

ARTICLES

ГОВИЙН БҮСИЙН НУУРЫН ТАЛБАЙН ӨӨРЧЛӨЛТИЙГ
СУДЛАХ АРГАЗҮЙН АСУУДАЛГ.Түвшин¹, Ц.Хосбаяр², Д.Даваадорж^{2*}¹ Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх Ухааны Сургууль, МУИС, Монгол Улс² Байгаль орчин аялал жуулчлалын яам, Монгол Улс

Хүлээн авсан: 2018.03.05; Хянасан: 2018.03.28; Хэвлэгдсэн: 2018.03.29

ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгаагаар Нууруудын хөндийд орших Бөөнцагаан, Орог, Олгой нууруудын олон жилийн болон улирлын талбайн өөрчлөлтийг зайнаас тандан судлалын аргыг ашиглан тодорхойлсон болно. Ландсат 5, 8 хиймэл дагуулын 2000-2017 оны хооронд нийт 14 зурганд ус болон ургамлын индексийг бодож түүнээсээ нуурын талбайн хэмжээг гарган авсан юм.

Сүүлийн 10 гаруй жилийн хугацаанд говийн бүсийн нууруудын талбай тодорхой хэмжээгээр буурсан байна. Үүнд олон хүчин зүйл нөлөөлж байгаа бөгөөд Бөөнцагаан болон Орог нуурт цутгаж буй Байдраг, Түйн голын усны түвшин харьцангуй буурснаас шалтгаалж байна гэж үзэж байна.

Түлхүүр үгс: Нуурын талбайн өөрчлөлт; NDVI; NDWI; AWEI;

ОРШИЛ

Монгол орон нь Ази тивд Сибирийн тайгаас төв Азийн цөлийн бүсд шилжих бүс нутагт байрладаг учир байгалийн нөхцөл уур амьсгалын төлөв байдал нь өргөрөгийн дагуу хувирдаг онцлогтой. Энэхүү онцлог байдлаас шалтгаалан Хангайн нуруунаас өмнө байрлах бүс нутгуудад хуурай гандуу байгалийн нөхцөл зонхилох учир гадаргын усны хангамж, зүй тогтлын асуудал чухал хэрэгцээтэй байдаг. Манай орны гадаргын усны судалгааг хийсэн судлаачид нууруудын тоо болон талбайн хэмжээ улирлын болон жилийн өөрчлөлттэй байдаг

талаар тэмдэглэсэн бөгөөд тухайн жилийн хур тунадас, температур болон гадаргын урсацаас ихээхэн хамаардаг [1]. Гэвч энэхүү өөрчлөлтөнд сүүлийн жилүүдэд дэлхий дахинаа явагдаж буй уур амьсгалын өөрчлөлт сөргөөр нөлөөлж, нуурын талбайн хэмжээ, гадаргын усны тэжээл хомсдож буй талаар зарим судалгаанд дурьдсан байна [2]. Ялангуяа говийн бүсэд байрлах нуурууд нь уур амьсгалын өөрчлөлтөнд ихээхэн мэдрэг бөгөөд зайнаас тандан судлалын арга ашиглан, ургамлын нормчилсан индексийн загварт суурилан судалсан

*corresponding author: davaadorjd@gmail.com



The Author(s). 2018 Open access This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

бөгөөд Бөөнцагаан болон Орог нуурын талбай сүүлийн 30 жилийн хугацаанд тогтмол буураж ирсэн талаар тэмдэглэсэн байна. Тус судалгааны ажил нь 250м-ийн нарийвчлалтай MODIS хиймэл дагуулын мэдээ ашигласан байгаа нь судалгааны үнэмшилийг бууруулж байна. Иймд энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд 2000 оноос хойшхи Landsat TM хиймэл дагуулын мэдээ болон 2013 оноос хойш Landsat OLI хиймэл дагуулуудын 30м-ийн нарийвчлал бүхий дүн мэдээг ашиглан, усны нормчилсон индексүүдээр (NDVI, NDWI, AWEI) нуурын талбайн хэмжээг тооцож олон жилийн өөрчлөлтийг гаргаж ирэхийг зорилоо. Усны нормчилсон индексүүд (NDVI, NDWI, AWEI) нь долгионы урт болон гадаргын өнгө, нарны тусгалын ойлт зэргийг ашиглан гадаргын хэв шинжийг Arc GIS программаар боловсруулж эсрэг болон сөрөг өөрчлөлтийг тооцоолон ашигладаг шинэлэг аргагүй юм.

Судлагдсан байдал: Монгол оронд нуурын газарзүйн судалгааг 1961 оноос газарзүйч, ус судлаач Ж.Цэрэнсодном, Ц.Сугар, О.Цэрэв, З.Санжмятав, Н.Батнасан, Д.Түвшинжаргал нар явуулж ирсэн. Энэ хугацаанд Монгол орны нуурын тоо, талбай, байршлыг тогтоож 10 га-гаас дээш талбайтай 3500 орчим нуурын морфометрийн үзүүлэлт, усны хими шинж чанар, экологийн нөхцөл, ёроолын зураг (батиметр) гарал үүсэл болон зарим нэг онцлог нууран дээр насны хэмжилт хийсэн [3].

Сүүлийн жилүүдэд орчин үеийн технологи ашиглан нуурын хурдсыг судалж палео уур амьсгал болон насыг тодорхойлсон олон судалгаа хийгдэж байна. БНСУ-ын эрдэмтэд Монгол орны нууруудад MODIS хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан талбайн өөрчлөлтийн судалгааг улирлын чанартай хийсэн байна.

МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Сансрын зургийн боловсруулалт:

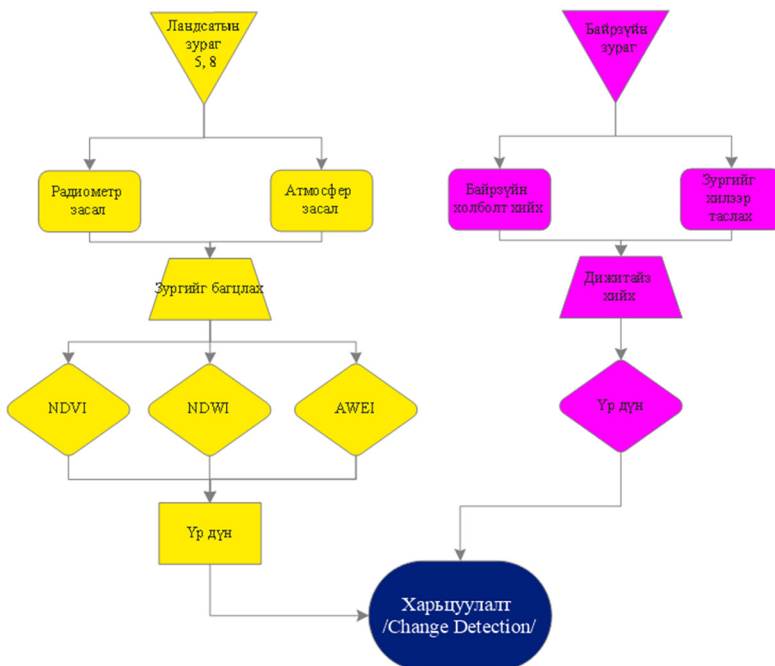


График 1. Судалгааны арга зүй

Хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан газрын гадаргын өөрчлөлтийг илрүүлэх нь цаг хугацаа болоод санхүүгийн зардлыг хэмнэдгээрээ ашиг тустай. Landsat хиймэл дагуулын хувьд ашиглаж болох нээлттэй эх сурвалжуудаас хамгийн өндөр нарийвчлалтай (30 м) тул энэхүү судалгаанд ашиглалаа. Хугацааны хувьд нуурын мөс гэсэх үеэс эхлэн хавар, зун, намрын буюу 4-10 сарын зургуудыг авч үр дүн гаргасан. Ландсат хиймэл дагуулын нэг сул тал нь хүссэн хугацааныхаа зургийг авч ашиглах боломж хомс мөн зарим зураг үүлэн бүрхэц ихтэй тул судалгаанд ашиглах боломжгүй байдаг. Иймд судалгаанд ашиглаж болохуйц зургуудыг сонгон авч радиометр, атмосфер заслуудыг хийж NDVI (Normalized Difference Vegetation Index),

NDWI (Normalized Difference Water Index), AWEI (Automated Water Extraction Index)-үүдийг ENVI, ArcGIS программуудыг ашиглан бодож үр дүн гаргасан.

Мөн өмнөх судалгаануудтай харьцуулж үзэх зорилгоор 1984 оны 1:500 000 масштабтай байрзүйн зургийг холбож нуурын талбайг дижитайз хийж талбайг тооцсон. Энэхүү 2 аргачлалаас гарсан үр дүн болон Ж.Цэрэнсодном судлаачийн 2000 онд гаргасан “Монгол орны нуурын каталог” номтой харьцуулсан. Цаашлаад тухайн нууруудын талбайг хээрийн хэмжилтээр (GPS болон Drone зэрэг багаж ашиглах) бодит хэмжилт хийх төлөвлөгөөтэй байна. Ингэснээр бидний гаргасан үр дүнг улам баталгаажуулах боломжтой юм.

Хүснэгт 1. Устай гадаргыг бодох индексүүдийн томъёо

	Landsat 5 TM	Landsat 8 OLI
NDVI	$NDVI = \frac{Band\ 4 - Band\ 3}{Band\ 4 + Band\ 3}$	$NDVI = \frac{Band\ 3 - Band\ 5}{Band\ 3 + Band\ 5}$
NDWI	$NDWI = \frac{Band\ 2 - Band\ 4}{Band\ 2 + Band\ 4}$	$NDWI = \frac{Band\ 2 - Band\ 4}{Band\ 2 + Band\ 4}$
AWEI	$AWEI = 4 \times (Band\ 2 - Band\ 5) - (0.25 \times Band\ 4 + 2.75 \times Band\ 7)$	$AWEI = 4 \times (Band\ 3 - Band\ 7) - (0.25 \times Band\ 5 + 2.75 \times Band\ 6)$

2000, 2006, 2011 оны зургуудыг Landsat TM-5, 2013 оноос хойших зургуудыг Landsat OLI-8 хиймэл дагуулаас авч ус, ургамалтай гадаргыг тооцох индексүүдийг бодсон. Landsat TM-5, болон Landsat OLI-8 хиймэл дагуулын сувгууд хоорондоо өөр байдаг учир тухайн индексүүдийг бодох томъёонд сувгийн мэдээллүүд өөр өөр байдлаар орж байна [4], [5], [6], [7].

Landsat 5 TM (Thematic Map) хиймэл дагуул:

Америкийн Нэгдсэн Улс 1984 оны 3-р сарын 1-нд Landsat-5 хиймэл дагуулыг Америкийн сансрын агентлаг NASA дэлхийн гадарга, түүний физик шинж чанарыг судлах Landsat хөтөлбөрийн хүрээнд хөөргөсөн. Энэхүү хиймэл дагуул нь 705 км өндрөөс эх дэлхийг тандах (нарны цаг нь 9 цаг 45 минут), 16 хоногийн

цаг хугацааны шийд бүхий, 4 сувгийн мэдээ хүлээн авах MSS, 7 сувгийн мэдээ хүлээн авах TM зэрэг сканеруудтай Landsat 5 дагуулыг хөөргөсөн юм.

- Band 1 Visible (0.45 - 0.52 μm) 30 m
- Band 2 Visible (0.52 - 0.60 μm) 30 m
- Band 3 Visible (0.63 - 0.69 μm) 30 m
- Band 4 Near-Infrared (0.76 - 0.90 μm) 30 m
- Band 5 Near-Infrared (1.55 - 1.75 μm) 30 m
- Band 6 Thermal (10.40 - 12.50 μm) 120 m
- Band 7 Mid-Infrared (2.08 - 2.35 μm) 30 m

Landsat 8 OLI хиймэл дагуул:

АНУ-ын NASA агентлаг 2013 оны 2-р сарын 11-нд 705 км-ын өндрөөс өдөрт 400 сцен зураглал үйлдэх, цаг хугацааны

шийд нь 16 хоног бүхий Landsat 8 дагуулыг хөөргөсөн юм. Энэ төслийг зөвхөн NASA биш Америкийн геологийн судалгааны төв (US Geological Survey) хамтран хэрэгжүүлж байгаа бөгөөд мэдээ хүлээн авах газрын станцууд нь Аляскын Гилмор Грийк, Норвегийн Свалбард болон АНУ-ын өмнөд Дакота мужын Сиоу Фалл дахь Шинжлэх Ухааны төвд байрладаг ажээ [8], [9].

- Band 1 Visible (0.43 - 0.45 μm) 30 m
- Band 2 Visible (0.450 - 0.51 μm) 30 m
- Band 3 Visible (0.53 - 0.59 μm) 30 m
- Band 4 Red (0.64 - 0.67 μm) 30 m
- Band 5 Near-Infrared (0.85 - 0.88 μm) 30 m
- Band 6 SWIR 1 (1.57 - 1.65 μm) 30 m
- Band 7 SWIR 2 (2.11 - 2.29 μm) 30 m

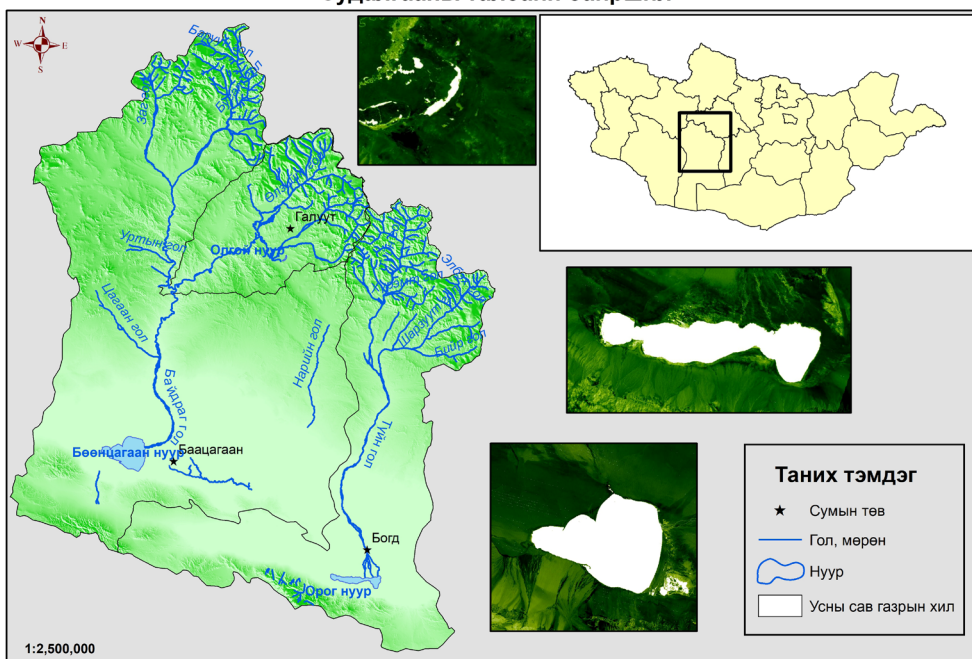
m

- Band 8 Panchromatic (PAN) (0.50 - 0.68 μm) 15 m
- Band 9 Cirrus (1.36 - 1.38 μm) 30 m
- Band 10 TIRS 1 (10.6 - 11.19 μm) 100 m
- Band 11 TIRS 2 (11.5 - 12.51 μm) 100 m

Үр дүнгийн боловсруулалт

NDVI, NDWI, AWEI-аас гарсан үр дүнгээр олон жилийн өөрчлөлтийн харьцуулсан график байгуулсан. Зөвхөн нуурын талбайн өөрчлөлт төдийгүй Баянхонгор аймгийн Баацагаан, Галуут, Богд (Хориулт)-ын цаг уурын харуул, станцуудын хур тунадас, температурын мэдээтэй харьцуулсан [10], [11], [12].

Судалгааны талбайн байршил



Зураг 1. Судалгааны талбайн байршил

Энэ судалгаа хийгдсэн талбай нь Хангайн нуруу, Говь-Алтайн нурууны хоорондох нууруудын уудам хөндийд байрладаг. Бөөнцагаан нуур нь Баацагаан

сумаас баруун зүгт орших нууруудын хөндий дэх хамгийн том нуур бөгөөд Монгол орны хэмжээнд талбайн хэмжээгээрээ эхний 5-д ордог. Энэхүү уст

гадарга нь тухайн газар нутгийнхаа уур амьсгалд нөлөөлөгч нэг хүчин зүйл болж өгдөг. Мөн Монголд төдийгүй дэлхийд Төв Азийн экосистемд онцгой ач холбогдолтой нүүдлийн шувуудын өсөн үржих, дайран өнгөрөх газар тул 1998 онд Рамсарын конвенцид бүртгэсэн [14].

Орог нуур Богд сумаас өмнө зүгт Их Богд уулын ард ХӨ 45°03'18'', ЗУ 100°37'17''-т оршино. Нууруудын хөндийд орших эртний усан сангийн үлдэгдэл бөгөөд Хангайн нурууны өврөөс эх аван урсах Түйн голын цутгал нуур билээ. Гарал үүслийн хувьд тектоникийн гаралтай гэж

тодорхойлсон байдаг [15].

Олгой нуур Галуут сумаас баруун урагш байрладаг. Галуутын хавцлын ард байдаг гадагш урсгалтай, термокарстын гаралтай цэнгэг нуур. Олгой нуур нь Бөөнцагаан болон Орог нуурын талбайтай харьцуулахад харьцангуй жижиг хэмжээний нуур юм [16].

Бөөнцагаан, Орог нуур нь говийн бүсийн бичил уур амьсгалыг тодорхойлох нэг хүчин зүйл болдог тул энэхүү нууруудын талбайн өөрчлөлт нь томоохон хэмжээний газар нутагт нөлөө үзүүлэх боломжтой юм [17].

ҮР ДҮН

Ландсат хиймэл дагуулын зурган дээр хийсэн ус, ургамлын индексүүдийн үр дүнгээс харахад 2000-2011 оны хооронд талбайн хэмжээ 30-34 км²-аар буурсан байна. Харин 2011 оноос хойш тогтмол 240-250 км² талбайтай байна. Ус, ургамлын индексүүдийн хувьд NDVI хамгийн бага

утгыг үзүүлж байгаа бөгөөд NDWI, AWEI ойролцоо утгатай байна. Бөөнцагаан нуурын усан сангийн талбай нь 240км² орчим байгаа бөгөөд өөрчлөлт багатай байгаа тул гадаргын усны нормчилсон индекс илрүүлэлт өндөр байна.



График 2. Бөөнцагаан нуурын талбайн өөрчлөлт

Бөөнцагаан нуурын талбай сүүлийн 10 орчим жилийн хугацаанд өөрчлөлт багатай байна. Харин цаашдын чиг хандлагаас авч үзэхэд талбайн хэмжээ буурах зүй тогтол ажиглагдаж байна.

Орог нуурын талбай нь жилээр төдийгүй сараар маш их өөрчлөлт, хэлбэлзэлтэй байна. 2000 онд усны 3 индексээр бодсон дүнгээр хамгийн их буюу 120 км² орчим талбайтай байсан бол 2006, 2011 онд талбайн хэмжээ огцом буурч <20 км² болсон байна. 2013-2017 онуудад нуурын талбай дахин ихсэж сэргэсэн хандлагатай

байна. Харин 2015 онд талбайн хэмжээ бага хэмжээгээр буурсан байна.

Орог нуурын талбайн өөрчлөлтөнд олон хүчин зүйлс нөлөөлж байна. Жишээ нь 1957 онд болсон Их Богдын газар хөдлөлтийн өмнө нуурын талбайн хэмжээ 130 км² байсан бол, үүний дараа 140 км² талбайтай болсон байна. Мөн тэгш хавтгай ёроолтой, хамгийн гүн нь 4м-ээс хэтэрдэггүй говийн Орог нуурын гадаргаас жил тутам 1 м орчим зузаан ус говийн ангамал халуун наранд ууршиж дэгддэг [18].

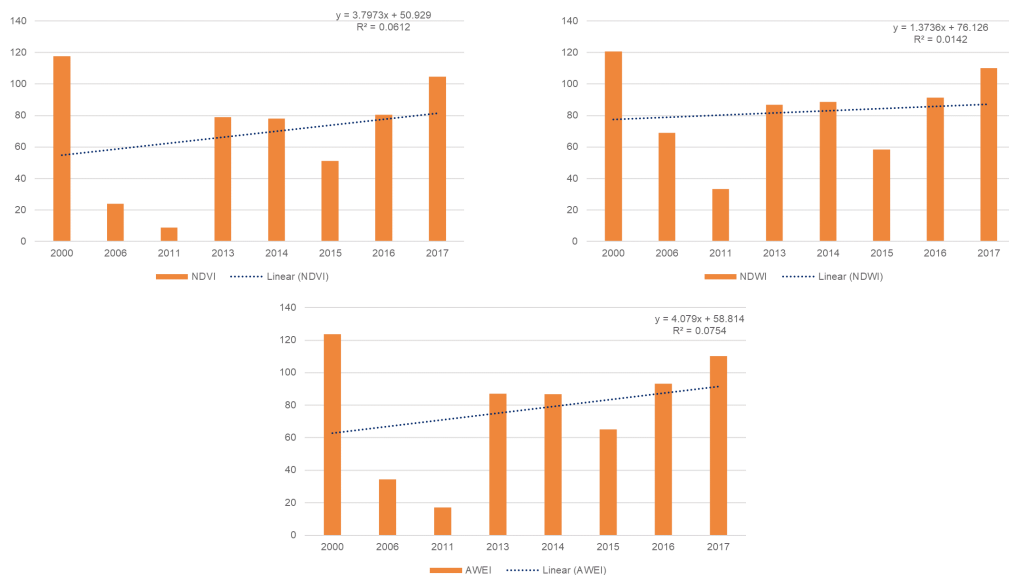


График 3. Орог нуурын талбайн өөрчлөлт

Монгол орны физик газарзүй, усны сүлжээний зурган дээр Орог нуурыг ширгэдэг нуур гэж тэмдэглэсэн байдаг. Энэхүү нуур нь тогтмол хэмжээтэй байдаггүй зарим жил ширгэж алга болдог, зарим жилд талбайн хэмжээ нь >100 км² давж байгаа нь энэхүү үр дүнг батлаж болох юм.

Олгой нуурын NDVI утгуудаас гарсан үр дүнг харахад талбайн хэмжээ өөрчлөлт ихтэй гарсан байна. 2000 онд 1.3 км² талбайтай байсан бол 2006, 2011 онуудад <1 км² буюу 0.55, 0.82 км² талбайтай болж

огцом буурсан байна. Харин 2013, 2014 онд 1.3-1.35 км², 2015 онд 1 км² хүртэл буурчээ. 2017 хамгийн их буюу 1.4 км² талбайтай болсон байна.

NDWI нь өөрчлөлт багатай гарсан байна. NDVI-тай харьцуулахад талбайн хэмжээ их байна. Олгой нуурын хувьд гүн нь 2 м-ээс хэтэрдэггүй тул нуурын талбай багасах үед ёроолын ургамал усны гадарга дээр ил гарч ирснээр NDVI нь ургамалтай газруудыг илүү тооцсон байх магадлалтай. AWEI нь бусад индексүүдээс илүү утга үзүүлсэн байна.

Гадаргын усны нормчилсон индексийн ялгавраар гадаргын усны талбай болон өөрчлөлтийг илрүүлэх боломжтой гэж үзэж байна. Судалгааны дараагийн

шатанд accuracy assessment боловсруулалт болон статистик тооцооллууд хийгдэхээр төлөвлөж байна.

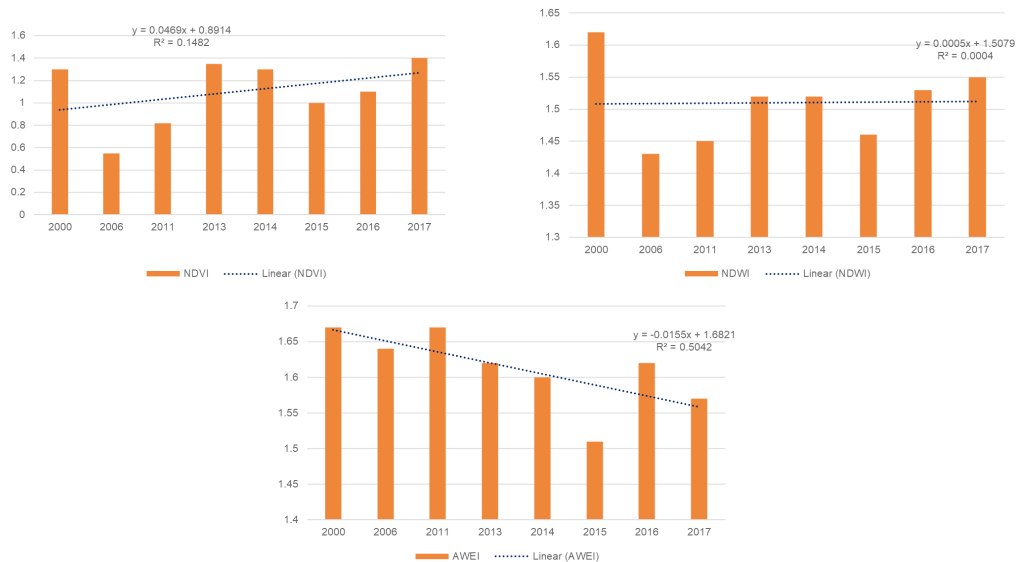


График 4. Олгой нуурын талбайн өөрчлөлт

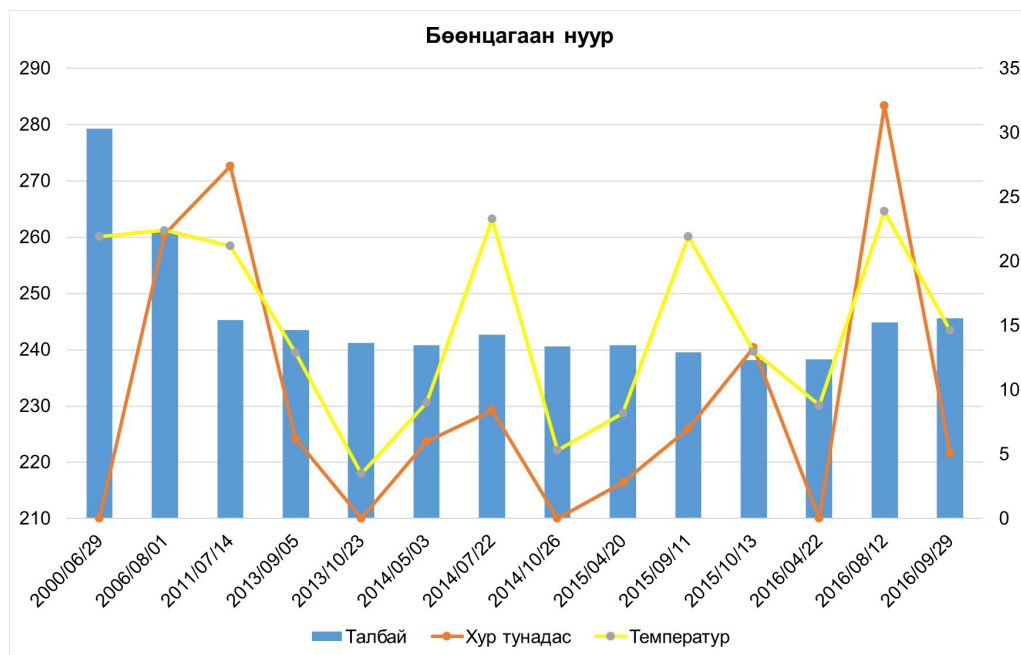


График 5. Бөөнцагаан нуурын талбайн өөрчлөлт

Хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан Бөөнцагаан нуурын талбайг 2010-2017 оны нийт 14 зураг дээр тооцлоо. Нуурын талбайг хур тунадастай харьцуулж үзэхэд маш бага хамааралтай буюу $r=0.03$ гарч байна. Хур тунадас нь зарим нуурын талбайд шууд нөлөөлөх боломжтой байдаг. Энэ нь Бөөнцагаан нуурын талбайд төдийлөн нөлөө үзүүлэхгүй байна. Температур ихсэхэд нуурын усанд ууршилт явагдаж талбайн хэмжээ багасах боломжтой байдаг. Урвуу хамааралтай байх боловч судалгааны хугацаан дахь температур, талбай хэмжээ нь шууд хамааралтай буюу $r=0.47$ байна. Энэ 2 үзүүлэлтээс харахад хур тунадас, температураас илүү Бөөнцагаан нууранд цутгаж буй Байдрагийн гол, бусад жижиг горхи, булаг болон гүний ус нуурын талбайд голчлон нөлөөлж байна гэж үзэж байна.

Орог нуурын хувьд нуурын талбайн өөрчлөлт маш их хэлбэлзэлтэй ($8-117 \text{ км}^2$) гарч байна. Корреляцын хамаарлаар нуурын талбайг хур тунадастай харьцуулахад урвуу буюу $r = (-0.54)$ байна. Үүнээс харахад нуурын талбайн хэмжээнд хур тунадас нөлөө үзүүлэхгүй байна. Харин температуртай харьцуулж үзэхэд $r = (-0.24)$ гарч байна. Температур их байх тусам нуурын усанд ууршилт явагдаж талбай багасах боломжтой байна. Орог нуурыг тойроод олон тооны булаг, шанд цутгаж нуурын усны тэжээл болдог. Мөн хамгийн гол тэжээл бол Хангайн нурууны өврөөс эх аван урсаж буй Түйн голын урсац юм. 1957 онд болсон Их Богдын газар хөдлөлтийн улмаас нуурын талбай хэмжээ томорсон байгаа нь хагарлын улмаас гүний усны тэжээл өөрчлөгдсөн байж болзошгүй юм.

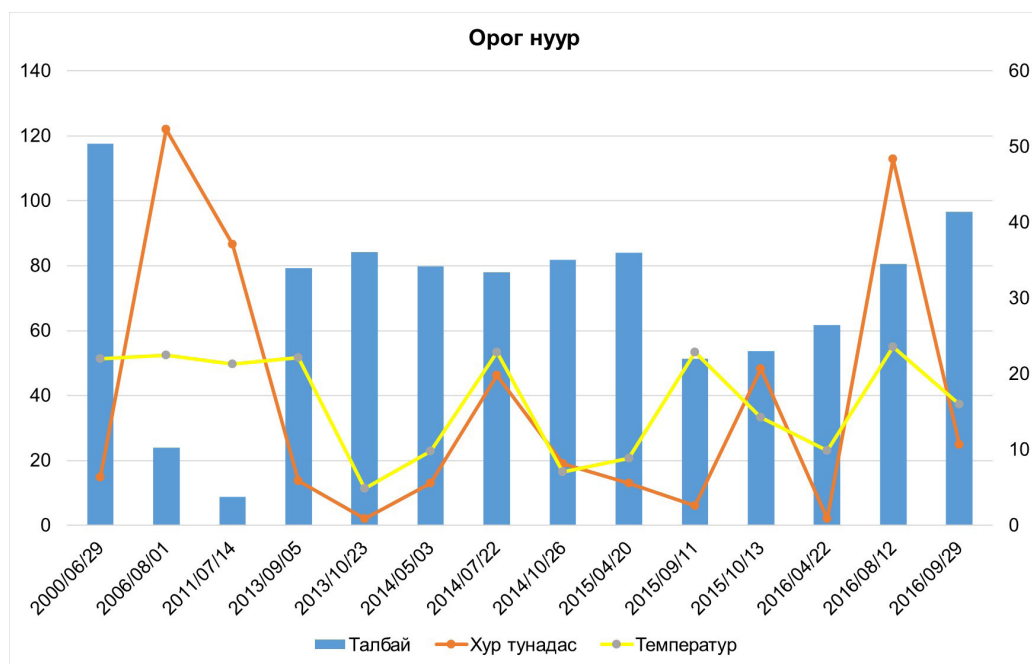


График 6. Орог нуурын талбайн өөрчлөлт

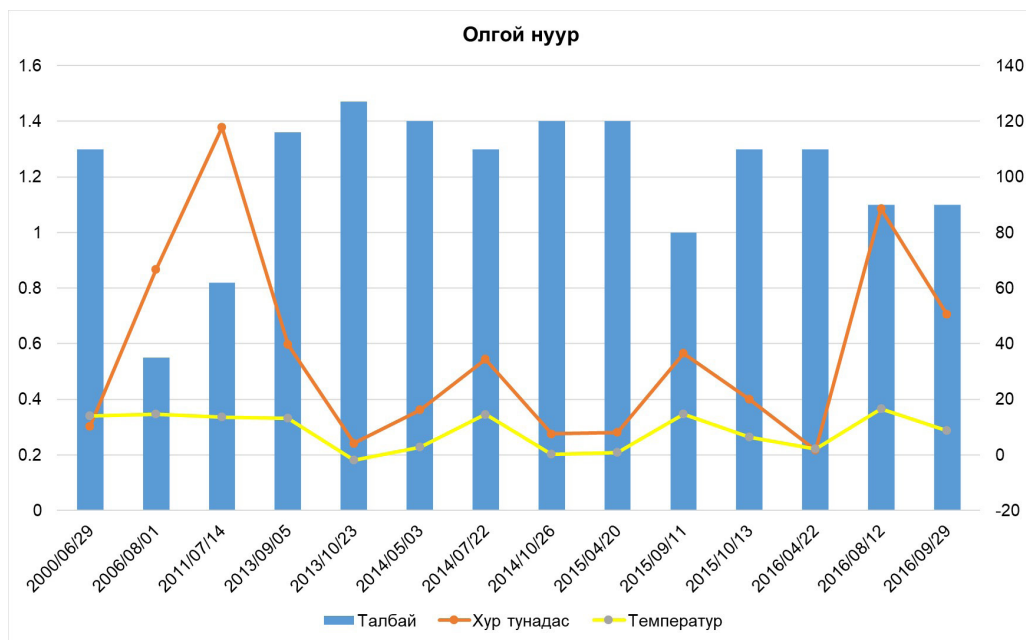


График 7 Олгой нуурын талбайн өөрчлөлт

Олгой нуур нь мөстлөгийн (термокарст) гаралтай тул талбайн хэмжээ тогтмол байна. Судалгааны хугацаан дахь температурын мэдээг, нуурын талбайтай харьцуулахад корреляцын коэффициент $r = (-0.62)$ гарч байна. Энэ үзүүлэлтээс харахад температур ихсэхэд нуурын талбай багасч, температур

буурахад талбай томордог байна.

Корреляцын хамаарлаар хур тунадас мөн л урвуу хамааралтай ($r = -0.75$) гарсан байна. Олгой нуур нь гүний тэжээгдэл ихтэй, мөн түүний ойролцоо орших жижиг нуур, гол, горхинууд нь нуурын усны эх үүсвэр болж байна.

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Зайнаас тандан судлал болон хиймэл дагуулын дүн мэдээ ашиглан газрын бүрхэвчийн өөрчлөлт илрүүлэх аргагүйг сайжруулан, гадаргын усны өөрчлөлт, мөнх цас, мөсөн голын динамик зэрэг судалгаануудад өргөн хэрэглэгдэж байна.

Дэлхийн олон орнуудад Landsat, MODIS хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан NDVI, NDWI, MNDWI, AWEInsh, AWEIsh, WRI гэх мэт индексүүдээр гадаргын усны талбайг тооцсон олон судалгаанууд байна. Эдгээр судалгаануудын үр дүнгээс харахад ихэвчлэн хур тунадас, температуртай харьцуулж үзсэн байна. Мөн эдгээр

индексүүдийн нэгийг суурь үзүүлэлт болгон сонгон авч бусад индексүүдтэй харьцуулсан үр дүн гаргасан байгаа нь хиймэл дагуулуудын зургийг ашиглан газрын бүрхэвчийн өөрчлөлтийг судлах боломжтой гэж үзэж байна. Мөн гадаргын усны нормчилсан индексийн судалгааг том талбайтай 240 км² талбайтай Бөөнцагаан, 75 км² талбайтай Орог, 1.5 км² талбайтай Олгой нууруудад ашигласан бөгөөд нуурын талбайн дүнгийн хоорондын 0.96-0.99 хамаарал ажиглагдаж байна. Иймд энэхүү аргуудыг ашиглан цаашид гадаргын усны өөрчлөлтийг судлах боломжтой гэж

үзэж байна.

Мөн судалгааны дүнгээс ажиглагдсан сонирхолтой асуудал нь нуурын талбайн өөрчлөлтөнд хур тунадасны төдийлөн нөлөө үзүүлэхгүй байна. Энэ нь говийн бүсд орж буй хур тунадас нуурын талбайд мэдэгдэхүйц өөрчлөлт үзүүлж чадахгүй байгаатай холбоотой байж болох юм. Энэ нь Орог, Бөөнцагаан нуурууд бол нууруудын

хөндийд оршдог говийн экосистемд харьяалагдах тул жилд болон сард унах хур тунадасны хэмжээ харьцангуй бага байдаг. Говийн бүсийн нууруудын тэжээлийн горим ойролцоо орших уулт өндөрлөгийн цасны гэсэлтээс үүсэх шар усны үер болон ай савын хүрээнд орж байгаа хур тунадаснаас үүсэж буй гадаргын урсац, үер голчлон нөлөөлж байна.

ДҮГНЭЛТ

Говийн бүсийн нуурын талбайн өөрчлөлтийн судалгааг 2000-2017 оны хоорон дахь Ландсат 5 TM, Landsat 8 OLI хиймэл дагуулын зургуудыг ашиглан NDVI, NDWI, AWEI гэсэн 3 индексээр Бөөнцагаан, Орог, Олгой нууруудын олон жилийн талбайн өөрчлөлтийг тодорхойллоо. Индексүүдээс гарсан үр дүнгээс харахад NDVI хамгийн бага утгатай гарсан байна. Энэ нь нуурын талбай багасах үед ёроолын ургамал усны гадарга дээр ил гарч ирдэгтэй холбоотой байж болох юм. NDWI, AWEI-ийн үр дүнгүүд хоорондоо ойролцоо утгатай гарсан.

Бөөнцагаан нуур нь 2000 онд 280 км² орчим талбайтай байсан бол 2017.10.02-ны байдлаар 243.2 км² талбайтай болсон байна. 2000-2011 оны хооронд талбайн хэмжээ

35-40 км²-аар буурсан байгаа бол түүнээс хойш тогтвортой байдал ажиглагдаж байна. Олгой нуурын хэмжээ тогтмол байна. Харин Орог нуурын талбай 2000 онд 117 км² байсан бол зарим жил 8- 24 км² хүртэл буурч, 2017 оны 10 сард 75.8 км² байна. Ерөнхийдөө Орог нуурын талбай судалгааны хугацаан дахь дундаж хэмжээ 72.3 км² байна.

2015 оноос хойш бид Бөөнцагаан, Орог, Олгой нуурууд, тэдний цутгал болон ойролцоо орших Байдраг, Түй, Сүмбэр голууд, булагуудад усны хими шинж чанарын шинжилгээ, хурдсын янз бүрийн зузаантай дээжүүдийг авч Япон улсын Каназава Их Сургуульд лабораторийн задлан шинжилгээнд явуулж байсан.

НОМ ЗҮЙ

1. Цэрэнсодном Ж. “Монгол орны нуурын каталоги”, Улаанбаатар, х.82000
2. SinkyuKang ,SukYoungHong, “Assessing Seasonal and Inter-Annual Variations of Lake Surface Areas in Mongolia during 2000-2011 Using Minimum Composite MODIS NDVI”, х.7, 2016
3. Даш Д., Мандах Н., “Газарзүйн шинжлэх ухааны хөгжлийн түүх”, Улаанбаатар, х.405-409,2011
4. Amare Sisay, “Remote Sensing Based Water Surface Extraction and Change Detection in the Central Rift Valley Region of Ethiopia”, х.36, 2016
5. Dorothea Deus, Richard Gloaguen, “Remote Sensing Analysis of Lake Dynamics in Semi-Arid Regions: Implication for Water Resource Management. Lake Manyara, East African Rift, Northern Tanzania”, х.7-8, 2013
6. Komeil Rokni, Anuar Ahmad, “Water Feature Extraction and Change Detection Using Multitemporal Landsat Imagery”, х.4-6, 2014

7. Luyan Ji, Xiurui Geng, Kang Sun, Yongchao Zhao and Peng Gong, “Target Detection Method for Water Mapping Using Landsat 8 OLI/TIRS Imagery”, х.7, 2015
8. Монгол газарзүйн боловсролын нийгэмлэг цахим хуудас, “Ландсат хөтөлбөр”, 2016
9. U.S. Geological Survey цахим хуудас, Landsat Missions Timeline, 2017
10. Баянхонгор аймгийн Баацагаан сумын цаг уурын харуулын 2000-2016 оны хэмжилтийн мэдээ
11. Баянхонгор аймгийн Галуут сумын цаг уурын станцын 1956-2016 оны хэмжилтийн мэдээ
12. Баянхонгор аймгийн Богд сумын Хориулт цаг уурын станцын 1994-2016 оны хэмжилтийн мэдээ
13. Байгаль орчны мэдээллийн төвийн усны сав газрын хилийн зураг
14. Сав газрын захиргаа, “Бөөнцагаан нуур-Байдраг голын сав газрын захиргааны товч танилцуулга”, х.9, 2015
15. Цэрэнсодном Ж. “Монгол орны нуурын каталоги”, Улаанбаатар, х. 31, 2000
16. Баасансүрэн Г., “Гандуу бүс нутгийн хөрсний шинж чанар, түүнийг ашиглах боломж”, Улаанбаатар, х.24, 2015
17. Сугаржаргал Т., “Их нууруудын хөндийд орших нууруудын хурдас хуримтлал”, Улаанбаатар, х.9,13, 2015
18. Цэрэнсодном Ж. “Монгол орны нуурын каталоги”, Улаанбаатар, х.31, 2000

THE METHODOLOGY OF STUDYING CHANGES IN THE GOBI REGION'S LAKE AREA

Tuvshin G.¹, Khosbayar Ts.², Davaadorj D.^{2}*

¹ *Department of Geography, NUM, Mongolia*

² *Ministry of Environmental and Tourism, Mongolia*

**corresponding author, e-mail: davaadorjd@gmail.com*

Abstract: This study based on remote sensing methods of changes in the multi-year and seasonal changes in areas of the Buuntsagaan, Orog, Olgoi Lakes in the depression of lakes. Using Landsat 5 and 8 satellite 2000-2017, We used 14 pictures of water and vegetation index those were taken from the lake. Over the past decades, the Gobi region's lakes have been decreased significantly. There are number of factors affecting changes in areas of the lakes. Finally, we concluded that the water level in the Baidrag and Tuin rivers are decreasing in Buuntsagaan and Orog Lakes.

Keywords: *Lake area change; NDVI; NDWI; AWEI;*