

# Impact of fire on the vegetation cover of the steppe

## *(A case study in Choibalsan Soum of Dornod Province)*

Munkhzul Munkhbat<sup>1,2,3\*</sup>, Nyamkhuu Myanganbuu<sup>1</sup>, Byambakhuu Gantumur<sup>2,3</sup> Bayarmaa Vandangombo<sup>1</sup>, Urtnasan Mandakh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of GIS and Remote Sensing, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

<sup>2</sup>Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

<sup>3</sup>Research Laboratory of Geo-Informatics (GEO-iLAB), Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

\*Corresponding author email: [munkhzul\\_m@mas.ac.mn](mailto:munkhzul_m@mas.ac.mn)

<https://orcid.org/0009-0009-1796-0386>

Received: 27 September 2023 / Accepted: 22 November 2023 / Published online: 28 December 2023

### ABSTRACT

Fire in the steppe is one of the most common natural disasters in the eastern region of Mongolia. In 2019, 60.8% of the total fires in the eastern region occurred in the Dornod province and one of them was the fire that occurred in the Khukh Nuur Bag of the Choibalsan soum in Dornod province in April 2019 due to sparks falling from the railway engine. This study aimed to estimate the spatial distribution and levels of the fire and the changes in the grassland vegetation caused by the fire using Sentinel-2 data. We assessed the spatial distribution of the fire using the Normalized Burn Ratio (NBR) index, levels of the fire using differenced Normalized Burn Ratio (dNBR), and the changes in vegetation cover and regeneration in the area affected by the fire using photo monitoring techniques. According to the result, the fire covered 21.85% of the total territory of Choibalsan soum. When classifying the areas affected by the levels of the fire, 61.36% (137905.23 ha) was classified as low and 38.64% (86836.87 ha) was classified as moderate-high levels. In areas affected by the fire, the proportions of *Artemisia adamsii* and *Artemisia frigida*, which are indicator species of pasture degradation, increased 7.2 times. In contrast, *Carex duriuscula* and *Stipa krylovii* reduced by approximately 86%.

**Keywords:** *Sentinel-2, Fire of the Steppe, Level of fire, Grassland vegetation*

# Хээрийн түймрийн ургамлан бүрхэвчид ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛӨЛ (Дорнод аймгийн Чойбалсан сумын жишээн дээр)

Мөнхзул Мөнхбат<sup>1,2,3,\*</sup>, Нямхүү Мянганбуу<sup>1</sup>, Бямбахүү  
Гантөмөр<sup>2,3</sup>, Баярмаа Вандангомбо<sup>1</sup>, Уртнасан Мандах<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Газарзүйн Мэдээллийн Систем Зайнаас Тандан Судлалын салбар, Газарзүй, геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

<sup>2</sup>Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Улаанбаатар, Монгол

<sup>3</sup>Газарзүйн мэдээллийн систем, зайнаас тандан судлалын судалгааны лаборатори, Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Улаанбаатар, Монгол

\*Холбоо барих зохиогчийн цахим хаяг: [munkhzul\\_m@mas.ac.mn](mailto:munkhzul_m@mas.ac.mn)

<https://orcid.org/0009-0009-1796-0386>

Хүлээн авсан: 2023 оны 09 сарын 27 өдөр / Зөвшөөрөгдсөн: 2023 оны 11 сарын 22 өдөр /

Нийтлэгдсэн: 2023 оны 12 сарын 28 өдөр

## ХУРААНГУЙ

Хээрийн түймэр нь Монголын зүүн бүсийн аймгуудад түгээмэл тохиолддог байгалийн аюултай үзэгдлүүдийн нэг юм. 2019 онд зүүн бүсэд гарсан нийт түймрийн 60.8% нь Дорнод аймгийн нутагт гарсны нэг нь 2019 оны 4 сарын 29 өдөр Дорнод аймгийн Чойбалсан сумын Хөх нуур багт төмөр замаас үүдэн гарсан хээрийн түймэр юм. Бид энэхүү судалгаагаар Сентинел-2 хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан тус хээрийн түймрийн оронзайн тархалтыг тооцоолж, шаталтын зэрэглэлээр үнэлэн, түймрээс үүдэн бэлчээрийн ургамалжилтад бий болсон өөрчлөлтийг тооцоолохыг зорьсон. Бид тус хээрийн түймрийн тархалтыг шаталтын нормчилсон харьцаа (NBR)-ны индекс ашиглан тооцоолж, шаталтын зэрэглэлийг шаталтын нормчилсон харьцааны өөрчлөлт (dNBR) индексээр үнэлж, түймэрт өртсөн талбай дахь тусгаг бүрхэцийн ургамалжилтын өөрчлөлт, нөхөн сэргэх үйл явцыг фото мониторингийн аргаар тодорхойллоо. Судалгааны дүнд тухайн түймэрт Чойбалсан сумын нийт нутаг дэвсгэрийн 21.85% нь өртсөн байна. Түймэрт өртсөн талбайг шаталтын зэрэглэлээр ангилахад 61.36% (137905.23 га) нь шаталтын зэрэглэл бага, 38.64% (86836.87 га) нь дундаас дээгүүр зэрэглэлтэй ангилалд хамаарч байна. Хээрийн түймэрт өртсөн талбайд бэлчээрийн доройтлын индикатор болох адамсын шарилж, аги зэргийн тусгаг бүрхэцэд эзлэх хувь 7.2 дахин нэмэгдсэн. Харин алаг өвс, хялгана, улалж зэрэг малд эдэмжит ургамлын эзлэх хувь ойролцоогоор 86%-иар багассан байна.

**Түлхүүр үгс:** Сентинел-2, Хээрийн түймэр, Шаталтын зэрэглэл, Бэлчээрийн ургамалжилт

## 1. ОРШИЛ

Хээрийн түймэр нь экологи болон экосистемийн үйл ажиллагаанд ихээхэн хохирол учруулдаг байгалийн гамшигт үзэгдлүүдийн нэг билээ [1]. Түймэрт өртсөн талбай нэг жилийн дотор нөхөн сэргэх боловч биомассын хэмжээ буурч, ургамлын шинж чанарт өөрчлөлт ордог байна [2]. Хээрийн түймэр жил бүрийн хуурайшилтын үе буюу хавар, намрын улиралд их гардаг ба түймрийн тархалт нь ургамлын бүрхэвч, салхины хурд зэрэг үзүүлэлтээс хамаардаг бол түймэр гарах гол хүчин зүйлүүдэд газарзүйн байршил, гадаргын нөхцөл, уур амьсгал, ургамалжилт болон нийгмийн үзүүлэлтүүд хамаарна [3], [4], [5]. Манай оронд ой, хээрийн түймрийн тархалт, түймэрт өртсөн талбайн статистик мэдээлэл дутмагаас тухайн газарт учирсан биологийн болон эдийн засгийн хохирлын хэмжээг нарийн тооцоолох боломжгүй байна [6]. Түймэрт өртсөн талбайг хээрийн судалгаагаар илрүүлэх нь цаг хугацаа болон хөрөнгө мөнгө их шаарддаг бол зайнаас тандан судлалын аргаар түймэрт өртсөн талбайг илрүүлэх нь хээрийн судалгааны ажлыг хөнгөвчлөх давуу талтай бөгөөд газрын гадаргуугийн өөрчлөлтийг цаг хугацаа, оронзайн нарийвчлалтайгаар хянах боломжийг олгодог [7]. Олон судлаачид МОДИС, Ландсат болон Сентинел хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан Normalized Burn Ratio (NBR) болон Delta Normalized Burn Ratio (dNBR) индексүүдийг ашиглан түймэрт өртсөн талбайг амжилттай тодорхойлсон байдаг [8] [9].

Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн 9.1%-ийг ой, 62.8%-ийг хээрийн бүс эзэлдэг тул түймрийн эрсдэл өндөртэй бүсэд хамаардаг [10]. Монгол улсад сүүлийн 5 жилийн хугацаанд нийт 700 гаруй ой, хээрийн түймэр гарч 44.2 сая га талбай өртсөн байна [11]. 2019 онд Монгол улсад нийт 121 ой, хээрийн түймэр

бүргэгдсэний 38% нь зүүн бүсэд гарсан байна. Харин зүүн бүсэд гарсан нийт түймрийн 60.8% нь Дорнод аймгийн нутагт гарчээ [12]. Дорнод аймагт хавар, намрын хуурайшилтын үед ой, хээрийн түймэр их гардаг ба үүнд ургамлан нөмрөг, хөрсний чийгийн хэмжээ ихээхэн нөлөөлдөг ба нийт гарч буй түймрийн 90 орчим % нь хүний болгоомжгүй үйл ажиллагааны улмаас бий болдог байна [13]. Байгаль орчин аялал жуулчлалын яамнаас гаргасан түймрийн эрсдэлийн үнэлгээгээр бидний судалгааны талбай болох Дорнод аймгийн Чойбалсан сум нь нэн аюултай буюу түймрийн эрсдэл хамгийн өндөр сумдын тоонд хамаарч байна [14]. Монгол орны зүүн бүсэд хиймэл дагуулын мэдээгээр түймэрт өртсөн талбайг тооцоолсон, түймрийн дараа хөрс болон ургамлын нөхөн сэргэлтийн судалгаанууд нэлээдгүй хийгдсэн байдаг ч түймэрт өртсөн талбайн бэлчээрийн ургамалжилтын өөрчлөлтийг төрөл, зүйлийн түвшинд судалсан судалгаа хараахан хийгдээгүй байна [6], [13], [15], [16].

Бид энэхүү судалгаагаар Монгол-Орос-Хятадын эдийн засгийн коридорын дагуух Чойбалсан-Эрэнцав чиглэлийн галт тэрэгний хөдөлгүүрээс унасан очны улмаас үүссэн хээрийн түймрийг Сентинел-2 хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан оронзайн тархалтыг тооцоолж, шаталтын зэрэглэлийг үнэлж, түймрээс үүдэн бэлчээрийн ургамалжилтад гарсан өөрчлөлтийг тооцоолохыг зорьсон.

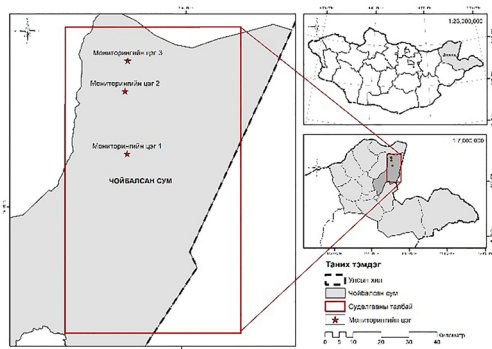
## 2. СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ

### 2.1. Судалгааны талбай

Энэхүү судалгааны ажлыг Дорнод аймгийн Чойбалсан сумын Хөх нуур баг (Уртрагийн 116°16', Хойд өргөргийн 49°34')-ийн нутагт гарсан хээрийн түймэрт өртсөн 700000 орчим га талбайн хэмжээнд хийлээ. Тухайн түймэр нь 2019 оны 4 сарын 29 өдөр гарсан ба тус талбай нь Монгол орны физик газарзүйн мужлалаар

Дорнод Монголын хээрийн мужийн Дундад халхын тэгш өндөрлөгт хамаарна [17]. Эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай бөгөөд 1 дүгээр сарын дундаж температур  $-22^{\circ}\text{C}$ , 7 дугаар сарын дундаж  $+21^{\circ}\text{C}$ , жилд дунджаар 200-280 мм тунадас унадаг бөгөөд карбонатлаг, мараалаг нимгэн, хар хүрэн хөрс зонхилдог [18]. Ургамлан бүрхэвчийн хувьд хээрийн районд түгээмэл тархсан Хягана-Алаг өвс, Хялгана биелэг өвст хиаг, Алаг өвс-том хялганат бүлгэмдлүүд зонхилно [19]. Энэхүү бүлгэмдэл нь илүү өтгөн, сахлаг, биомасс өндөртэй ургадаг учир хадлан бэлчээрийн нөөц болдог [20].

Засаг захиргааны нэгжийн хувьд зүүн талаараа Бүгд найрамдах Хятад ард улстай, өмнөд хэсгээрээ Дорнод аймгийн Баянтүмэн, Сэргэлэн сумуудтай, баруун болон хойд талаараа Гурванзагал, Чулуунхороот сумуудтай хил залгана.



Зураг 1. Судалгааны талбай

## 2.2. Ашигласан мэдээ

Газрын гадаргын ерөнхий шинж байдлаас хамаарч дэлхийгээс агаар мандалд цацруулах долгионууд ялгаатай шинж чанартай байдаг ба спектрийн ялгаатай илэрхийлэл газрын бүрхцийн олон янз төрлийг илрүүлэх, түүн дээр явагдаж буй үйл явцыг судлах боломжийг бидэнд олгодог [7]. Энэхүү судалгаанд Европын Сансар Судлалын Агентлагийн Sentinel-2 хиймэл дагуулын мэдээг

ашигласан бөгөөд цахилгаан соронзон долгионы 0.35-1.3 мкм урттай үзэгдэх гэрэл, ойрын болон богино долгионы нил улаан туяаны мужуудад зурагладаг хиймэл дагуул юм. Сентинел-2 хиймэл дагуул нь 10, 20, 60 м-ийн оронзайн нарийвчлал бүхий 13 сувагтай [21].

Дүн шинжилгээнд 15%-иас доош үүлний бүрхэцтэй 2019 оны 4-р сарын 11-ны болон 2019 оны 5-р сарын 6-ны оптик зургуудыг ашигласан бөгөөд Сентинел-2 хиймэл дагуулын 8-р суваг буюу ойрын нил улаан туяаны муж (NIR), 11-р суваг буюу богино долгионы нил улаан туяаны муж (SWIR)-уудыг ашиглан түймрийн талбайг тооцоолсон. Судалгаанд ашигласан хиймэл дагуулын өгөгдлүүдийг Хүснэгт 1-ээс харна уу

Хүснэгт 1. Судалгаанд ашигласан Сентинел-2 хиймэл дагуулын өгөгдөл [22]

Хиймэл дагуул	Хугацаа	Зургийн нэр
Сентинел-2	2019.04.11	S2A_T50ULU
	2019.04.11	S2A_T50ULV
	2019.04.11	S2A_T50UMU
	2019.04.11	S2A_T50UMV
	2019.05.06	S2B_T50ULU
	2019.05.06	S2B_T50ULV
	2019.05.06	S2B_T50UMU
	2019.05.06	S2B_T50UMV

Түймэрт өртсөн талбай нь Сентинел-2 хиймэл дагуулын 4 сценийг хамарч байсан бөгөөд түймэр гарахын өмнөх болон түймрийн дараах 8 зурагт боловсруулалт хийсэн.

## 2.3 Судалгааны арга зүй

Хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан хээрийн түймрийн тархалтыг тооцоолж, шаталтын зэрэглэлээр үнэлэн, түймэрт өртсөн талбайн ургамалжилтад гарсан өөрчлөлтийг Зураг 2-г үзүүлсэн схемийн дагуу хийж гүйцэтгэсэн.

Бэлчээрийн газрын төлөв байдал, чанарын өөрчлөлтийг хянах зорилгоор фото мониторинг хийсэн бөгөөд судалгааны талбайн 3 байршилд түймрийн өмнөх жил, түймэр гарсан жил болон нөхөн сэргэх үйл явцыг илрүүлэх зорилгоор түймэр гарсны дараа жилийн

мэдээллүүдийг тусгаг бүрхэц бүрээр статистик боловсруулалт хийсэн. Фото мониторингийн аргаар ургамлын тусгаг бүрхцийн мэдээг авахдаа цэг тус бүр дээр тухайн талбайн ургамалжилтыг бүрэн төлөөлж чадахуйц талбайг сонгож 1м<sup>2</sup> газрын мэдээллийг авсан.



Зураг 2. Судалгааны аргазүйн схем

**2.3.1. Хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан түймэрт өртсөн талбайг тооцоолох аргазүй:**

Кэйе болон Бэнсон нарын 2006 онд боловсруулсан шаталтын нормчилсон харьцаа (NBR)-ны алгоритмыг ашиглан Сентинел-2 хиймэл дагуулын мэдээний нил улаан туяа (NIR) болон богино долгионы нил улаан туяаны муж (SWIR)-уудыг ашиглан спектрийн долгионы ялгавраар түймэрт өртсөн талбайг тооцоолсон. Шаталтын нормчилсон харьцаа буюу NBR-ийн утга -1-ээс +1-ийн хооронд илэрхийлэгдэнэ [23].

$$NBR = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR) \quad (1)$$

NBR-Шаталтын нормчилсон харьцаа

NIR-Нил улаан туяаны муж

SWIR-Богино долгионы нил улаан туяаны муж

**2.3.2. Шаталтын нормчилсон харьцаанд үндэслэн шаталтын зэрэглэл тооцоолох аргазүй:**

dNBR индекс ашиглан түймрийн өмнөх шаталтын нормчилсон харьцаа болон түймрийн дараах шаталтын нормчилсон харьцааны мэдэгдэхүйц өөрчлөгдсөн хэсгүүдийг тодорхойлж түймэрт өртсөн талбайн шаталтын зэргийг ангилж болно [9].

$$dNBR = NBR_{prefire} - NBR_{postfire} \quad (2)$$

dNBR-Түймрийн шаталтын зэрэг

NBRprefire-Түймэр гарахын өмнөх шаталтын нормчилсон харьцаа

NBRpostfire-Түймрийн дараах шаталтын нормчилсон харьцаа

dNBR-ийн утгууд нь байна -2-оос +2 хооронд илэрхийлэгдэх бөгөөд түймэрт өртсөн талбай 0.10-аас 1.35 хүртэл, түймэрт өртөөгүй хэсгүүд -0.10-аас +0.10 хооронд илэрхийлэгдэнэ [23].



Гарсан үр дүнгийн цахилгаан соронзон долгионыг ойлгох болон шингээх шинж чанар дээр үндэслэн пикселийн утгаар ангилан шаталтын зэргийг үнэлсэн. Шаталтын зэрэглэлийг үнэлэх шалгуур үзүүлэлтийг АНУ-ын Геологийн алба (United States Geological Survey-USGS)-аас гаргасан ба хүснэгт 2-т үндэслэн шаталтын зэрэглэлээр ангилсан [16].

**Хүснэгт 2.** Шаталтын зэрэглэлийн шалгуур үзүүлэлт

Шаталтын зэрэглэл	ΔNBR утга
Түймэрт өртөөгүй талбай	-0.100 - +0.99
Бага зэрэглэлтэй	+0.100 - +0.269
Дундаас доогуур зэрэглэлтэй	+0.270 - +0.439
Дундаас дээгүүр зэрэглэлтэй	+0.440 - +0.659
Өндөр зэрэглэлтэй	+0.660 - +1.300

**3. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН**

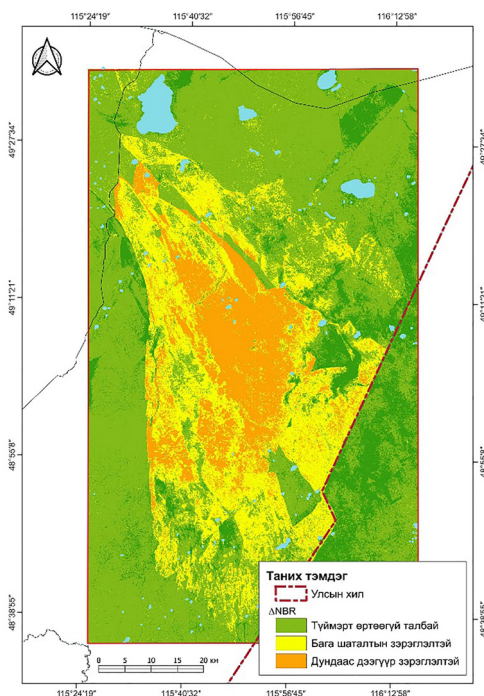
**3.1 Түймэрт өртсөн талбайг тооцоолсон үр дүн**

Бид энэхүү судалгааг хэрэгжүүлж буй төслийн хүрээнд галт тэрэгний хөдөлгүүрээс унасан очноос үүдэн гарсан түймрийг судалгааны байршил болгон авсан бөгөөд Сентинел-2 хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан NBR индексээр түймрийн тархалтыг тооцоолсон. Чойбалсан сум нь нийт 1028454.03 га газар нутагтай бөгөөд үүний 21.85% тухайн хээрийн түймэрт өртсөн байна.

Түймэр гарахын өмнөх болон дараах зургуудын спектрийн утгуудыг харьцуулан цахилгаан соронзон долгионыг ойлгох болон шингээх шинж чанар дээр үндэслэн пикселийн утгаар ангилан шаталтын зэргийг үнэлсэн бөгөөд тухайн түймэрт нийт 224742.1 га талбай өртсөний 61.4% нь шаталтын зэрэглэл бага, 38.6% нь дундаас дээгүүр зэрэглэлтэй байна (Зураг 2).

**Хүснэгт 3.** ΔNBR-н үр дүн

№	Ангилал	Талбайн хэмжээ (га)
1	Түймэрт өртсөн талбай	224742.10
2	Үүнээс: Шаталтын зэрэглэл бага Дундаас дээгүүр зэрэглэлтэй	137905.23
3		86836.87



**Зураг 3.** Түймэрт өртсөн талбайн шаталтын зэрэглэл

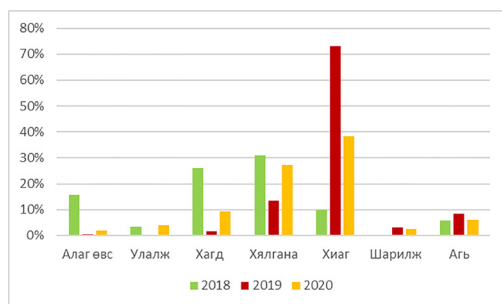
**3.2 Түймрийн дараа ургамлан бүрхэвчид гарах өөрчлөлтийг тооцоолсон үр дүн**

Түймэрт өртсөн талбайн ургамалжилтын өөрчлөлтийг хянахын тулд түймэр гарахын өмнөх жил (2018), түймэр гарсан жил (2019) болон түймрийн дараах нөхөн сэргэлтийг тодорхойлох зорилгоор 2020 онуудад хийсэн фото мониторингийн мэдээг ашиглан дүн

шинжилгээ хийв. Ургамалжилтын өөрчлөлтийг хянахдаа малд идэмжит ургамлын өөрчлөлт болон бэлчээрийн газрын доройтлын индикатор ургамлуудын тусгаг бүрхцэд эзлэх хувийг харгалзан үзсэн.

### Дундаас дээгүүр шаталтын зэрэглэлтэй талбай (Мониторингийн цэг 1)

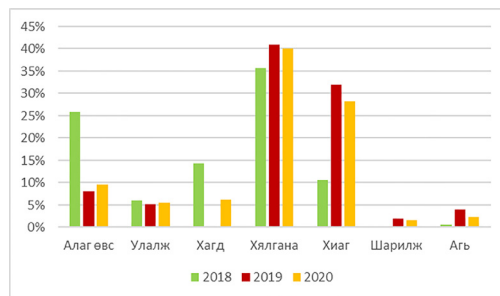
2018 он буюу түймэр гарахын өмнө жил мониторингийн 1-р цэгт крыловын хялгана тусгаг бүрхцэд 31%, алаг өвс 15.88%, хагд өвс 26%, Хиаг 9.82%-г эзэлж байсан бол түймэр гарсан жил тусгаг бүрхцэд дэх крыловын хялгана 56.64%-иар, алаг өвс 96.47%-иар, хагд өвс 93.19%-иар тус тус багассан бол тусгаг бүрхцэд дэх хиагийн эзлэх хувь 7.5 дахин, доройтлын индикатор шарилж 14 дахин, агь 1.5 дахин нэмэгдсэн байна. Үнээс харахад түймэр гарсан жил малд идэмжит ургамлуудын тусгаг бүрхцэд 86%-иар багасаж байгаа бол доройтлын индикатор ургамлуудын тусгаг бүрхцэд эзлэх хувь 7.6 дахин нэмэгджээ. Харин түймэр гарснаас 1 жилийн дараа тухайн талбай дах малд идэмжит ургамлуудын тусгаг бүрхцэд эзлэх хувь дунджаар 3.7 дахин нэмэгдсэн бол доройтлын индикатор ургамлуудын эзлэх хувь 1 дахин багассан байна (Зураг 3).



**Зураг 4.** Дундаас дээгүүр шаталтын зэрэглэлтэй талбайн ургамалжилтын тусгаг бүрхцэд эзлэх хувь

### Шаталтын зэрэглэл бага талбай (Мониторингийн цэг 2)

Түймрийн шаталтын зэрэглэлээр бага шаталттай талбайн тусгаг бүрхцийн өөрчлөлт дундаас дээгүүр шаталтын зэрэглэлтэй талбайтай харьцуулахад ургамалжилтын өөрчлөлт харьцангуй бага байна. Түймэр гарсан жилийн тусгаг бүрхцийг өмнө жилийнхтэй харьцуулахад алаг өвс 68.0%-иар, улалж 13.33%-иар, хагд өвс 98.45%-иар багассан бол тусгаг бүрхцэд дэх хиагийн эзлэх хувь 3 дахин, хялгана 1.5 дахин, доройтлын индикатор шарилж 2 дахин, агь 7.2 дахин нэмэгдсэн байна. Мониторингийн 2 дугаар цэгийг 1 дүгээр цэгтэй харьцуулахад тусгаг бүрхцийн ургамалжилтын өөрчлөлт бага байгааг харж болохоор байна.

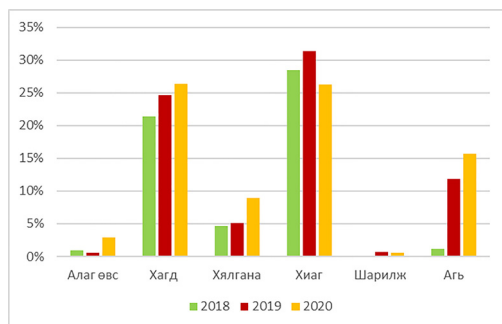


**Зураг 5.** Шаталтын зэрэглэл бага талбайн ургамалжилтын тусгаг бүрхцэд эзлэх хувь

### Түймэрт өртөөгүй талбай (Мониторингийн цэг 3)

Мониторингийн цэг 1 болон 2-ийн тусгаг бүрхцийн малд идэмжит ургамлууд түймэр гарсан жилүүдэд багасаж, доройтлын индикатор ургамлуудын эзлэх хувь нэмэгдэж, хиаг зонхилсон бүлгэмдэлтэй болж байсан бол түймэрт өртөөгүй талбайн тусгаг бүрхцэд дэх ургамалжилт дээрх 2 цэгтэй ямар нэгэн хамааралгүй байсан бөгөөд хагд өвсний эзлэх хувь жил бүр нэмэгдэх хандлагатай мөн хуурай хээрийн бүсийн зонхилогч ургамал крыловын хялганы эзлэх хувь

нэмэгдэж байгааг Зураг 4-өөс харагдаж байна. Сүүлийн жилүүдэд агь, шарилжийн тусгаг бүрхцэд эзлэх хувь нэмэгдсэн харагдаж байгаа нь бэлчээрийн даац хэтэрч, бэлчээр доройтож байгаатай холбон тайлбарлаж болохоор байна.



**Зураг 6.** Хээрийн түймэрт өртөөгүй талбайн ургамалжилтын тусгаг бүрхцэд эзлэх хувь

#### 4. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан түймрийн талбайг тооцоолсон судалгаанууд нэлээдгүй хийгдсэн байдаг [6], [15], [16]. Бид энэхүү судалгаагаар хээрийн түймрийн тархалтыг Сентинел-2 хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан тооцоолж, шаталтын зэрэглэлээр үнэлэн, түймэрт өртсөн болон өртөөгүй талбайн ургамалжилтыг фото мониторингийн аргаар тусгаг бүрхцэд гарсан өөрчлөлтийг хээрийн хэмжилтээр баталгаажууллаа.

Сентинел-2 хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан NBR индексээр түймрийн тархалтыг тооцоолоход сумын нийт нутаг дэвсгэрийн 21.85% өртсөн байна. Нийт түймэрт өртсөн талбайг шаталтын зэрэглэлээр үнэлэхэд 61.4% нь шаталтын зэрэглэл бага, 38.6% нь дундаас дээгүүр зэрэглэлтэй ангилалд хамаарсан. АНУ-ын Геологийн албанаас цахилгаан соронзон долгионыг ойлгох болон шингээх шинж чанар дээр үндэслэн шаталтын зэрэглэлээр ангилах шалгуур үзүүлэлтийг гаргасан (Хүснэгт 2) бөгөөд тухайн ангиллыг

үндэслэн хийгдсэн судалгаанууд түймэрт өртсөн талбайг шаталтын зэрэглэлийг амжилттай тодорхойлсон байдаг [16] [24].

Шаталтын зэрэглэлээс хамааран тусгаг бүрхц дэх ургамалжилтын хэмжээ өөр өөр байдлаар өөрчлөгдөж байсан бөгөөд шаталтын зэрэглэл өндөр байх тусам малд идэмжит ургамлууд багасаж доройтлын индикатор ургамлууд нэмэгдсэн үр дүн гарсан бөгөөд түймэрт өртсөн талбайн тусгаг бүрхц нэг жилийн дараагаас дахин сэргэж эхэлсэн (Зураг 3, Зураг 4) ч биомассын хэмжээ буурч, ургамлын шинж чанарт өөрчлөлт ордог байна [2]. Түймэрт өртсөн талбайн хөрс болон ургамлын хими, физик шинж чанар ихээхэн өөрчлөгддөг [25]. Биомассын хэмжээ, ургамлын шимт чанарт ямар өөрчлөлт гарч буйг цаашид судлах хэрэгцээ шаардлага гарч байгаа бөгөөд энэхүү судалгааг биомассын мэдээнд үндэслэн сайжруулах боломжтой.

#### 5. ДҮГНЭЛТ

Сүүлийн жилүүдэд оптикийн тандан судлалын аргыг байгалийн гамшгийн судалгаанд өргөн ашиглах болсон. Зайнаас тандан судлалын аргазүйг ашиглан хяналт мониторинг хийх нь цаг хугацаа болон зардал хэмнэсэн дэвшилтэт технологиудын нэг юм. Энэхүү судалгаагаар Чойбалсан суманд гарсан хээрийн түймрийг Сентинел-2 хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан тархалтыг тооцоолсон бөгөөд өмнө нь тухайн судалгааны байршилд хээрийн түймрийн судалгаа хийгдэж байгаагүй бөгөөд тэрхүү орон зайг олж судалгаа хийсэн нь энэхүү судалгааны ач холбогдол болно.

NBR индексээр түймрийн тархалтыг тооцоолоход сумын нийт нутаг дэвсгэрийн 21.85% өртсөн байна. Түймэрт өртсөн талбайг dNBR индексээр шаталтын зэрэглэлээр үнэлэхэд 61.4% нь шаталтын зэрэглэл бага, 38.6% нь дундаас дээгүүр зэрэглэлтэй ангилалд хамаарч байна.



Тухайн түймэр баруун хойноос зүүн урагш чиглэлтэй гарсан бөгөөд зүүн тийш Цагаан нуур, Зүүн урагшаа Шавартай нуурын орчим хүрээд түймэр унтарсныг хөрсний чийг их байгаатай холбон тайлбарлаж болохоор байна. Түймэрт өртсөн талбайн тусгаг бүрхэц дэх малд идэмжит ургамлууд түймэр гарсан жилд багасаж, доройтлын индикаторуудын эзлэх хувь нэмэгдэж байсан бол тухайн талбайн ургамлын нөхөн сэргэлт нэг жилийн дараа үндсэн хэв шинжиндээ орж доройтлын индикатор ургамлын эзлэх хувь багасаж байна. Дээрх дүгнэлтүүдээс харахад түймрийн шаталтын зэрэглэлээс хамааран ургамлан бүрхэвчид гарах өөрчлөлт өөр өөр байгаа бөгөөд энэхүү судалгааны ажлыг цааш үргэлжлүүлэн биомассын хэлбэлзэл, шимт чанарын судалгааг хийх болно.

## ТАЛАРХАЛ

Судалгааг “Монгол-Орос-Хятад гурван улсын эдийн засгийн коридорын дагуух сүүлийн 20 жилийн хугацаан дах орон зай цаг хугацааны бэлчээрийн өөрчлөлтийг олон хэмжээст хиймэл дагуулын мэдээнд суурилсан хяналт, мониторинг хийх, платформ байгуулах” сэдэвт олон улсын хамтарсан төслийн хүрээнд хийж гүйцэтгэсэн болно. Тус судалгааг хийж гүйцэтгэхэд үнэтэй санал, зөвлөгөө өгч хамтран ажилласан Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэнгийн Газарзүйн мэдээллийн систем, Зайнаас тандан судлалын салбарын судлаачдад талархал илэрхийлье.

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. N. Polchaninova, G. Savchenko, V. Ronkin, A. Drogvalenko, and A. Putchkov, “Summer fire in steppe habitats: long-term effects on vegetation and autumnal assemblages of cursorial arthropods,” *Hacquetia.*, vol. 18, pp. 213-231, 2019. Available: <https://doi.org/10.2478/hacq-2019-0006>
- [2]. V. Ilyina, A. Mitroshenkova, S. Senator,

- V. Solovyeva, and S. Rogov, “ Impact of natural fires on the vegetation cover of steppe and forest-steppe zones (European part of Russia, Middle Volga region),” *EDP Sciences.*, vol. 265, 2021. Available: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126501019>
- [3]. V. Nikolay, and B.A. Malinin, “Mathematical simulation of forest fire front influence on wood-based building using one-dimensional model of heat transfer,” *EDP Sciences.*, vol. 200, 2020. Available: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020003007>
- [4]. Z. Liu, J. Yang, H. He, C. Yu, and Y. Chang, “Spatial point analysis of fire occurrence and its influence factor in Huzhong forest area of the Great Xing ‘an Mountains in Heilongjiang Province, China,” *Acta Ecologica Sinica.*, pp. 1669-1677, 2011.
- [5]. S.S. Teymoor, A. Mehdi, A. Meisam and M. Sahel, “Wildfire damage assessment over Australia using sentinel-2,” *Remote Sensing.*, vol. 13, 2021.
- [6]. Г. Бямбахүү ба бусад., “Шилийн Богд орчмын хээрийн түймрийн шаталтын зэрэглэлийг тооцоолох болон нөхөн сэргэх үйл явцын мониторинг судалгаа,” *Газарзүйн асуудлууд*, vol. 22(1), pp. 20-31, 2022. <https://doi.org/10.22353/v22i1.530>
- [7]. Д. Амарсайхан, М. Ганзориг, Ц. Адьясүрэн ба М. Саандарь., Зайнаас тандах судлал, газарзүйн мэдээллийн системийн зарчмууд, Улаанбаатар, 2002.
- [8]. C. H. Key and N.C. Benson, *Landscape Assessment: Ground measure of severity, the Composite Burn Index; and Remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio.* USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, 2006.

- [9]. J. D. Miller and A. E. Thode, "Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR)," *Remote Sensing of Environment*, vol. 109, pp. 66-80, 2007. Available: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.12.006>
- [10]. Н. Мандах ба Д. Даш, Монгол орны цөлжилтийн атлас, Улаанбаатар: Мөнхийн үсэг, 2013.
- [11]. Гамшиг судлалын хүрээлэн, Гамшгаас хамгаалах менежмент, Улаанбаатар, 2021.
- [12]. Статистикийн мэдээллийн нэгдсэн сан, Accessed on: 12.11.2023. Available: [https://1212.mn/mn/statistic/statcate/573072/table-view/DTNSO\\_2400\\_005V1](https://1212.mn/mn/statistic/statcate/573072/table-view/DTNSO_2400_005V1)
- [13]. Р. Болдбаяр, С. Амаржаргал ба М.Уртнасан, "Улсын хил орчмын нутгийн ой хээрийн түймэрт шатсан талбайг MODIS хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан тооцсон үр дүнгээс," Монголын тэгш өндөрлөгийн ой, хээрийн түймрийн гамшигт үзэгдлийн судалгаа, Улаанбаатар, х. 72-81, Oct. 2022
- [14]. МОНЦАМЭ, Accessed on: 26.09.2023. [Online]. Available: <https://montsame.mn/mn/read/202454>
- [15]. Б. Сайнбуян ба бусад., "Ой, хээрийн түймрийн шатсан талбай, түүний шаталтын зэрэглэлд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн хамаарлын судалгаа," Газарзүйн Асуудлууд, vol. 23(1), х. 22-36, 2023. <https://doi.org/10.22353/v23i01.2343>
- [16]. V. Battsengel et al., "Assessment of Burn Severity and Monitoring of the Wildfire Recovery Process in Mongolia," *fire.*, pp. 1-17, 2023.
- [17]. Ш. Цэгмэд, Монгол орны физик газарзүй, Улаанбаатар: Улсын хэвлэлийн газар, 1969.
- [18]. "Дорнод аймгийн аялал жуулчлалын албан ёсны цахим хуудас," Accessed on: 28.09.2023. Available: <http://travel.dornod.gov.mn/place/detail/22>
- [19]. Ботаникийн хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний бүтээл, Улаанбаатар: Бемби сан, 2008.
- [20]. О. Хонгорзул, Л. Жаргалсайхан ба И. Түвшинтогтох, "Хуурай хээрийн том хялганат бүлгэмдэлд уур амьсгалын өөрчлөлтийн үзүүлэх нөлөө," *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, vol. 56, p. 39, 2016. Available: <https://doi.org/10.5564/pmas.v56i3.688>
- [21]. "ESA," European Space Agency, Accessed on: Sep. 28, 2023. Available: [https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-2](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2)
- [22]. "Copernicus Open Access Hub," Accessed on: Aug. 15, 2023. Available: <https://scihub.copernicus.eu>
- [23]. D.C. Lutes et al., "FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system," *Rocky Mountain Research Station.*, vol. 164, pp. 251, 2006.
- [24]. K. D. Kovács, "Evaluation of burned areas with Sentinel-2 using SNAP: The case of Kineta and," *Geographia Technica*, vol. 14(2), pp. 20-38, 2018. Available: [https://doi.org/10.21163/GT\\_2019.142.03](https://doi.org/10.21163/GT_2019.142.03)
- [25]. Б. Нямдаваа, В. Батцэнгэл, Г. Бямбабаяр, Д. Даваадорж, Э. Алтанболд, ба Г. Уянга, "Хээрийн хөрсний шинж чанарт үзүүлэх түймрийн нөлөөлөл," Монголын тэгш өндөрлөгийн ой, хээрийн түймрийн гамшигт үзэгдлийн судалгаа, Улаанбаатар, х. 82-87. Oct. 2022,