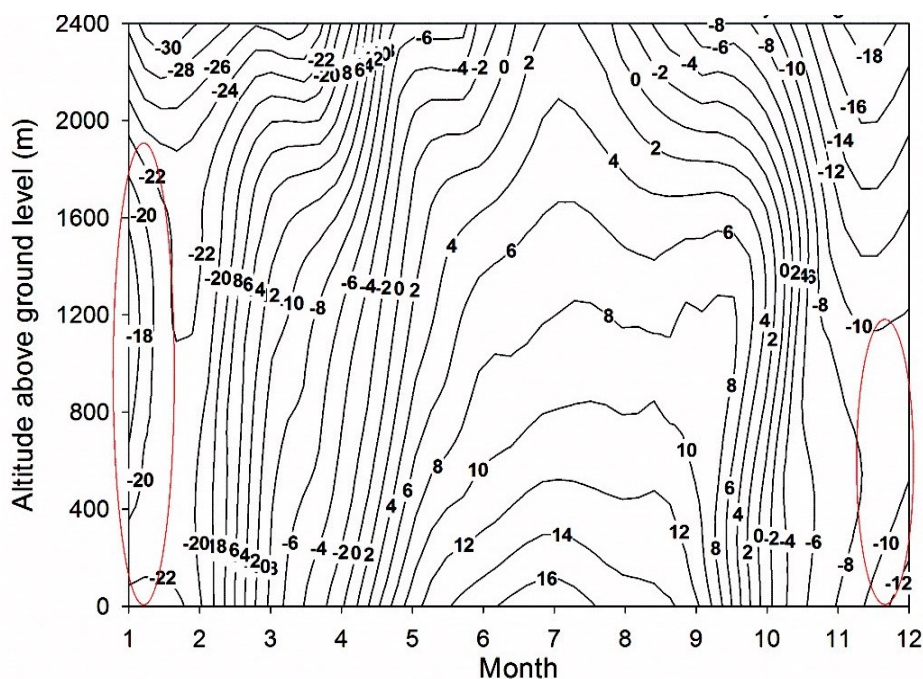
Улаанбаатар хот орчим уул-хөндийн салхи хэр давтагдалтай байдгийг үнэлэхийн тулд “Буянт-Ухаа” станцад салхины хоногийн явцыг тооцоолсон. Өдөр шөнийн зонхилох салхины зүгийг хэд хэдэн зовхис хооронд бүлэглэж болно. Жишээлбэл өвөл 01 цагт хойноос зүүн өмнө зүгт, өдөр 13 цагт өмнөөс баруун хойд зүгт, зун шөнөдөө өмнөөс зүүн хойд зүгийн салхи зонхилж байна. Салхины дундаж хурдны хоногийн явц өглөө 08 цагаас 17 цаг хүртэл өсөөд, шөнийн хугацаанд буурдаг. Салхигүй үе (намуун) эргэн тойрон барилгаар хүрээлэгдсэн “Их сүргууль” станцад жилийн дунджаар 52.0%-ийн давтагдалтай байхад задгай газар орших Буянт-Ухаад ажиглалтын бүх хугацааны 20%-ийг эзэлж байна. Салхигүй үе өвөл хамгийн их, зун хамгийн бага тохиолдох нь сарын дундаж салхины хурдтай шууд хамааралтай. “Буянт-Ухаа” станцын мэдээгээр өвөл салхигүй үе өглөө, орой хамгийн бага байдаг бол шөнө, өдөр хамгийн их байна.

Улаанбаатар хотын агаарын бохирдол хүйтний улиралд хамгийн их утгадаа хүрдэг нь өвлийн улиралд агаарт их хэмжээний бохирдуулах бодис ялгардгаас гадна хотын байршил, бичил уур амьсгалын онцлог, агаарын босоо чиглэл дэх температур болон агаарын шилжилтэд голлон нөлөөлөх зарим хүчин зүйлүүдээс доор дурдав.

Улаанбаатар хот орчимд үүсдэг газрын гадарга орчмын температурын инверс

Орчих мандал (тропосфер)-д температур босоо чиглэлд буурдаг хэвийн нөхцөлд агаарын тодорхой үед температур өндрөөшөө дулаардаг аномаль тархалтыг *температурын инверс* гэнэ (Матвеев, 2000). Өөрөөр хэлбэл тропосфер дэх температурын өндрийн тархалтын урвуу үе давхарга юм.

Улаанбаатар хот орчмын агаар мандлын доод үе давхаргын температурын босоо тархалтын дараах зургаас хүйтний улирлын газрын гадарга орчмын температурын инверсийн байдлыг тодорхой харж болно (Зураг 9).



Зураг 9. Улаанбаатар хот орчмын агаар мандлын доод үе давхаргын температурын горим

Эх сурвалж: Sandelger et al., 2015

Температурын инверсийн үед агаар маш тогтвортой төлөв байдал бий болох ба ийм давхарга агаарын босоо хөдөлгөөн (конвекц), эмх замбараагүй хутгалдалт (турбулент), тэдгээртэй холбогдсон агаарын янз бүрийн хольцууд тухайлбал тоос, утаа, конденсацын цөм зэргийн босоо чиглэлийн зөөгдөл, шилжилтийн явцыг саатуулдаг тул зарим тохиолдолд *саатуулагч давхарга* ч гэж нэрлэх нь бий. Ийнхүү агаарын турбулент хутгалдааныг саатуулсны улмаас инверсийн давхаргын дотор эсвэл доор утаа, тоос удаан хугацаагаар хуримтлах нөхцөл бий болно (Эрдэнэсүх, 2008).

Температурын инверс үүслийн хувьд олон төрөлтэй боловч газрын гадарга орчмын инверс ихэвчлэн дэвсгэр гадаргын радиацийн хөрөлтөөр үүсдэг. Ийм учраас газрын гадаргын туяарал харьцангуй их байх жилийн хүйтний улиралд болон хоногийн шөнийн хугацаанд давтагдал нь их байдгийг тогтоосон (Константинов, 1995).

Аэрологийн станцын хэмжилтийн мэдээгээр Улаанбаатар хот орчимд үүсдэг газрын гадарга орчмын температурын инверсийн давтагдал буюу инверстэй өдрийн тоог дараах Хүснэгт 2-д үзүүлэв.

Хүснэгт 2. Газрын гадарга орчмын температурын инверстэй өдрийн тоо

Хугацаа	Үзүүлэлт	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
08 цаг	Инверс. өдрийн тоо	27	23	19	10	6	5	4	6	12	17	21	25
20 цаг	Инверс. өдрийн тоо	23	16	8	3	2	2	1	2	7	12	17	23

Эх сурвалж: Эрдэнэсүх, 2008

Өглөө 08 цагийн хэмжилтээр өвлийн саруудад инверстэй өдрийн тоо 23-27, харин орой 20 цагийн хэмжилтээр 16-23 болж буурдаг. Хавар III сараас IV сард шилжихэд инверсийн давтагдал буюу инверстэй өдрийн тоо бараг 2 дахин буурдаг бол намар VIII сараас IX сард шилжихэд мөн 2 дахин өсдөг. Оройны хэмжилтээр инверсийн давтагдал II сараас III сард шилжихэд 2 дахин буурдаг бол VIII сараас IX сард шилжихэд 3 гаруй дахин нэмэгддэг. Дулааны улиралд өглөөний хэмжилтээр инверстэй өдрийн тоо буурч ялангуяа зун 4-6, харин оройн хэмжилтээр ердөө 1-2 өдөр инверс ажиглагддаг байна (Эрдэнэсүх, 2008).

2012-2016 оны өглөөний хэмжилтээр I сард 22 өдөр, XII сард 16 өдөр, II сард 14 өдөр тус тус газрын гадарга орчимд температурын инверс ажиглагдсан бол судалгаа хийгдсэн таван жилийн VI болон VII саруудад инверс ажиглагдаагүй. Харин шилжилтийн улиралд тухайлбал XI сард 13 өдөр, III сард 12 өдөр, X сард 11 өдөр тус бүр инверс ажиглагдсан бол IX болон IV сард харгалзан 3 өдөр, V сард ердөө 2 өдөр инверстэй байжээ. Зуны сүүл VIII сард 1 өдөр инверс ажиглагдсан. Нарийвчлан үзвэл 2012 болон 2016 оны өглөөний хэмжилтээр V сард тус бүр 4 өдөр инверс ажиглагдсан бол бусад жилүүдийн энэ сард инверс ажиглагдаагүй. Харин 2014 ба 2015 оны VIII сард тус бүр 2 өдөр инверс үүссэн бол бусад жилүүдийн энэ сард инверс ажиглагдаагүй байна.

Орой 20 цагийн хэмжилтээр XII сард 16 өдөр, I сард 15 өдөр, II сард 7 өдөр тус тус газрын гадарга орчимд температурын инверс ажиглагдсан бол

намар Х болон XI сард харгалзан 3 ба 9 өдөр инверстэй байв. 2012-2016 оны хэмжилтээр дээр дурдсан саруудаас бусад саруудад газрын гадарга орчимд температурын инверс ажиглагдаагүй. Нарийвчлан үзвэл 2015 оны II болон 2016 оны X сард оройны хэмжилтээр инверс ажиглагдаагүй болох нь тогтоогдлоо. Эндээс үзэхэд дээр дурдсан таван жилд газрын гадарга орчмын температурын инверстэй өдрийн тоо олон жилийн дундажтай харьцуулахад нэлээд хэмжээгээр буурсан нь юуны өмнө уур амьсгалын дулаарал, нөгөө талаас хотын хүн амын өсөлт, төвлөрлөөс үүдэлтэй “дулаан арал”-ын нөлөөтэй холбоотой гэж үзэж байна. Мөн тухайн жилийн дулаан ба хүйтнээс хамаарч инверстэй өдрийн тоонд өөрчлөлт орно. Тухайлбал харьцангуй дулаан өвөл Улаанбаатарт XII-II саруудад 74-83% давтагдалтай байхад хүйтэн өвөл энэ хугацаанд 87-93% давтагдалтай болж өссөн байдаг (Эрдэнэсүх, 2008). Температурын инверсийн доод болон дээд хил дээрх температурын зөрүүг түүний эрчимшил гэнэ. Газрын гадарга орчмын инверсийн эрчимшил өндөрт үүсэх инверсийн эрчимшлийг бодвол харьцангуй их байна. Учир нь газрын гадарга орчмын инверсэд дэвсгэр гадаргын хөрөлт илүү их нөлөөлдөгтэй холбоотой. Хүснэгт 3-аар Улаанбаатар хот орчимд үүсдэг газрын гадарга орчмын инверсийн эрчимшлийг үзүүллээ.

Хүснэгт 3. Газрын гадарга орчмын температурын инверсийн эрчимшил (°C)

Хугацаа	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жил
08 цаг	8.8	7.4	4.6	2.9	2.3	1.5	1.5	2.2	3.3	4.5	6.5	8.4	4.5
20 цаг	6.4	4.3	2.4	1.6	2.4	1.7	1.3	1.8	2.1	2.6	4.3	6.6	3.1

Эх сурвалж: Эрдэнэсүх, 2008

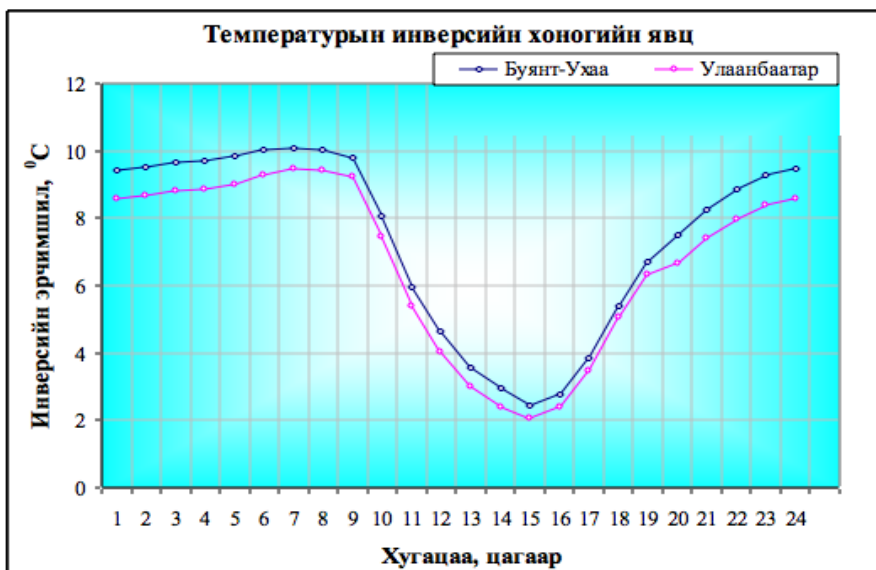
Өглөө 08 цагийн хэмжилтээр температурын инверсийн эрчимшлийн жилийн дундаж 4.5°C, харин орой 20 цагийн хэмжилтээр энэ үзүүлэлтийн жилийн дундаж 3.1°C-д хүрнэ. Өвлийн саруудад өглөөний хэмжилтээр 7.4-8.8°C, оройн хэмжилтээр 4.3-6.6°C эрчимшилтэй инверс ажиглагдана. Шилжилтийн улиралд өглөөний хэмжилтээр хаврын сүүлч V сард 2.3°C, харин намрын сүүлч XI сард 6.5°C эрчимшилтэй инверс ажиглагдах бөгөөд энэ улирлын бусад саруудын дундаж дээр дурдсан утгуудын хооронд хэлбэлзэнэ. Тэгвэл оройн хэмжилтээс үзэхэд шилжилтийн улирлын саруудын хамгийн бага утга хавар IV сард 1.6°C, хамгийн их утга намар XI сард 4.3°C хэмжээтэй ажиглагдана. Зуны саруудад өглөөний хэмжилтээр температурын инверсийн эрчимшил 1.5-2.2°C, оройн хэмжилтээр 1.3-1.8°C хүрч буурна. Хавар IV сард оройн хэмжилтээр инверсийн эрчимшил харьцангуй бага гарч байгаа явдал нь шилжилтийн улирлын энэ сард салхины хурд хамгийн их утгадаа хүрдэгтэй холбоотой (Эрдэнэсүх, 2008).

Температурын инверсийн эрчимшлийн жилийн явцыг авч үзвэл сарын дунджаар XI сараас нэмэгдэж, I сард хамгийн их утгадаа хүрээд, VI, VII саруудад хамгийн бага утгадаа хүрдэг байна. Өглөөний инверсийн эрчимшил оройныхыг бодвол харьцангуй их байгаа нь шөнийн үргэлжлэх хугацаа болон дэвсгэр гадаргын температурын бууралтаас хамаарна.

Инверсийн эрчимшлийн хамгийн их бууралт II-III сард шилжихэд (2.4°C) ажиглагдсан бол хамгийн их өсөлттэй сар нь XI-XII сард шилжих үед (2.2°C) харгалзана. Энэ нь “Монгол орны нутагт агаар мандлын ерөнхий орчил урсгалын нөлөөнөөс хамаарч Азийн эсрэг циклоны Монголын муж IX сарын дундуур үүсч, III сарын сүүл IV сарын эхээр сарнидаг байна” олон жилийн дунджаар гаргасан судалгаатай тохирч байгаа юм (Жадамбаа, 1972).

2012-2016 оны өглөөний хэмжилтээр газрын гадарга орчмын температурын инверсийн эрчимшил I сард 8.2°C , XII сард 7.1°C , II сард 6.5°C , өвлийн улирлын дундаж 7.3°C байна. Харин шилжилтийн улирлын саруудад тухайлбал XI сард 5.8°C , III сард 4.8°C , X сард 3.8°C , цаашилбал IV болон IX саруудад харгалзан 2.3°C ба 2.1°C эрчимшилтэй байжээ. Хаврын сүүлч V болон зуны сүүлч VIII сарын температурын инверсийн эрчимшил ижил 0.6°C байв. Харин оройн хэмжилтээр газрын гадарга орчмын температурын инверсийн эрчимшил I сард 5.4°C , XII сард 5.0°C , II сард 2.7°C , өвлийн улирлын дундаж 4.4°C болж өглөөний хэмжилтээр тогтоосон эрчимшлээс буурдаг. Харин намар XI сард 3.4°C , X сард 1.1°C эрчимшилтэй байв.

Улаанбаатар орчимд ажиглагддаг нийт инверсийн 21 гаруй хувь 1.5°C -ээс бага, 18 орчим хувь $1.6-3.0^{\circ}\text{C}$ -ийн, 13-14% нь $3.1-4.5^{\circ}\text{C}$ -ийн эрчимшилтэй инверс бол нэлээд хүчтэй $10.6-12.0^{\circ}\text{C}$ эрчимшилтэй инверс 4-5%, $12.1-13.5^{\circ}\text{C}$ эрчимшилтэй инверс 3 гаруй хувь, $13.6-15.0^{\circ}\text{C}$ эрчимшилтэй инверс 2%-ийг эзэлдэг байна.



Зураг 10. “Буянт-Ухаа” болон “Улаанбаатар” цаг уурын станцын орчимд өвлийн улиралд үүсдэг газрын гадарга орчмын температурын инверсийн эрчимшлийн хоногийн явц

Эх сурвалж: Эрдэнэсүх, 2008

“Улаанбаатар” цаг уурын станцын орчимд температурын инверсийн хамгийн их эрчимшил 07 цагт 9.5°C бол хамгийн бага утга 15 цагт 2.1°C , температурын инверсийн эрчимшлийн хоногийн явцын дундаж 6.7°C гэж гаргасан.

Буянт-Ухаа орчимд өвлийн инверсийн эрчимшлийн хамгийн их утга өглөөний 07-08 цагийн хооронд ажиглагдаж байгаа өмнөх судлаачдын “газрын гадарга орчмын температурын инверсийн эрчимшлийн хамгийн их утга нар мандахын өмнө ажиглагдана” гэж тогтоосонтой дүйж байна. 07 цагт инверсийн эрчимшил 10.1°C байсан бол хамгийн бага утга өдрийн 15 цагт температурын инверсийн эрчимшил 2.5°C хүрч буурсан байна (Эрдэнэсүх, 2008). Эндээс Буянт-Ухаа орчимд илүү хүчтэй инверс үүсдэг нь харьцангуй нам дор, голын хөндийд байрладагтай холбоотой юм (Зураг 10).

Температурын инверсийн зузаан тухайн газар нутгийн онцлог, өөрөөр хэлбэл судалж буй газар нутгийн эргэн тойрны уулсын харьцангуй өндөр, далайн түвшнээс дээших дундаж өндөр, газарзүйн адрашил, ландшафт цаашилбал агаар мандлын ерөнхий орчил урсгал, дэвсгэр гадаргын нарны цацраг шингээх болон өөрийн туяарал зэрэг олон хүчин зүйлээс хамаарна.

Хүснэгт 4-өөр Улаанбаатар хот орчимд үүсдэг газрын гадарга орчмын инверсийн зузааныг үзүүллээ.

Хүснэгт 4. Газрын гадарга орчмын температурын инверсийн зузаан (м)

Хугацаа	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жил
08 цаг	796	719	615	548	535	489	488	484	558	648	737	791	617
20 цаг	705	553	314	266	273	298	286	315	294	340	556	732	411

Эх сурвалж: Эрдэнэсүх, 2008

Өглөөний хэмжилтээр газрын гадарга орчмын температурын инверсийн зузаан Туул голын хөндийд байрлах “Улаанбаатар” станцын хувьд жилийн дундаж температурын инверсийн зузаан 617 м, харин оройн хэмжилтээр 410-420 м зузаантай инверс ажиглагдана. Өвлийн улиралд өглөөний хэмжилтээр температурын инверс Улаанбаатарт 720-800 м, оройн хэмжилтээр 550-730 м зузаантай ажиглагддаг нь дэвсгэр гадарга хүчтэй хөрч, улмаар газрын гадарга орчмын температурын инверсийн дээд, доод хилийн зөрүү, хүрээлэн байгаа орчны харьцангуй өндөртэй холбоотойгоор өсдөг (Эрдэнэсүх, 2008).

Газрын гадарга орчимд температурын инверс үүсч, тогтвортой хадгалагдахад уул зүй ихээхэн үүрэгтэй бөгөөд уулархаг мужид инверсийн зузаан орчны хүрээлэн буй уулсын түвшинтэй ойролцоо байдаг. Тухайн станцын хувьд хүрээлэн буй уулс гаднаас ирэх агаарын урсгалын зонхилох чиглэлд яаж байрлаж байгаагаас хамаарна. Мөн харьцангуйгаар хүрээлэн буй уулсын өндөр бага байхад тэнд үүсч буй инверсийн зузаан нь дунджаар их байх тохиолдол ч байх бөгөөд энэ нь тухайн нутагт инверс үүсэх, эрчимжихэд уул зүйн нөлөө бараг байхгүй гэдгийг харуулахын зэрэгцээ инверс гол төлөв газрын гадаргуу орчмоос хонхор газарт туяарлаар хөрч, зарим тохиолдолд дээгүүр нь дулаан агаар нүүж ирсний улмаас хөгждөг байна.

Улаанбаатар аэрологийн станцын 2012-2016 оны өглөөний хэмжилтээр газрын гадарга орчмын температурын инверсийн зузаан I сард 610 м, XII сард 550 м, II сард 410 м, өвлийн улирлын дундаж 520 м байна. Харин шилжилтийн улирлын саруудад тухайлбал XI сард 490 м, III сард 430 м, X сард 470 м, цаашилбал IV болон IX саруудад харгалзан 320 ба 250 м зузаантай байв. Хаврын сүүлч V болон зуны сүүлч VIII сарын температурын инверсийн зузаан харгалзан 120 ба 140 м байжээ.

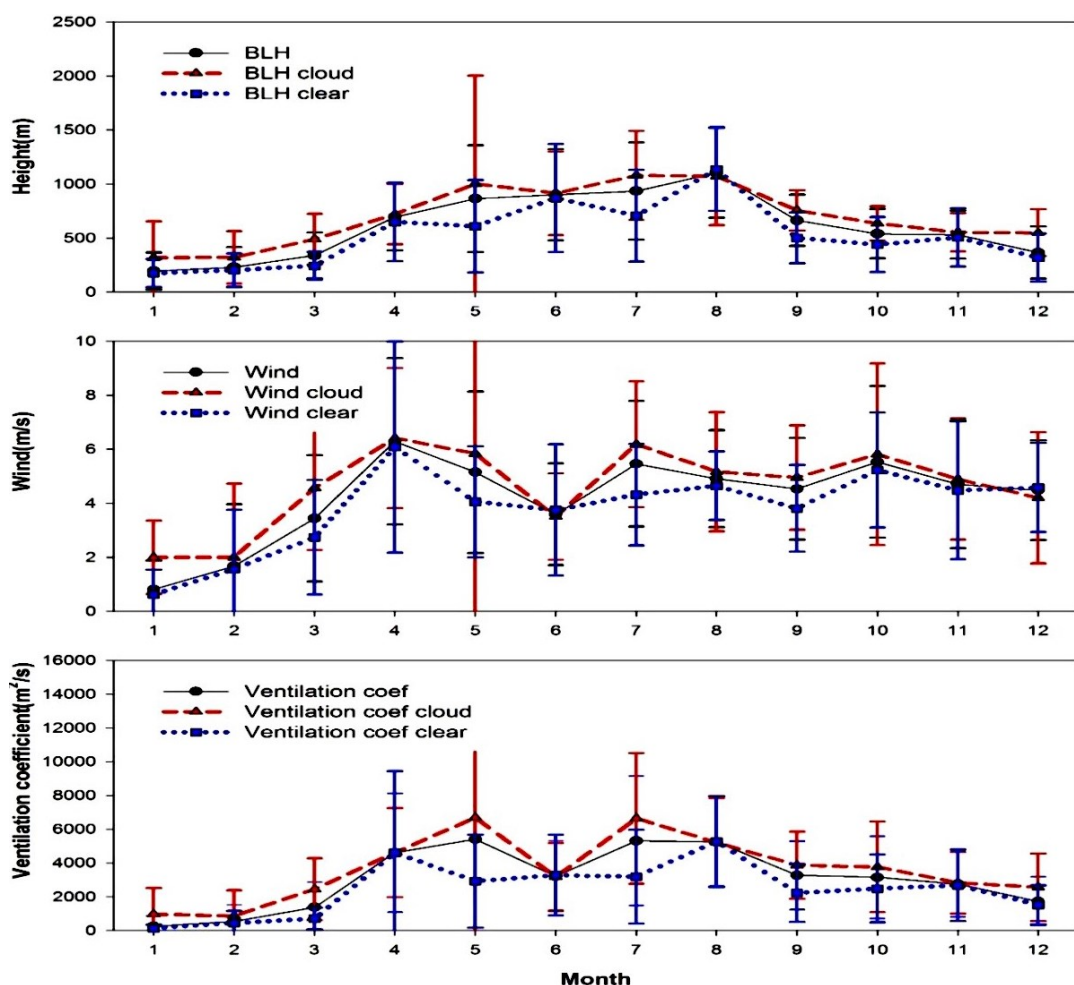
Оройн хэмжилтээр газрын гадарга орчмын температурын инверсийн зузаан I сард 540 м, XII сард 510, II сард 400, өвлийн улирлын дундаж 480 м болж өглөөний хэмжилтээр тогтоосон зузаанаас буурдаг. Харин намар XI сард 440 м, X сард 250 м зузаантай байв.

Улаанбаатар хотын агаар солилцооны жилийн горим

Агаарын бохирдол өөрчлөгдөх агаар мандлын өөр нэг нөхцөл бол агаар солилцооны процесс юм. Үүнийг хязгаарын үе давхаргын өндөр болон агаар солилцооны (турбулентийн) итгэлцүүрээр илэрхийлнэ (Alexander *et al.*, 2017). Эдгээр нь агаарын доод ба дээд үе давхаргын хоорондын агаар солилцоог илэрхийлэх тул эдгээр хэмжигдэхүүнийг агаар мандлын босоо чиглэлийн хэмжилтийн үр дүнг ашиглан тодорхойлно. Тухайлбал хиймэл дагуул, пуужин, лидар, радар, радиозонд, онгоцноос агаар мандлын янз бүрийн өндөрт хэмжсэн цаг уурын хэмжигдэхүүнүүдийн утгаар эдгээрийг тодорхойлж болох боловч манай орны нөхцөлд радиозонд болон лидарын хэмжилтийн мэдээг ашиглах боломжтой.

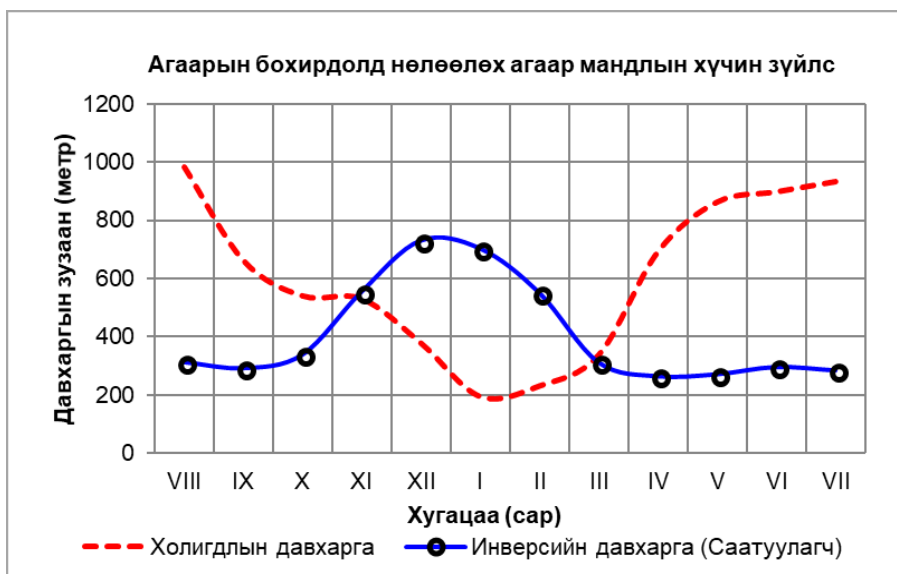
Агаар мандлын хөдөлгөөнд газрын гадарга орчмын үе давхаргын харилцан үйлчлэх үйлчлэлээр нь орчих мандлыг хязгаарын үе давхарга ба чөлөөт агаар мандал гэж ангилна. Агаар мандал бүхий л чиглэлдээ жигд биш орчин нөгөө талаас газрын гадаргын рельеф, салхины хурд болон дулааны горимын тогтворгүй байдлаас хамаарч хязгаарын үе давхаргын өндөр орон зай, цаг хугацаагаар ихээхэн тогтворгүй буюу хэдэн зуун метрээс 1-2 км хүртэл хэлбэлзэж байдаг (Чогсом, 2010). Харин агаар солилцооны итгэлцүүр нь хязгаарын үе давхаргын өндөр болон салхины хурдаар илэрхийлэгддэг агаарын турбулент шинж байдлыг илэрхийлсэн үзүүлэлт юм. Эдгээр үзүүлэлт нь агаарын бохирдолтой хотуудын төлөвлөлтөд чухал шалгуур үзүүлэлт болно.

Потенциал температурын босоо градиентын хамгийн их утга, хувийн чийг болон агаарын хугарлын илтгэгчийн босоо градиентын хамгийн бага утгууд дээр хязгаарын үе давхаргын өндөр илэрнэ (Wang *et al.*, 2014) гэж эрдэмтэд үзсэн байдаг учир энэ аргазүйг ашиглан Улаанбаатар радиозондын станцын 2016 оны өдөр тутмын хөөргөлтийн мэдээг ашиглан Улаанбаатар хот орчмын хязгаарын үе давхаргын өндөр, түүнээс дооших давхаргын салхины дундаж хурд болон агаар солилцооны итгэлцүүрийг тооцоолж дараах Зураг 11-д үзүүллээ.



Зураг 11. Хязгаарын үе давхаргын өндөр, салхины хурд, агаар солилцооны итгэлцүүрийн үүлтэй, үүлгүй үеүдийн жилийн явц
Эх сурвалж: Үүрийнтуяа нар, 2017

Хязгаарын үе давхаргын өндөр (BLH) буюу холигдлын давхаргын дээд хил нь Улаанбаатар хотод жилийн дунджаар 613 м өндөрт ажиглагддаг ба хамгийн их утга нь 1844 м зуны улиралд турбулент солилцоо ихэсдэгтэй холбоотой, хамгийн бага утга нь 37 м буюу өвлийн улиралд салхины хурд багасч, хүчтэй температурын инверс тогтох үед турбулентийн солилцоо багасдаг учир доошилдог. Үүлтэй үед хязгаарын үе давхаргын өндөр жилийн дунджаар 669 м болж дээшилж, үүлгүй цэлмэг үед энэ өндөр 390 м болж доошилдог байна (Зураг 12).



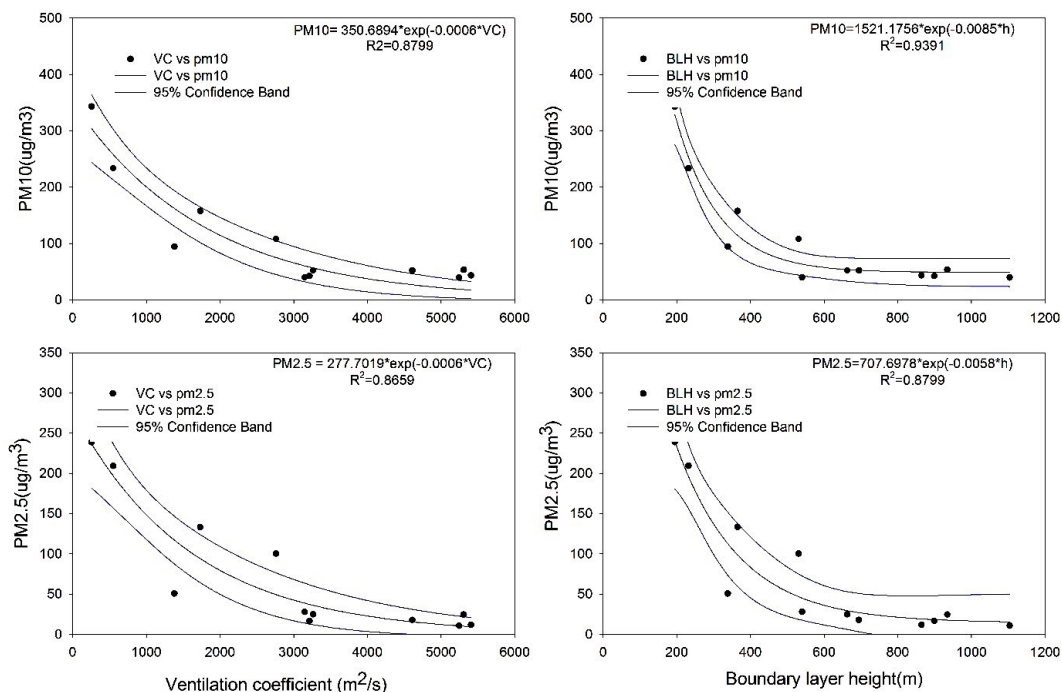
Зураг 12. Хязгаарын үе давхаргын өндөр, температурын инверсийн зузааны жилийн явц

Эх сурвалж: Зохиогч

Агаарын бохирдол ихтэй өвлийн улирлын дунджаар газрын гадарга орчмын инверсийн буюу агаарын солилцоог саатуулагч давхаргын дээд хилийн өндөр 660 м орчимд байхад холигдлын давхаргын дээд хилийн өндөр 260-300 м бөгөөд агаар солилцоо энэ давхаргаас дээш тархахгүй гэсэн үг юм.

Агаар солилцооны итгэлцүүр (Ventilation coefficient) нь жилийн дунджаар $3073 \text{ м}^2/\text{с}$, ба хамгийн их утга нь $5400 \text{ м}^2/\text{с}$ хаврын улиралд салхины хурд ихэсдэгтэй холбоотой, хамгийн бага утга нь $257 \text{ м}^2/\text{с}$ өвлийн улиралд тогтвортой агаар тогтдог учир багасна. Мөн үүлтэй үед $3427 \text{ м}^2/\text{с}$ бол үүлгүй үед $1594 \text{ м}^2/\text{с}$ хүрдэг байна.

Улаанбаатар хотын хүн амын нягтрал ихсэж түүнийгээ дагаад агаарын бохирдол улам бүр нэмэгдсээр байгаатай холбоотойгоор агаарын бохирдлыг урьдчилан мэдээлэх асуудал чухал ач холбогдолтой байна. PM10, PM2.5 нь хүний биеийн амьсгалын дээд болон доод замын өвчлөлийг үүсгэдэг хортой тоосонцрууд юм. Эдгээр тоосонцруудыг сонгон авч холигдлын давхаргын өндөр болон агаар солилцооны итгэлцүүрээс хэрхэн хамаарч буйг Зураг 13-д үзүүлэв.



Зураг 13. PM10, PM2.5 тоосонцрууд хязгаарын үе давхаргын өндөр болон агаар солилцооны итгэлцүүрээс хамаарах хамаарал

Эх сурвалж: Үүрийнтуяа нар, 2017

PM10, PM2.5-ийн агууламж нь хязгаарын үе давхаргын өндрөөс болон агаар солилцооны итгэлцүүрээс өндөр хамааралтай бөгөөд экспоненциал хуулиар урвуу хамаарч байна. Эндээс хязгаарын үе давхаргын өндөр ба агаар солилцооны итгэлцүүрийг цаг агаарын прогноз мэдээтэй хамааруулж чадвал агаарын бохирдлыг урьдчилан мэдээлэх боломжтой юм (Үүрийнтуяа нар, 2017).

Дүгнэлт

Улаанбаатар хот нь өвлийн улиралд агаарын их даралтын мужийн нөлөөнд салхи багатай, гадаргын хөрөлтөөр температурын инверс тогтож, тогтвортой хадгалагддаг учраас агаарт хаягдсан бохирдуулах бодисыг удаан хугацааны туршид хуримтлуулах цаг агаарын үндсэн нөхцөл болдог. Энэ цаг агаарын хүчин зүйлийг өөрчлөх боломжгүй юм. Улаанбаатар хот орчимд хүйтний улиралд салхины хурд бага боловч ерөнхий орчил урсгалын нөлөөгөөр хотын баруун хэсэгтээ баруун, баруун хойд зүгийн салхи (47%) зонхилж байгаа учраас гэр хорооллын бохирдол хотын төврүү зөөгдөн нөлөөлөх нөхцөл болдог. Иймд агаарын бохирдлыг бууруулах арга хэмжээг хэрэгжүүлэхдээ салхины зонхилох зүгийг харгалзан үзэх нь зүйтэй юм. Өвлийн улиралд салхины хоногийн явц нь уул хөндийн нөлөөгөөр шөнөдөө зүүн зүүн өмнөөс эргэдэг учир хотын зүүн талын эх үүсвэрүүдийн бохирдол хуримтлагдах, эргээд хотын төврүү нөлөөлөх нөхцөл болно. Хотын төвийн өндөр барилга байшингууд нь хотын бичил уур амьсгалын горимд шууд нөлөөлж байна. Агаар солилцооны итгэлцүүрийн тооцооны үр дүнгээс үзвэл хэрэв эх үүсвэрийн яндангийн өндөр 200-300 м-ээс дээш байгаа тохиолдолд агаарт хаягдсан бохирдуулах бодис алс зайд сарних боломжтой гэж үзлээ.

Ном зүй

- Жадамбаа Ш., 1972. Роль инверсий температуры воздуха в процессах усиления зимнего антициклона над Азией. Труды ГМЦ.
- Жамбаажамц Б., 1989. “Монгол орны уур амьсгал”. Сурах бичиг. Улаанбаатар хот.
- Константинов П.Я., 1995. Приземные инверсии в долинах и на междуречьях Центральной части среднесибирского плоскогорья. *Метеорология и Гидрология*. №10.
- Матвеев Л.Т., 2000. Физика атмосферы. Учебник. Санктпетрбург. Гидрометеиздат.
- Мөнхбат Б., Нацагдорж Л., 2014. Уур амьсгалын өөрчлөлтийн үнэлгээний II илтгэлийн I бүлэг. БОНХЯ. Улаанбаатар хот.
- МУГЗ., 2017. Агаар, орчны бохирдлыг бууруулах үндэсний хөтөлбөр.
- Намхайжанцан Г., 2001. Эрс эх газрын хэрэглээний уур амьсгалын зарим асуудал. БОЯ-ны УЦУОШГ-ын ЭШБХ-ын эмхэтгэл. Хууд 311. Улаанбаатар хот.
- Сандэлгэр Д., Эрдэнэсүх С., Лазина Ш., Цацрал Б., 2018. Агаарын бохирдол, цаг уурын хэмжигдэхүүн хоорондын хамаарал, *Геофорум сэтгүүл*, по 03 2018/01. Хууд 23-29, Улаанбаатар хот.

- Үүрийнтуяа Б., Сандэлгэр Д., Эрдэнэсүх С., Пүрэвдорж У., 2017. Хязгаарын үе давхаргын өндрийг тооцоолох боломж. *Монгол орны Газарзүй ба Геоэкологийн асуудал сэтгүүл*, 2017-Тусгай дугаар. 112-119 хууд. Улаанбаатар хот.
- Чогсом Д., 2010. Ерөнхий цаг уур. Сурах бичиг. Улаанбаатар хот.
- Эрдэнэсүх С., 2008. Монгол орны газрын гадарга орчмын температурын инверсийн судалгаа, Докторын диссертац, МУИС. Улаанбаатар хот.
- Alexander G., Matthias W., Boris B., Klaus S., Renate F., Erika von S., Christoph M., Ka Lok C., and Rainer N. 2017. Mixing layer height as an indicator for urban air quality? *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 2969–2988. <https://doi.org/10.5194/amt-10-2969-2017>
- Oyunchimeg D., Naymdavaa Sh., 2015. Analysis of the relationship between wind direction and air pollutants in Ulaanbaatar. *Papers in Meteorology and Hydrology*, p125-134, Ulaanbaatar city.
- Ryan W.A, Enkhjargal G., Barkhasragchaa B., Tsogtbaatar B., Oyuntogos L., Ofer A., Tim K.T., and Craig R.J., 2013. An assessment of air pollution and its attributable mortality in Ulaanbaatar, Mongolia. *Air.Qual. Atmos.Health.* 6(1): 137–150. 10.1007/s11869-011-0154-3
- Sandelger D., Erdenesukh S., Gomboluudev P., 2015. Influence of photochemistry and meteorology on seasonal variation of surface ozone. *Papers in meteorology and hydrology*, no 35/9. p 48-59. Ulaanbaatar city.
- Wang X.Y., and Wang K.C., 2014. Estimation of atmospheric mixing layer height from radiosonde data, *Atmos. Meas. Tech.*, 7, 1701–1709, www.atmos-meas-tech.net/7/1701/2014/ doi:10.5194/amt-7-1701-2014.

БЭЛЧЭЭРИЙН ГАЗРЫН ФОТО МОНИТОРИНГИЙН СУДАЛГААНД СУУРИЛСАН СЭРГЭХ ЧАДАВХЫН ДҮНГЭЭС (Архангай аймгийн Хотонт сумын жишээн дээр)

**Ж.Ундрах¹, П.Мягмарцэрэн², Д.Ганпүрэв², И.Мягмаржав³, Л.Олзбаяр²,
Ц.Баатарсүх²**

¹Архангай аймгийн Газрын Харилцаа, Барилга, Хот байгуулалтын газар, Монгол Улс

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

³ХААИС, Агроэкологийн сургууль, Газрын менежментийн тэнхим, Улаанбаатар хот, Монгол Улс

Зохиогчтой холбогдох цахим шуудан: Undrakh.jainaa@gmail.com

ХУРААНГУЙ

Судалгааны ажлын зорилго нь бэлчээрийн газрын ашиглалтын нөлөөг хянах, судалгаанд суурилсан үр дүнг ашиглалтанд нэвтрүүлэх билээ. Мал, амьтны ашиглалтын нөлөөгөөр бэлчээрийн чанар бүтээмж хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг иргэд, төрийн зүгээс хяналт тавих, цаг тухайд нь илрүүлэх, урьдчилан сэргийлэх, ашиглалтыг тохируулах, үнэлэлт дүгнэлт өгөх, мэдээллийн сан үүсгэх явдал юм. Мониторингоор газрын гадаргуугийн бүрхцийн мэдээлэл дээр үндэслэж статистик боловсруулалт хийх замаар мэдээний олон жилийн цуваа үүсгэж, бэлчээрийн ашиглалтын нөлөөлөөс үүссэн өөрчлөлтийг хянах юм. Хотонт сумын хэмжээнд 2017 оны мэдээгээр бэлчээрийн фото мониторингийн судалгааны нийт 34 цэгийн 7% нь соргог, 1-3 жил амраахад сэргэж, эргээд хэвийн байдалдаа орох боломжтой, 50,9 % бага зэрэг өөрчлөгдсөн буюу малын тоо, ачааллыг цаг алдалгүй тохируулж чадваас харьцангуй богино 3-5 жилийн дотор сэргэх боломжтой, 23,5 % дунд зэрэг өөрчлөгдсөн, зохистой ашигласнаар 5-10 хугацаанд сэргэх боломжтой, амраахад сэргэж, эргээд хэвийн байдалдаа орох боломжтой, 18,6 % ихээр өөрчлөгдсөн буюу 1-3 жил амраахад сэргэж, эргээд хэвийн байдалдаа орох боломжтой байна. Одоогийн байгаа малын тоог сумын бэлчээрийн боломжит даацтай харьцуулж үзэхэд хэтрэлттэй, дунджаар 2-8 дахин өндөр байгаа нь малын тооны зохистой харьцааг барих тал дээр цаг алдалгүй анхаарч ажиллах шаардлагатай болохыг харуулж байна. Хотонт сумын бэлчээрийн газар нь газрын гадаргын тогтоц, хөрс, уур амьсгалын нөхцлөөрөө 1) чулуурхаг хөрстэй уулын энгэрийн болон цав толгодын орой, хажуугийн жижиг дэгнүүлт үетэн-чулуусаг алаг өвст бэлчээр 14,7%, 2) уулын чийглэг нугын үетэн-алаг өвст бэлчээр 17,6 %, 3) шавранцар хөрстэй уулын бэл хөндийн жижиг дэгнүүлт үетэн-алаг өвст бэлчээр 50 %, 4) хөнгөн шавранцар хөрстэй уулын бэл хөндийн үетэн-алаг өвст бэлчээр 3% орчим эзэлж байна. Мониторингийг тодорхой тогтсон цэгт жил бүр давтамжтай хийж тухайн жилийн судалгааны дүнг бэлчээрийн төлөв байдал чанарын лавлагаа түвшинтэй харьцуулан дүгнэлт гаргаж үр дүнгээр дараах асуудлуудыг ишидэх боломжтой. Үүнд: Бэлчээрийн газрын менежментийн хэвийн үйл ажиллагааг хянах, бэлчээрийн газар ашиглалтын үр нөлөөг үнэлэх, бэлчээр ашиглах гэрээний биелэлтийг үнэлэх, сумын тухайн жилийн болон газар зохион байгуулалтын бүх шатны төлөвлөгөө боловсруулахад суурь мэдээлэл болох, газрыг төлөвлөгөөтэй зүй зохистой ашиглах хамгаалах нөхцөл бүрдэх юм.

ABSTRACT

The purpose of the study is to monitor the effectiveness of pasture land use and to use research-based results. The impact of pasture quality on productivity of the pasture is influenced by the use of livestock as a result of citizens and state control, timely detection, prevention, adaptation, assessment and database development. The monitoring will control the variability of the data over a long period of

time through statistical processing based on information on the surface coating and controlling the effects of pasture use impacts. In Khotont soum, 2017, 7% of all 34 pasture photo monitoring surveys have been recovered for 1-3 years, restored to normal, 50.9% slightly changed, or relatively short enough to adjust the number and load of livestock. -It is possible to recover within 5 years, 23.5% moderate to moderate, with good use to recover from 5 to 10 years, recovering during rest, returning to normal, 18.6% change or resting for 1-3 years can be accessed. Comparing the current number of livestock with potential grazing capacity in the soum, it is 2-8 times higher than the average carrying capacity, which means that it is necessary to pay attention to the proper proportion of livestock. The pastoral land of Khotont soum occupies a landform, soil and climatic conditions. 1) Rocky soil with topsoil and crack hills, 14.7% of pasture grass-steppe, and 2) Native grass steppe grassland 17, 6%, 3) over 50% of pasture grassland grassy steppe, and 3% of pasture grassland grasslands with light loamy soil. The monitoring will be conducted on a regular basis each year, and the results of the current year's study will be compared with the past and present condition of the pasture. These include monitoring of normal pasture management practices, evaluating impacts on pasture land use, assessing implementation of pastureland use agreements, and establishing all levels of soum and annual land management plans and providing appropriate land use planning. There has been evidence of a lot of research on pastureland degradation following the growth of livestock. Consequently, the quality of pasture quality and productivity of the pastureland has changed due to the use of livestock as a result of the monitoring, timely submission, prevention, use, monitoring, timeliness, prevention and use of pastures and pastureland photo monitoring methods.

Түлхүүр үг: бэлчээрийн сэргэх чадавх, фото мониторинг, төлөв байдал, экологийн чадавх

Оршил

Монгол улсын нийгэм, эдийн засгийн хөгжлийг даган бэлчээрийн газрын ашиглалтын горим, ачаалал болон дэлхийн уур амьсгалын дулаарлын хавсарсан нөлөө улам бүр эрчимжиж буй өнөө үед бэлчээр зохион байгуулалтыг бэлчээрийн ургамлын сэргэх чадавх, даацад нь тохируулах замаар бэлчээрийн экосистемийг тогтвортой хадгалах, хамгаалах хариуцлагатай үүрэг бэлчээр зохион байгуулагчид, ашиглагчдын өмнө зүй ёсоор тавигдаж байна. Монгол улсын нийгэм эдийн засгийн хөгжлийн гол суурь болсон бэлчээр байгалийн болон хүний хүчин зүйлийн нөлөөгөөр доройтож буйн дотор малын тооны өсөлт, хуваарьгүй эрчимтэй ашиглалтын үр нөлөө гол шалтгаан мөн хэмээн үзэж байгаа судлаачид, судалгааны материалууд цөөнгүй байна.

Судалгааны зорилго, зорилт

Судалгааны ажлын гол зорилго нь бэлчээрийн ашиглалтын нөлөөг фото мониторингийн аргаар хянаж, бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлт, сэргэх чадавхад суурилсан ангиллыг гаргахад оршино. Энэхүү зорилгоо хэрэгжүүлэхийн тулд дараах зорилтуудыг дэвшүүлэв.

- Бэлчээрийн фото мониторингийн судалгааны цэгүүд дээр бэлчээрийн газрын өөрчлөлтийг фото мониторингийн аргаар үнэлэх ажлыг зохион байгуулах;
- Фото мониторингийн судалгааны ажлын үр дүнд үндэслэн сумын бэлчээрийн газрын экологийн чадавх, бэлчээрийн төлөв байдал, доройтлын түвшинг тодорхойлж, бэлчээрийн газрын сэргэх чадавхаар ангилах;

Судалгааны аргазүй

Хээрийн судалгааны ажлын материал дээр үндэслэн гадаргуугийн бүрхцийн зургийг мониторингийн цэг тус бүрээр нэгтгэж, боловсруулалтын “Sample Point” (<http://www.samplepoint.org/>) програм ашиглан ургамлын бүрхцийн нийт хувь болон заагуур ургамлын бүлгээр ангилан тодорхойлж (ГЗБГЗЗГ, УЦУОСМХ, ШХА Ногоон-Алт-малын эрүүл мэнд төсөл, 2017 Бэлчээрийн газрын өөрчлөлтийг фото мониторингийн аргаар үнэлэх. ГЗБГЗЗГ), үр дүнд суурилан бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлт, сэргэх чадавхад суурилсан ангиллыг Arc GIS програм дээр гаргахад оршино. Бэлчээр ашиглалтын нөлөөг хянах фото мониторингийн арга нь богино хугацаанд нэг дор олон мэдээллийг цуглуулах боломжтой, хэрэглэхэд энгийн, зардал багатайн зэрэгцээ бэлчээрийн сэргэн ургалт, доройтол, талхагдлыг урт болон богино хугацааны өөрчлөлтийг харуулна. Судалгааны арга зүйг ашиглах, түүхчлэн судлах, математик боловсруулалт, зураглалын программ хангамж, харьцуулсан судалгааг явуулж үр дүнгээ гарган авах бөгөөд дараах схемийн дагуу судалгааны ажлыг хийв.



Схем 1. Судалгааны аргазүйн схем

Эх сурвалж: Зохиогч

Судалгаанд хамрагдсан нутгийн тойм

Хотонт сумын нь Хангайн их уулсын зүүн урд захын шувтрах хэсэг, Жарантай, Орхон голыг хавчин далайн төвшнөөс дээш 1300-2400м-ийн хооронд оршино. Нутгийн төв, зүүн, хойт хагас буюу дийлэнхийг Орхон голын их хөндий тал, түүний цутгал жижиг гол горхи, Жарантайн голын сав газар, Хөөврийн хавийн үргэлжилсэн нүцгэн ухаа гүвээ эзэлнэ. Газрын хөрсний хувьд тайгын цэвдэгт карбонатлаг хүрэн ангилалд багтана. Цаг уурын хувьд эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай, 1 дүгээр сарын дундаж хүйтэн нь -200С-210С, 7 дугаар сарын харьцангуй дулаан нь +160С-+180С орчим бөгөөд жилд дунджаар 300-400мм хур туандас унадаг. Сумын нутгийн 11,7 орчим хувийг ой мод эзэлдэг. Гол төлөв шинэс мод зонхилсон шилмүүст ойтой, уулын орой талаар хуш элбэг ургах агаад хормой бэлээр нь хус, улиас зэрэг навчит мод бага зэрэг тааралдана. Навчит мод ууландаа бага ургах авч харин Орхон, түүний цутгал жижиг гол горхийг дагасан шугуйд бургас, улиас шигүү ургана. Алаг өвс, ботууль, жижиг үетэн, хялгана, хиаг зонхилсон ойт хээрийн өвс ургамалтай, бамбай, нохойн хошуу, аньс, алтан хундага, арц, алтан гагнуур, таван салаа, тарваган шийр, царван, жамъянмядаг, тэхийн шээг зэрэг олон арван эмийн ургамалтай. Сумын ихэнх нутаг нь гол ус, булаг горхи элбэг учир бэлчээрийн усаар дутагдах аюул багатай. Харин хойт талын Дойт, Хөөвөр нуур орчмын газар нь урсгал гол горхи үгүй тул ундны усаар дутах авч худгийн усаар ахуйн хэрэгцээгээ хангана. Сумын нутгаар урсах хамгийн том гол нь Орхон, нутгийн зүүн захаар 40-өөд км зайд урсаад өнгөрөхдөө эл богино замд олон мянган мал сүрэг, хүн амыг цэнгэг тунгалаг ариун усаар ундаалаад зогсохгүй орчмын уур амьсгалыг зөөлрүүлдэг эрдэнийн өгөөмөр гол. Хархорин сумтай хил залгах Баянгол, түүнээс хойших тэмээн хүзүүний гол бие даан урсаж Орхон голд цутгадаг. Харин сумын нутагт багтаж бараг бүрэн урсгалаараа урсах хамгийн урт гол нь Жарантайн гол. Судалгаанд хамрагдсан Хотонт сумын хүн ам 2017 онд 6 багийн 1340 өрхийн 4365 хүн амьдарч байгаагийн 3170 хүн буюу 981 өрх, хүн амын 72,6 хувь нь хөдөө амьдарч байна¹. Хотонт сумын газрын нэгдмэл сангийн 2017 оны тайлангаас үзэхэд тухайн сумын нийт газар нутгийн 78,9 хувь буюу 185375 га нь хөдөө аж ахуйн газар, бэлчээрийн газар 78,1 хувь буюу 144735,8 га, үүнээс 80,8 хувь буюу 116940,6 га өвөл-хаврын бэлчээр, 19,2 хувь буюу 27795,2 га зун-намрын (Архангай аймгийн ГХБХБГ, 2015) бэлчээр эзэлж байна. Нийт 316011 малтай, үүнээс адуу 27838, үхэр 27267, хонь 143495, ямаа 117411 байна (Архангай аймгийн статистикийн эмхтгэл, 2017). Бэлчээр ашиглагчдын 34 хэсэгтэй. Орон нутгийг бэлчээрийн газрын хэв шинжийг төлөөлж чадахуйц бэлчээрийн фото мониторингийн 34 судалгааны цэгтэй.

¹ <http://khotont.ar.gov.mn/about/>

Үр дүн

Бэлчээрийн газрын өөрчлөлтийг үнэлэх фото мониторингийн аргын талаар

Мониторингийн цэг сонгох тухай. Мониторингийн цэгийг бэлчээрийн төрөл болон дараах зориулалт бүхий бэлчээрээс төлөөлүүлж сонгоно. Үүнд: өвлийн бэлчээр, хаврын бэлчээр, зуны бэлчээр, намрын бэлчээр, отрын нөөц нутаг, гэрээгээр ашиглаж байгаа бэлчээр /бах, бүлэг нөхөрлөл/

Мониторингийн шалгуур үзүүлэлт. Мониторингийн шалгуур үзүүлэлтийг тухайн газрын ашиглалтаас үүдэлтэй төлөв байдал, чанарын аливаа өөрчлөлтийг бодитой тодорхойлж чадахуйц, ажиглалт, хэмжилт болон боловсруулалт хийхэд хялбар байхаар тодорхойлно. Үүнд: бэлчээрийн идэгдэцийн байдал, өнгөн хөрсний нүүдэл шилжилтийн байдал, бэлчээрийн ургамлын төлөв байдал.

Мониторингийн ажлын үе шат, хугацаа. Бэлтгэл ажлын үе шат. Бэлтгэл ажлын үе шатанд тухайн орон нутагт өмнө нь хийгдсэн мониторинг судалгааны материалтай танилцах, бэлчээрийн мониторинг хийх талбайг тогтоох, хил заагийг тодруулах, ажиглалт, хэмжилт хийх цэгүүдийг урьдчилан тогтоох зэрэг ажлыг гүйцэтгэв. Хээрийн судалгаанд ашиглах ажлын багаж хэрэгсэл, мониторингийн цэгийг тэмдэглэх материал болон бусад шаардагдах багаж хэрэгсэл (GPS, аппарат, 50м урттай метр, 40 см урттай гадас 2 ширхэг, мэдээллийн хүснэгтүүд, 1,25 м өндөртэй мод, Sample point програм хангамж)-ыг бэлтгэсэн.

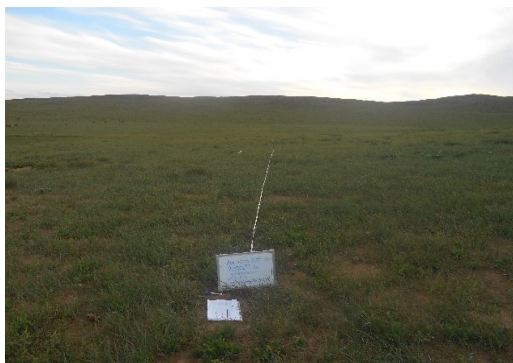
Хээрийн судалгааны үе шат.

1. Ажлын талбарыг бэлтгэх.

1.1. Мониторингийн цэг сонгоно. Авто зам, уст цэг, өвөлжөө, хаваржаа, тариалангийн талбай зэрэг бэлчээрээс өөр зориулалтаар ашиглаж байгаа газраас 100 м буюу түүнээс хол зайд цэгээ сонгоно. Мониторингийн хатуу цэгүүд дээрээс жил бүр ижил хугацаанд фото зураг авна.

1.2. Сонгосон цэгт туузан метр байрлуулах. Мониторингийн сонгосон цэг дээр уулын налуугийн хөндлөн чиглэлд туузан метрийг байрлуулна. Метрийн эхлэл төгсгөлийн цэгийн солбицлыг координатыг авч, эхлэл цэг дээр цэгийн мэдээллийг бичиж байрлуулна.

1.3. Орчны ерөнхий зураг авах. Туузан метрийн эхлэл цэгээс эсрэг зүгт 5 м-ийн зайд зогсоно. Зогссон цэгээс орчны 4 зургийг авна. (ГЗБГЗЗГ, УЦУОСМХ, ШХА Ногоон-Алт-малын эрүүл мэнд төсөл, 2017 Бэлчээрийн газрын өөрчлөлтийг фото мониторингийн аргаар үнэлэх)



Зураг 1. Хотонт сум, Хөөвөр баг, Гичгэнэ БАХ, өвөлжөө. Орчны зураг (2017-08-21)

Эх сурвалж: Зохиогч

Эндээс харахад Хотонт сумын фото мониторингийн нийт цэгийн 11,8 % нь бэлчээрийн ургамлын зүйлийн бүтэц бүрэлдэхүүн нь байж болох хамгийн дээд түвшиндээ байгаа, 88,2 % нь тодорхой хэмжээгээр өөрчлөгдөж харилцан адилгүй түвшинд доройтсон байна (Зураг 1.).

2. Гадаргуугийн бүрхцийн зураг авах. Гадаргуугийн бүрхцийн зургийг 120-140 см өндрөөс эгц дээрээс авна. Гадаргуугийн бүрхцийг баримтжуулах замаар ургамлын бүрхэц, бүрэлдэхүүн, ургамал хоорондын халцгай газрын болон хөрсний өнгөн хэсгийн өөрчлөлтийг хянах боломжтой. Зургийг жил бүхэн тогтмол цэг дээр авна. Гадаргуугийн бүрхцийн зургийг авахдаа туузан метрийн 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 метр тутамд эгц дээрээс доош чиглэлд буюу 1,2-1,4 метрийн өндрөөс 9 ширхэг зураг авна.

3. Цэгийн мэдээллийн хүснэгт бөглөх.



Зураг 2. Хотонт сум, Хөөвөр баг, Гичгэнэ БАХ, өвөлжөө. Бүрхцийн зураг (2017-08-21)

Эх сурвалж: Зохиогч

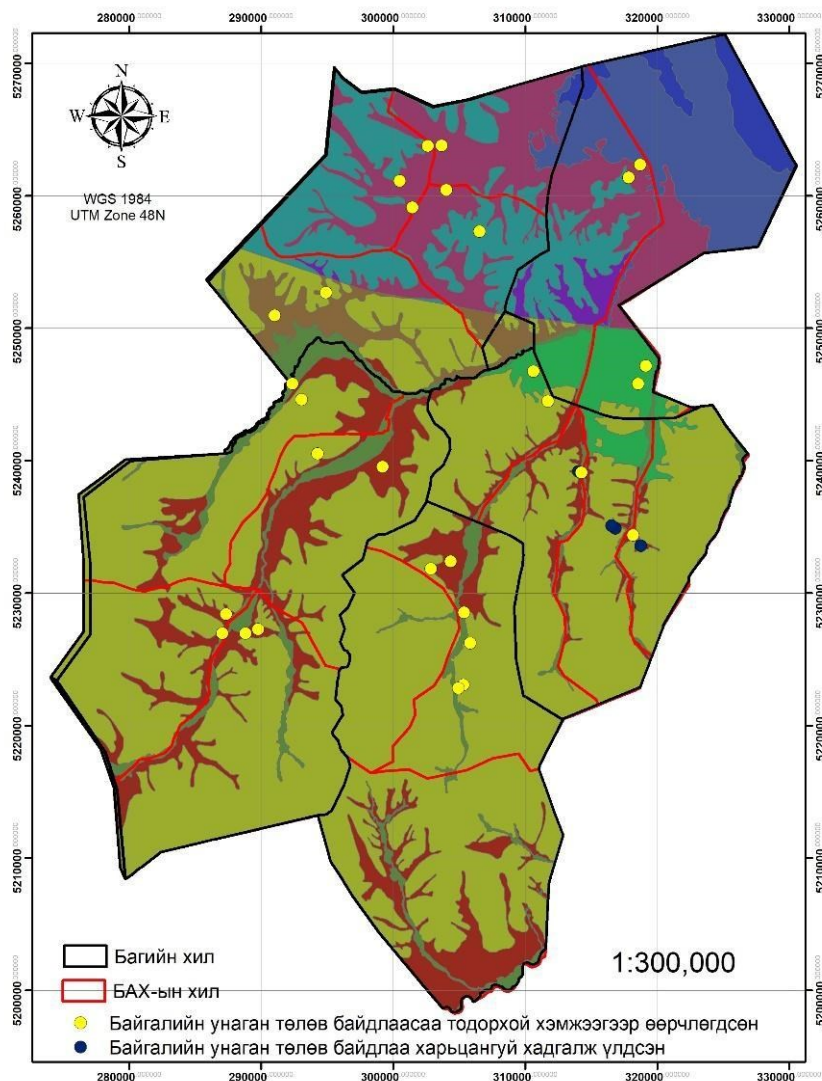
Хотонт сумын хэмжээнд 2017 оны мэдээгээр бэлчээрийн фото мониторингийн судалгааны нийт 34 цэгийн 7% нь соргог, 50,9 % бага зэрэг

өөрчлөгдсөн, 23,5 % дунд зэрэг өөрчлөгдсөн, 18,6 % ихээр өөрчлөгдсөн байна (Зураг 2.) (Архангай аймгийн ГХБХБГ, 2015). Цэгийн мэдээллийн ерөнхий мэдээллийг бөглөнө. Бэлчээрийн идэгдцийн үнэлгээ, өнгөн хөрсний нүүдэл шилжилтийн байдлын үнэлгээний хүснэгтүүдийг бөглөж тухайн цэг орчмын хөрс болон ашиглалтын нөлөөг гаргана.

Бэлчээрийн мониторингийн мэдээллийг боловсруулах. Мониторингийн цэг дээрээс авсан зургаа Sample point програм дээр оруулж, зураг бүр дээр 100 цэгийн хатгалт хийж, бичиглэлийн мэдээллийг байгалийн бүс бүслүүр тус бүрд ялгаатайгаар тодорхой хэдэн заагуур ургамлын бүлгүүдэд хувааж тус бүрийнх нь эзлэх хувийг тодорхойлно. Цэг бүр дээр гарсан үр дүнг өмнөх оны дүнтэй харьцуулж, бэлчээрийн газрын төлөв байдал, чанарыг тодорхойлно. (ГЗБГЗЗГ, УЦУОСМХ, ШХА, 2017)

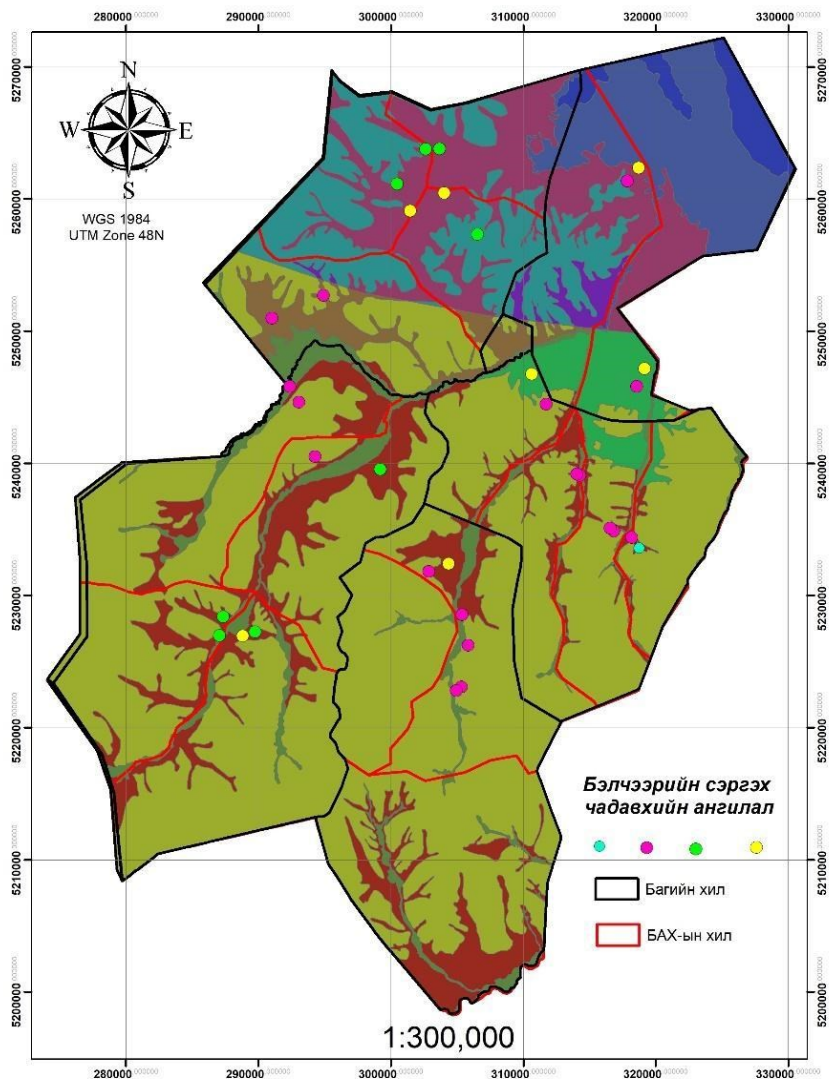
Бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлт

Фото мониторингийн батлагдсан арга зүйн дагуу цуглуулсан мэдээллийг харгалзах бэлчээрийн төрлийн лавлагаа түвшинтэй харьцуулан бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлтийг тодорхойлно. Хотонт сумын бэлчээр ашиглалтын нөлөөг фото мониторингийн аргаар үнэлж, 2017 оны тоон мэдээлэлд суурилж бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлтийн загвартай холбож, сэргэх чадавхаар ангиллыг тодорхойлов.



Зураг 3. Архангай аймгийн Хотонт сумын бэлчээрийн төлөв байдлын
зураглал 2017 оны байдлаар
Эх сурвалж: Зохиогч

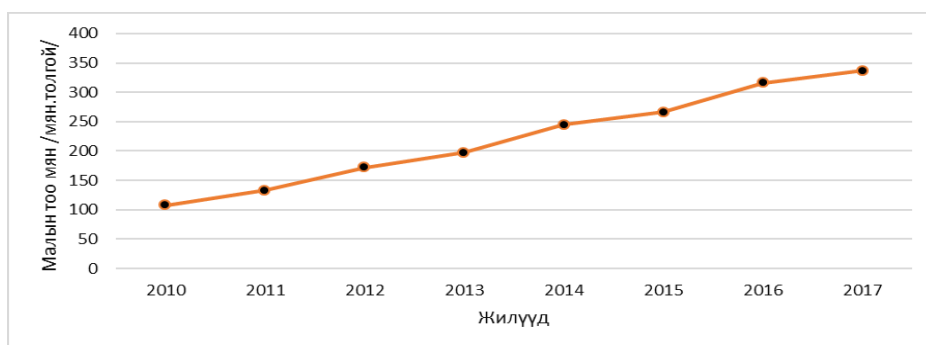
Одоогийн байгаа малын тоог сумын бэлчээрийн боломжит даацтай харьцуулж үзэхэд хэтрэлттэй, дунджаар 2-8 дахин өндөр байгаа нь малын тооны зохистой харьцааг барих тал дээр цаг алдалгүй анхаарч ажиллах шаардлагатай болохыг харуулж байна (Зураг 3)



Зураг 4. Архангай аймгийн Хотонт сумын бэлчээрийн газрын сэргэх чадавхын ангилал 2017 оны байдлаар
Эх сурвалж: Зохиогч

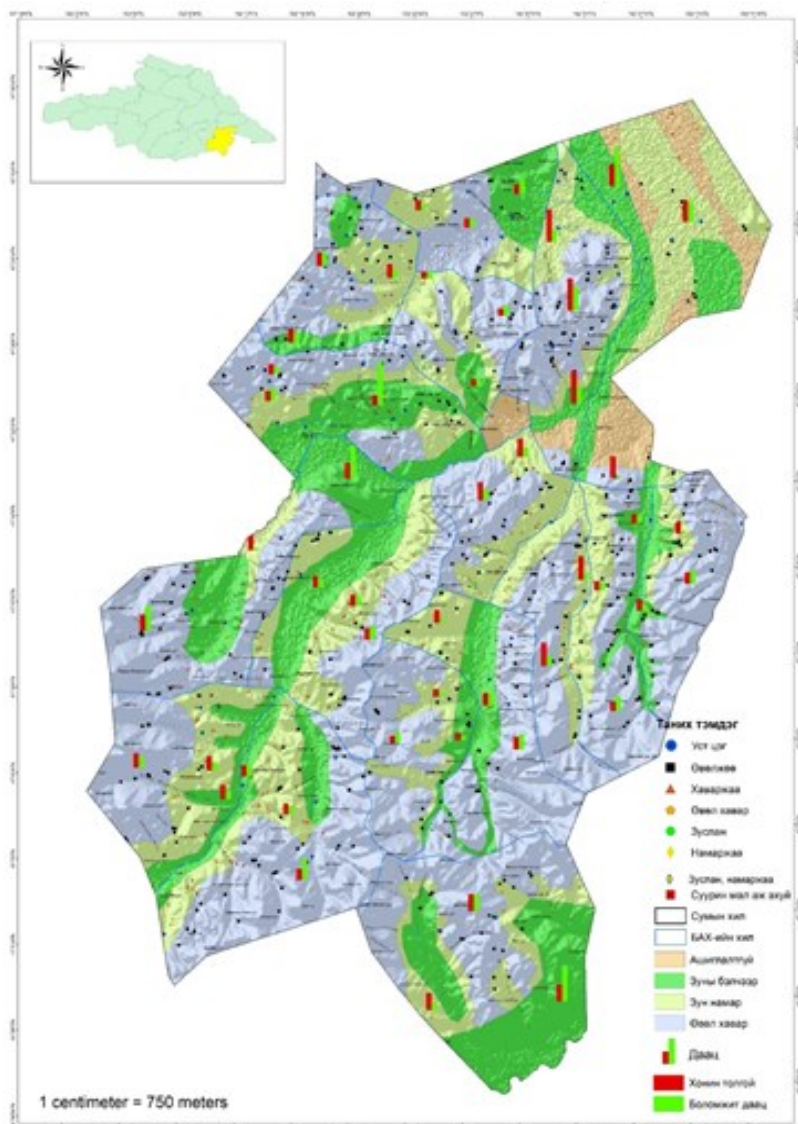
Төлөв байдлын хувьд өөрчлөлтөд орж харилцан адилгүй түвшинд доройтсон бэлчээрийн 56хувь нь одоогийн ашиглалтын горим, ачааллыг өөрчлөх замаар сэргэх боломжтой байна. Бэлчээр нь хуурайшил, халалт зэрэг байгалийн хүчин зүйлс төдийгүй хэт эрчимтэй ашиглалтын нөлөөгөөр улам бүр талхлагдан доройтож байна. (ГЗБГЗЗГ, УЦУОСМХ, ШХА, 2015)

График 1. Архангай аймгийн Хотонт сумын малын тооны өсөлт



Эх сурвалж: Аймгийн статистикийн эмхтгэл, 2017

Бэлчээрийн талхлагдал, доройтол нь мал аж ахуйн салбарын чадавхыг бууруулах шууд хүчин зүйл болж, ган зуд, бусад эрсдэлд улам эмзэгших ноцтой сөрөг үр дагаврыг дагуулж байна. (ГХБГЗЗГ, 2011, х. 9-21, Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдал, чанар). Хотонт сумын хэмжээнд малын тооны өсөлтийн динамикийг харахад 2010 оноос хойш малын тоо тогтмол өссөн байна (График 1).



Зураг 5. Архангай аймгийн Хотонт сумын даар малын тоог бэлчээрийн даацад харьцуулах нь

Эх сурвалж: Архангай Бэлчээр ашиглагчдын холбооны тайлан, 2017

Бэлчээрийн даац тооцох. (Ногоон Алт-Малын эрүүл төслийн танилцуулга, 2016) Бэлчээрийн зорилтот даац, ачааллыг тооцоход

- бэлчээрийн талбай, га=Т
- бэлчээрийн ургац, (кг/га) = У
- ургацыг ашиглах хэмжээ = 0.25 (50%)
- бэлчээр ашиглах хугацаа, хоног=X

- нэг малын идэх өвсний хэмжээ (кг/хт/жил) = 511 кг (малын амьтдын жингийн 3% ба $1.4 \cdot 365$)
- бэлчээрт байгаа малын тоо, $ХТ = M$
- төрөл бүрийн малыг хонинд шилжүүлэх коэффициент зэрэг үндсэн үзүүлэлтүүдийг ашиглана.

Д₁ Нэг жилд бэлчээрийн 1 га талбайн ачааллыг бодох:

1 жилд 1 га бэлчээрт байх хонин толгой (Д₁): $(Y/511) \cdot 0.25 = D_1$ хт/га/жил

(Ургац/511) $\cdot 0.30 = 1$ жилд 1 га бэлчээрт байх хонин толгой

Д₂-Одоо байгаа нь: - малын тоо/ Бэлчээрийн нийт талбайг=1 га талбайд хичнээн хт байгаа нь гарна. - Хэд дахин хэтэрсэн: Д₁-Д₂

Д₃ Нэг жилд 1 хонин толгой малд ногдох бэлчээрийн хэмжээг:

1 жил 1 хонин толгойд ногдох бэлчээр (Д₃);

$1 / ((Y/511) \cdot 0.25) = D_3$ га/хт/жил

$1/D_1$ (Бэлчээрийн төлөв байдлаас хамааран хувь нь өөрчлөгдөж болно.)

Д₄. Тухайн сум, баг, БАХ, улирлын бэлчээрийн даац $T / (X \cdot D_3 / 365) = D_4$ хт/жил
Зөрүү бодох Д₄-малын тоо=+ гарвал сайн байна - Гарвал даац хэтэрсэн

Бэлчээрийн даац, ачааллын үнэлгээ хийх. Тухайн сум, баг, БАХ, улирлын бэлчээрийн даац (Д₃)-аас одоо байгаа мал (ХТ)-г хасаж одоо байгаа малын хувьд бэлчээр хүрэлцэх эсэхийг үнэлнэ.

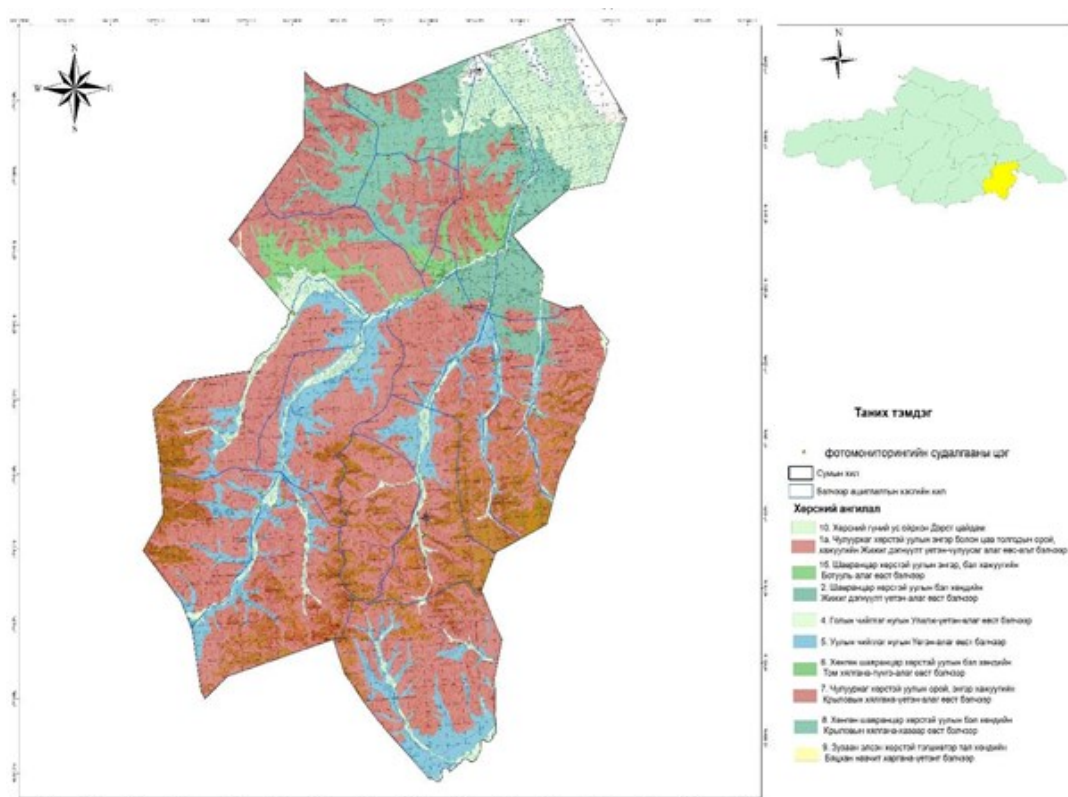
- Д₃-ХТ ≈ 0 бэлчээрийн даац байгаа малдаа хүрэлцээтэй
- Д₃-ХТ > 0 бэлчээрийн даац байгаа малдаа хангалттай хүрэлцээд, илүүдэл нөөцтэй.
- Д₃-ХТ < 0 бэлчээрийн даац байгаа малынхаа тоо, толгойд хүрэлцэхгүй.

Жишээ болгож, Хотонт сумын Хөөвөр багийн Гичгэний адаг бэлчээр ашиглагчдын хэсгийн даацыг бодож үзүүлбэл:

Хүснэгт 1. Хотонт сум. Хөөвөр багийн Гичгэний адаг БАХ-ын бэлчээрийн даац, 2016 он

нойтон жин гр/м2	цэвэр жин гр/м2	Хуурай жин гр/м2	хуурай кг/м2	Хуурай кг/га	малын тоо, хт	бэлчээрийн нийт талбай	боломжит хт/га, D1	одоо байгаа ачаалал хт/га	зөрүү	боломжит бэлчээр га/хт, D3	боломжит даац улирлаар, D4	хэтрэлт
104.5	104.5	63.74	0.064	637.45	11832	8191	0.37	1.44	- 1.07	2.67	3729.5	- 8102.5
101	101	61.61	0.061	616.1	11832	8191	0.36	1.44	- 1.08	2.76	3604.6	- 8227.4
103.7	103.7	63.25	0.063	632.57	11832	8191	0.37	1.44	- 1.07	2.69	3700.9	- 8131.0

Эх сурвалж: Зохиогч



Зураг 6. Хотонт сумын бэлчээрийн чадавхын зураглал

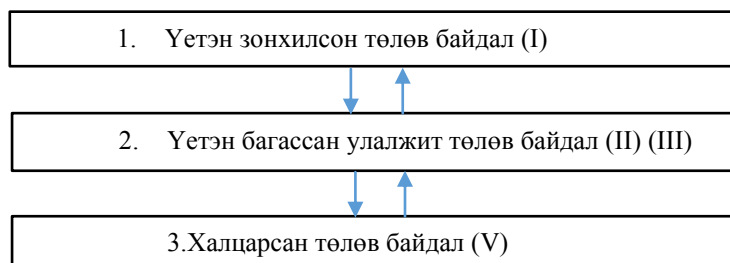
Эх сурвалж: Архангай аймгийн Бэлчээр ашиглагчдын холбооны тайлан, 2017

Манай улсын хэмжээгээр бэлчээрийн зориулалттай газрын нөөц байнга багасахын зэрэгцээ байгаль цаг уурын өөрчлөлт, малын тоо толгой олшрох, бэлчээрийг зохистой ашиглаж чадахгүй байгаа зэрэг шалтгаанаар бэлчээрийн асуудал жил ирэх тутам хүндрэлтэй болж байна (ГХБГЗЗГ, 2011). Энэ асуудлыг зохистой шийдвэрлэх тогтолцоо нь аймаг, сум, багийн түвшинд бэлчээрийн менежментийг төлөвлөн хэрэгжүүлэх явдал юм. Бэлчээр ашиглалтын зураглалын дагуу бэлчээрийн ашиглалт, хамгаалалтыг малчдын бүлэг, баг, сумын хэмжээнд төлөвлөж сумын газар зохион байгуулалтын тухайн жилийн төлөвлөгөөнд тусгуулж хэрэгжүүлэх нь нэн тэргүүний асуудал юм. Хотонт сумын бэлчээрийн газар нь газрын гадаргын тогтоц, хөрс, уур амьсгалын нөхцлөөрөө 1) чулуурхаг хөрстэй уулын энгэрийн болон цав толгодын орой, хажуугийн жижиг дэгнүүлт үетэн-чулуусаг алаг өвст бэлчээр 2) чийглэг нугын үетэн-алаг өвст бэлчээр 3) шавранцар хөрстэй уулын бэл хөндийн жижиг дэгнүүлт үетэн-алаг өвст бэлчээр 4) хөнгөн шавранцар хөрстэй уулын бэл хөндийн үетэн-алаг өвст бэлчээр (Схем 2) (ГХГЗЗГ, 2015).

Үүнд:

1. Хээрийн чулуурхаг хөрстэй уулын энгэрийн болон цав толгодын орой, хажуугийн жижиг дэгнүүлт үетэн-чулуусаг алаг өвст бэлчээр

Энэхүү бэлчээр нь нийт мониторингийн цэгийн 14,7%-д тохиолдоно. Энэ төрлийн бэлчээрийн төлөв байдлын хувьд харьцангуй сайн буюу тухайн бэлчээрийн үндсэн зүйл ургамлууд нь байгаа (үетэн зонхилсон төлөв байдал), бага зэрэг өөрчлөгдсөн, ашиглалтын одоогийн горим, ачааллыг өөрчлөх замаар 1-2 жилийн дотор сэргээх боломжтой (I).



Схем 2. Жижиг дэгнүүлт үетэн –алаг өвс-улалжит бэлчээрийн төлөв байдлын загвар

Эх сурвалж: Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлтийн загварууд 2017

2. Уулын чийглэг нугын үетэн-алаг өвст бэлчээр

Энэхүү бэлчээр нь нийт мониторингийн цэгийн 17,6 %-д тохиолдоно. Энэ төрлийн бэлчээрийн төлөв байдал нь харьцангуй сайн буюу тухайн бэлчээрийн үндсэн зүйл ургамлууд нь байгаа (Улалж зонхилсон төлөв байдал), бага зэрэг өөрчлөгдсөн, буцаад соргог төлөв байдалдаа шилжихэд 1-3 хүртэл жил шаардлагатай (I).

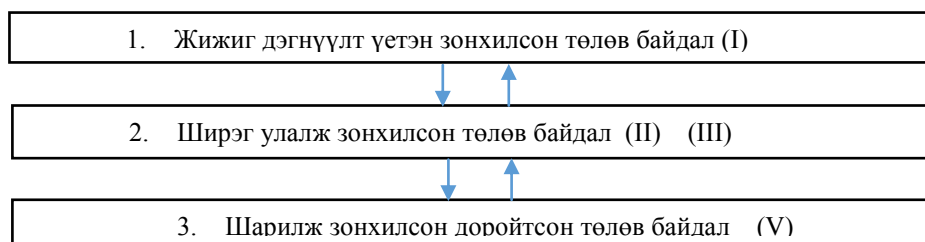


Схем 3. Үетэн –алаг өвст бэлчээрийн төлөв байдлын загвар

Эх сурвалж: Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлтийн загварууд, 2017

3. Ойт хээрийн шавранцар хөрстэй уулын бэл хөндийн жижиг дэгнүүлт үетэн-алаг өвст бэлчээр

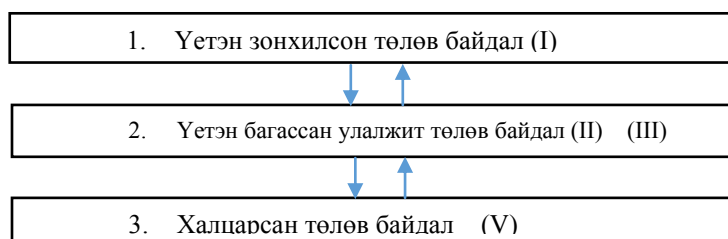
Энэхүү бэлчээр нь нийт мониторингийн цэгийн 50 %-д тохиолдоно. Энэ төрлийн бэлчээрийн төлөв байдал нь дунд зэрэг өөрчлөгдсөн (Улалж зонхилсон төлөв байдал), буцаад соргог төлөв байдалдаа шилжихэд 5 хүртэл жил шаардлагатай (II)



Схем 4. Жижиг дэгнүүлт үетэн –алаг өвст бэлчээрийн төлөв байдлын загвар
Эх сурвалж: Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлтийн загварууд, 2017

4. Чулуурхаг хөрстэй уулын болон цав толгодын орой, хажуугийн жижиг дэгнүүлт үетэн-алаг өвс-агьт бэлчээр

Энэхүү бэлчээр нь нийт мониторингийн цэгийн 3% орчим эзэлнэ. Энэ төрлийн бэлчээрийн төлөв байдал нь унаган төрхөөсөө нэлээд өөрчлөгдсөн нарийн өвсний сэргэлтийг дэмжихийн тулд энгийн хуваарьтай ашиглалтыг нэвтрүүлэх шаардлагатай ба бэлчээрийн ачааллыг 10-25 хувь бууруулж ашиглана.



Схем 5. Чулуурхаг хөрстэй уулын болон цав толгодын орой, хажуугийн жижиг дэгнүүлт үетэн-алаг өвс-агьт бэлчээр

Эх сурвалж: Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлтийн загварууд, 2017

Сумын бэлчээрийн өнөөгийн төлөв байдал, өөрчлөлтийг тодорхой шалгуур үзүүлэлтэд үндэслэсэн сэргэх чадавхаар нь үнэлж үзэхэд 93 % нь ургамлан бүлгэмдлийн чанар, бүтцийн хувьд өөрчлөгдсөн, ашиглалтын одоогийн горим, арга хэлбэр (ачааллыг бууруулах, улирлаар сэлгэх, түр амраах)-ийг шаардлагатай хэмжээнд өөрчилснөөр 5 хүртэл жилд сэргээх боломжтой байна. Ургамлан бүлгэмдлийн бүтэц бүрэлдэхүүн нь нэлээд өөрчлөгдсөн, мөн түүнчлэн өнгөн хөрсний ус чийг шингээх, барьж хадгалах чанар буурсан, бэлчээрийг урт хугацаагаар ашиглалтаас чөлөөлөх, малын ачааллыг нэлээд бууруулах замаар сэргээхэд 5-10 жил шаардлагатай түвшинд хүрсэн бэлчээр 7 %-ийг эзэлж байна.

Дүгнэлт

Хотонт сумын нийт газар нутгийн 78,1 хувь нь бэлчээр бөгөөд 316011 мал бэлчиж байна. Бэлчээр ашиглагчдын 34 хэсэгтэй. Орон нутгийг бэлчээрийн газрын хэв шинжийг төлөөлж чадахуйц бэлчээрийн фото мониторингийн 34 судалгааны цэгтэй. Фото мониторингийн нийт цэгийн 11,8 % нь бэлчээрийн ургамлын зүйлийн бүтэц бүрэлдэхүүн нь байж болох хамгийн дээд түвшиндээ байгаа, 88,2 % нь тодорхой хэмжээгээр өөрчлөгдөж харилцан адилгүй түвшинд доройтсон байна. 2010 оноос хойш нийт малын тоо 3 дахин өссөн байна. Одоогийн байгаа малын тоог сумын бэлчээрийн боломжит даацтай харьцуулж үзэхэд хэтрэлттэй, дунджаар 2-8 дахин өндөр байгаа нь малын тооны зохистой харьцааг барих тал дээр цаг алдалгүй анхаарч ажиллах шаардлагатай болохыг харуулж байна. Хотонт сумын хэмжээнд 2017 оны мэдээгээр бэлчээрийн фото мониторингийн судалгааны нийт 34 цэгийн 7% нь соргог, 50,9 % бага зэрэг өөрчлөгдсөн, 23,5 % дунд зэрэг өөрчлөгдсөн, 18,6 % ихээр өөрчлөгдсөн байна. Сэргэх чадавхын IV, V ангилалд мониторингийн цэгүүдээр төлөөлүүлсэн бэлчээрийн 18,6 % доройтолд орсон буюу багтаж байна. Олон наст ургамлыг аажмаар сэргээж хөрсийг нь тогтворжуулж бэхжүүлэх, улмаар олон наст үет ургамлын арви нэмэгдэх боломжийг хангах чиглэлд ашиглалтыг тохируулах шаардлагатай. Нэлээд хэдэн жил ашиглалтаас чөлөөлөх, олон наст үет ургамал сэргэх үеэс нь бага ачааллаар хөнгөн ашиглах байдлаар ашиглалтыг зохицуулж болно. Сэргэх чадавхын I ангилалд мониторингийн цэгүүдээр төлөөлүүлсэн бэлчээрийн 7 % багтаж байна. Бэлчээрийн одоогийн төлөв байдлыг доройтуулалгүй хадгалах түвшний ашиглалт. Ийм бэлчээрт юуны өмнө ачааллыг зөв, нэн ялангуяа бэлчээрийн сэргэх чадавх, даацад нь тохируулах шаардлагатай. Ингэснээр ургамалжилтын үндсэн бүрэлдэхүүн, чанарыг хадгалах, цаашилбал сайруулах, түүнийг дагалдан улирлаар ашиглах боломжийг нэмэгдүүлнэ. Сэргэх чадавхын II, III ангилалд мониторингийн цэгүүдээр төлөөлүүлсэн бэлчээрийн 84,4 % багтаж байна. Олон наст үет ургамлын сэргэлтийг дэмжих, талхлагдлыг илэрхийлэгч зүйл ургамлын эзлэх хувийг бууруулах ашиглалт. Хавар орой, зуны улиралд бэлчээрийн тодорхой хэсгийн ачааллыг бууруулах, ашиглалтаас түр чөлөөлөх арга хэмжээ авч, улирлаар сэлгэж ашиглах зохицуулалтыг чанд мөрдүүлснээр олон наст үет ургамлын арвийг нэмэгдүүлж болдог. Ширэг улалж, агь мэт зонхилгоч зүйл ургамлын ургалтын эхний үе шатанд, түүнчлэн намар-өвлийн цагаар нэлээд эрчимтэй ашигласны дараа малын хөлөөс чөлөөлж нэг жил өнжөөх журмаар ашиглалтыг зохицуулж олон наст үет ургамал түрж ургахад таатай нөхцөл бүрдэх боломжтой. Бэлчээрийн газрын төлөв байдлын хувьд өөрчлөлтөд орж харилцан адилгүй түвшинд доройтсон бэлчээрийн 58 % нь одоогийн ашиглалтын горим, ачааллыг өөрчлөх замаар сэргэх боломжтой байна. Бэлчээрийн газрын сэргэх чадавхын мэдээлэлд суурилан малчдын оролцоотойгоор сумын бэлчээр зохион байгуулалтыг төлөвлөх хэрэгжүүлэх, бэлчээр зохион байгуулалтын үр нөлөөг хянаж үнэлэх, дахин төлөвлөх нь зүйтэй.

Ном зүй

ГЗБГЗЗГ, УЦУОСМХ, ШХА Ногоон-Алт-малын эрүүл мэнд төсөл, 2015, Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдлын үндэсний тайлан, (Улаанбаатар)

ГЗБГЗЗГ, УЦУОСМХ, ШХА Ногоон-Алт-малын эрүүл мэнд төсөл, 2017 Бэлчээрийн газрын өөрчлөлтийг фото мониторингийн аргаар үнэлэх. (Улаанбаатар)

Архангай аймгийн ГХБХБГ, 2015-2017, х. 8-16, Бэлчээрийн газрын өөрчлөлтийг фото мониторингийн аргаар үнэлэх нь судалгааны ажлын тайлан, (Цэцэрлэг хот)

Архангай аймгийн статистикийн газар, 2017, х. 67-70, Архангай аймгийн статистикийн эмхтгэл, (Цэцэрлэг хот)

Архангай аймгийн ГХБХБГ, 2015-2017, х. 45-62, Газрын нэгдмэл сангийн тайлан, (Цэцэрлэг хот)

ГЗБГЗЗГ, УЦУОСМХ, ШХА Ногоон-Алт-малын эрүүл мэнд төсөл, 2015, Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдлын үндэсний тайлан, (Улаанбаатар)

Архангай аймгийн Бэлчээр ашиглагчдын холбоо, 2017, х. 4, Ажлын тайлан, (Цэцэрлэг хот)

ШХА, Ногоон Алт-Малын эрүүл төслийн танилцуулга, 2016 Бэлчээрийн даац бодох аргачлал)

ГХБГЗЗГ, 2011, х. 9-21, Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдал, чанар, (Улаанбаатар: Адмон принт хэвлэл)

ГХГЗЗГ, 2015, х. 30-36, Архангай аймгийн бэлчээрийн өнөөгийн төлөв байдал, бэлчээрийн сэргэх чадавхад суурилсан ашиглалтыг нэвтрүүлэх ажлын дүнгээс (Улаанбаатар)

ГЗБГЗЗГ, УЦУОСМХ, ШХА Ногоон-Алт-малын эрүүл мэнд төсөл, 2017 Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлтийн загварууд. (Улаанбаатар)

Онлайн: Samplepoint програмын инстал. Цахим хаяг: (<http://www.samplepoint.org/>) (2018.01.11-нд хандсан)

Геоботаник ХХК, Тариаланан болон атаршсан газрын төлөв байдал чанарын улсын хянан баталгааны ажлын тайлан, 2011, (Улаанбаатар)