

Assessment of forest suitability in Khuvsgul province using geographic information system and multi-criteria decision-making approach

Boldbaatar Natsagdorj^{1,*}, Ganchudur Tsetsegmaa², Udval Bayarsaikhan³,
Munguntuul Ulziibaatar¹, Batsaikhan Ganbaatar³

¹*Division of Environmental and Natural Resource Management, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

²*Division of Desertification Study, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

³*Division of Forest Resources and Forest Protection, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

*Corresponding author email: boldbaatarn@mas.ac.mn

Received: 31 October 2022 / Accepted: 30 November 2022 / Published online: 29 December 2022

ABSTRACT

Planning afforestation and restoration activities based on the study is important for Mongolia, which has a sparsely populated large territory and extreme weather conditions, and only 7.9% of the total territory is covered by the forest. Afforestation and reforestation activities are effective in the long term when the characteristics of natural resource conditions including geography and climate, and socioeconomic condition are accounted for. This study aimed to identify potential forest suitability in Khuvsgul province using an approach combining Multi-Criteria Decision Making (MCDM) of the Geographic Information System, and 14 selected natural and socioeconomic variables. Obtaining the seasonal location of herders, settlement areas, roads, and agricultural data and including them for identifying the socioeconomic impact on the resources of the natural forest increased the accuracy of the spatial analysis. MCDM provides an approach to combine a variety of natural and socioeconomic factors and determine which one of the factors has the highest impact on the forest suitability analysis for defining afforestation and restoration, and thus, allows decision-makers to solve problems. The results indicated that for the total area of the Khuvsgul province, approximately 24.5 percent (24794.2 km²) is highly suitable, about 74.4 percent (75337.6 km²) is suitable, and 1.1 percent (1123.3 km²) is moderately suitable for forest restoration. Therefore, developing a plan for forest restoration activities in the determined suitable area is necessary.

Keywords: *Forest suitability, Criteria, Classification, Multi-Criteria Decision Making,*

Газарзүйн мэдээллийн системд суурилсан олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргазүйг ашиглан Хөвсгөл аймгийн ойн тохиромжтой байдлыг ҮНЭЛЭХ НЬ

Болдбаатар Нацагдорж^{1,*}, Ганчөдөр Цэцэгмаа², Удвал Баярсайхан³,
Мөнгөнтуул Өлзийбаатар³, Батсайхан Ганбаатар³

¹Хүрээлэн Буй Орчин, Байгалийн Нөөцийн Менежментийн Салбар, Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

²Цөлжилтийн Судалгааны Салбар, Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

³Ойн нөөц, Ой Хамгааллын Салбар, Газарзүй, Геоэкологийн Хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

*Холбоо барих зохиогчийн цахим хаяг: boldbaatar@mas.ac.mn

Хүлээн авсан: 2022 оны 10 сарын 31 өдөр / Зөвшөөрөгдсөн: 2022 оны 11 сарын 30 өдөр / Нийтлэгдсэн: 2022 оны 12 сарын 29 өдөр

ХУРААНГУЙ

Манай орны нийт нутаг дэвсгэрийн 7.9 % нь ойгоор бүрхэгдсэн, өргөн уудам нутагтай, хүн ам цөөн, байгалийн эрс тэс нөхцөлтэй орны хувьд ойжуулалт, нөхөн сэргээлтийн ажлыг судалгаа шинжилгээний үндэслэлтэйгээр төлөвлөх нь чухал байна. Ойжуулалт, нөхөн сэргээлтийн ажлыг газарзүй, уур амьсгал зэрэг байгалийн нөөцийн төлөв байдал, нийгэм-эдийн засгийн онцлогт тохируулан хийж гүйцэтгэх нь урт хугацаанд үр дүнтэй байх үндэс суурь билээ. Энэхүү судалгааны ажлаар газарзүйн мэдээллийн системийн олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргазүй (MCDM)-г ашиглан Хөвсгөл аймгийн ойн тохиромжтой байдлыг үнэлэхийн тулд байгалийн болон нийгэм эдийн засгийн 14 шалгуур өгөгдлийг тус тус ашиглав. Мөн байгалийн ойн нөөцөд нийгэм эдийн засгийн нөлөөллийг тооцохын тулд малчин өрхийн дөрвөн улирлын байршил, төв суурин газар, зам, газар тариалангийн өгөгдлийг нэмж тооцсон явдал нь судалгааны ажлыг орон зайн хувьд илүү нарийвчилж өгсөн болно. MCDM нь байгаль нийгэм эдийн засгийн олон параметруудээс хамаарч ойжуулалт, нөхөн сэргээлт явуулах тохиромжтой байдлын шинжилгээнд хүчин зүйлсийг нэгтгэх, аль параметр нь илүү их нөлөө үзүүлж байгааг тогтоож өгдөг учир шийдвэр гаргагчид асуудлыг шийдвэрлэх боломжийг олгож өгдөг давуу талтай. Бидний судалгааны дүнгээс үзвэл нэн тохиромжтой ангилалд Хөвсгөл аймгийн нийт газар нутгийн 24.5 хувь (24794.2км²), тохиромжтой ангилалд 74.4 хувь (75337.6км²), дунд зэрэг тохиромжтой ангилалд 1.1 хувь (1123.3 км²) нь хамаарч байна. Иймд тохиромжтой гарсан газруудад байгалийн ойн нөхөн сэргээлтийн ажлуудыг төлөвлөх шаардлагатай байна.

Түлхүүр үгс: Ойн тохиромжтой байдал, Шалгуур үзүүлэлт, Ангилал, MCDM, АНР

1. ОРШИЛ

Монгол орны ой мод нь Сибирийн их тайга, Төв Азийн хээр, цөлийн заагт эх газрын эрс тэс уур амьсгалын нөхцөлд Азийн гурван томоохон усан хагалбарыг даган ургадаг, гол мөрний усны нөөц, урсцыг зохицуулах, хөрсийг элэгдэл, эвдрэлээс хамгаалах, уур амьсгалыг зөөлрүүлэх, мөнх цэвдгийг тогтоон барих, хүлэмжийн хийг шингээж, хүчилтөрөгч ялгаруулах, амьтан, ургамал, бичил биетний амьдрах тааламжтай орчныг бүрдүүлэх зэрэг экологийн чухал үүрэг гүйцэтгэдэг байгалийн чухал нөөц юм [1]. Сүүлийн жилүүдэд ойн сан дэлхийн дулаарал, уур амьсгалын өөрчлөлт, хүний буруутай үйл ажиллагааны хам нөлөөгөөр ой хээрийн түймрийн тоо, түймэрт нэрвэгдсэн талбайн хэмжээ өсөж, ойн хөнөөлт шавжийн тархалт ихэссэн зэрэг нь ойн экосистемийг улам доройтуулсаар байна [2], [3]. Манай орны нутаг дэвсгэрийн ойгоор бүрхэгдсэн талбайн хэмжээ 7.9% байна. Улсын хэмжээнд 1.8 сая га талбай бүхий ойн сан доройтолд өртсөн байна. Улмаар манай орны нийт газар нутгийн 76.9 % буюу 120.3 сая га талбай цөлжилт газрын доройтолд өртсөн [4], сүүлийн 80 жилд агаарын дундаж температур 2.4 хэм, сүүлийн 20 жилд гамшигт үзэгдлийн давтагдал 2 дахин өссөн, 2020 оны гадаргын усны тооллогоор 682 гол горхи булаг шанд ширгэсэн [5] байгаа явдал нь ойжуулалт, нөхөн сэргээлтийн ажлыг эрчимтэй явуулах шаардлагатай болсныг илтгэж байгаа юм. Ийнхүү Монгол орны ойг нөхөн сэргээх, ойжуулах эрх зүйн орчин бүрдэж байгаа боловч орон нутагт хэрхэн, яаж, хаана ойжуулах вэ гэдэг асуудал чухал юм. Иймд энэхүү судалгаагаар бид жишээ болгон Хөвсгөл аймгийн газар нутагт ойн тохиромжтой байдлын үнэлэхдээ газарзүйн мэдээллийн системд суурилсан олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргазүйг ашиглалаа.

Хөвсгөл аймаг нь гадаргын усны нөөцөөрөө 5.99 км³ [6], Ойн эзлэх талбайн хэмжээгээрээ 1 847 033 га бөгөөд нийт 21 аймгаас нэгдүгээрт тус тус ордог [7]. Тус аймагт Тэрбум мод үндэсний хөтөлбөрийн хүрээнд хамгийн их буюу 130 340 551 ширхэг мод тарих төлөвлөгөөтэй байна [8].

Монгол улсын ерөнхийлөгчийн 2021 онд санаачилсан “Тэрбум мод” хөтөлбөр нь хүлэмжийн хийн ялгарлыг 2050 он гэхэд тэглэх дэлхийн зорилгод хувь нэмэр оруулах, ойгоор бүрхэгдсэн талбайг 8.6 хувьд хүргэх, нэн хүчтэй цөлжсөн газар 4 хувь бууруулах, амьдрах орчны чанар дээшлэх зэрэг үр дүнд хүрэхийн тулд 2022-2030 он хүртэлх хугацаанд Тэрбумаар тоологдох мод тарьж ургуулахдаа зөв газар, зөв зорилготойгоор, зөв модыг тарьж ургуулах нь чухал болохыг онцолсон. Энэхүү зорилгын хүрээнд дараах 4 зорилтыг төлөвлөн ажиллаж эхэлжээ. Зорилт 1-д Уур амьсгалын өөрчлөлтийг сааруулах, ойн хомсдол, доройтлыг бууруулах, усны нөөцийг нэмэгдүүлэх зорилгоор түймэрт өртсөн, хөнөөлт шавжид нэрвэгдсэн, мод бэлтгэсэн талбайг ойжуулах, заган ойн экосистемийг хамгаалах, нөхөн сэргээх замаар ойгоор бүрхэгдсэн талбайг нэмэгдүүлэх, ойн аж ахуйн чадавхыг бэхжүүлэх гэж тодорхойлжээ. Энэхүү зорилтыг биелүүлэхийн тулд “ойгоор бүрхэгдсэн талбайг 2030 он гэхэд 8.6 хувьд хүргэх зорилтын хүрээнд зориудаар ойжуулах, байгалийн сэргэн ургалтыг дэмжих замаар доройтсон ойг нөхөн сэргээх арга хэмжээ авах, арга хэмжээг хэрэгжүүлэх, гүйцэтгэх шинжлэх ухааны үндэслэл, төсөл хөтөлбөр боловсруулах, мөн “Алсын хараа 2050” Монгол улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлоготой уялдуулан ойн аж ахуйг бүсчлэн хөгжүүлэх, тэдгээрийн техник, тоног төхөөрөмж, хүний нөөцийг бүрдүүлэх, чадавхыг бэхжүүлэх” зэрэг арга хэмжээг авч хэрэгжүүлнэ хэмээн заажээ [9]. Иймд энэхүү судалгааг явуулсан зорилго нь Тэрбум мод үндэсний хөдөлгөөнийг амжилттай хэрэгжүүлэхэд газарзүйн мэдээллийн системийн олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргазүйг нэвтрүүлэх боломжийг эрэлхийлэхэд оршино. Газарзүйн мэдээллийн системийн олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргыг ашигласнаар ойжуулалт, нөхөн сэргээлт явуулах газар нутгуудыг бага зардлаар, богино хугацаанд үр дүнтэй төлөвлөх боломжийг бүрдүүлж өгдгөөрөө давуу талтай юм. Шинжлэх ухаан, технологийн ололт амжилтыг амьдралд эрчимтэй нэвтрүүлж байгаа өнөөгийн эринд орон зайн төлөвлөлт, оновчтой байршлыг тогтоосон судалгааны үр дүнг хэрэглэгчдийн болон шийдвэр гаргах түвшинд ихээхэн ашиглаж байна. Ингэснээр уламжлалт хээрийн хэмжилт болон суурин судалгаа, төрөл бүрийн дүн шинжилгээний ажилд шаардагдах нөр их зардал, хөдөлмөрийн хөлсийг ихээхэн хэмжээгээр хэмнэх чухал ач холбогдолтой юм.

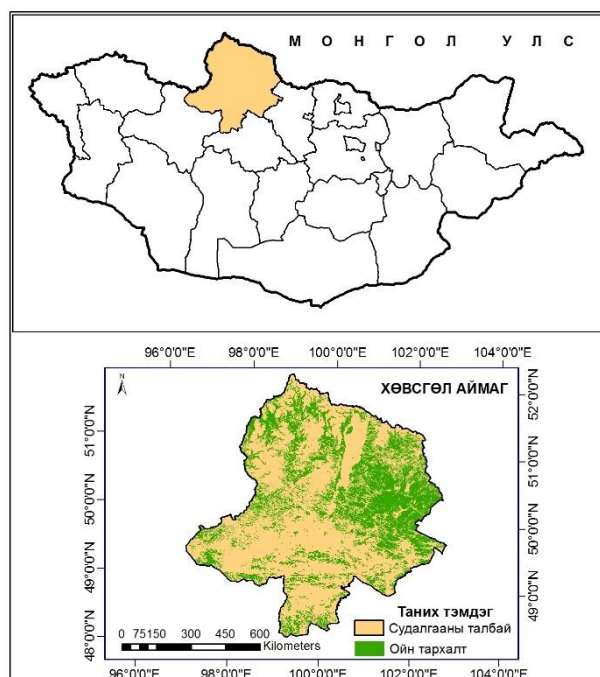
2.1. Судалгааны зорилго, зорилт

Энэхүү судалгааны зорилго нь газарзүйн мэдээллийн системийн олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргазүйг ашиглан байгалийн ойн тохиромжтой байдлыг үнэлэх, ойн нөхөн сэргээлт хийх газрыг оновчтой сонгож төлөвлөхөд шийдвэр гаргагч нарт шинжлэх ухааны үндэслэл бүхий судалгааны аргазүйгээр хангахад оршино. Судалгааны ажлын зорилгоо хэрэгжүүлэхийн тулд дараах зорилтыг 4 дэвшүүлэв. Үүнд:

- Байгалийн ойн тохиромжтой байдлыг үнэлэхэд нөлөөлөх гол байгалийн хүчин зүйлсийг сонгож нөөц, нөхцөлийг судалж, шалгуур үзүүлэлтийг ангилах;
- Байгалийн ойн тохиромжтой байдлыг үнэлэхэд нөлөөлөх голлох нийгэм эдийн засгийн хүчин зүйлсийг сонгож шалгуур үзүүлэлтийг ангилах;
- Хөвсгөл аймгийн хэмжээнд байгалийн ойн тохиромжтой байдлыг үнэлэх, зураглал боловсруулах;

2.2. Судалгааны бүс нутаг

Хөвсгөл аймаг Хангай – Хэнтийн уулархаг их мужийн Хангайн мужийн Сэлэнгэ – Орхоны савын дундаж өндөр уулс, Хэнтийн мужийн Хэнтийн гол нуруу, Хэнтийн захын уулсын тойргуудыг дамнан оршиж, х.ө $48^{\circ} 32' - 52^{\circ} 0'$, зу $96^{\circ} 40' - 102^{\circ} 54'$, далайн түвшнээс дээш 937 – 3491 метрийн өндөрт оршино. Тус аймаг байгалийн бүс, бүслүүрийн хувьд баруун хойд, хойд, зүүн хойд Хөвсгөл нуурын баруун урд хэсгээрээ өндөр уулын бүслүүр (12.8%), баруун, хойд, зүүн, болон төвийн зарим хэсгээрээ уулын тайга (36.4%), Ренчинлхүмбэ, Цагааннуур, Улаанц-Уул болон төв хэсгийн сумын зарим хэсгээр хээрийн бүслүүр (8.5%) бусад хэсгээрээ ойт хээрийн (42.3%) бүсэд тус тус хамрагдана. Хөвсгөл аймгийн олон жилийн агаарын дундаж температур -12 -өөс 0.6°C , жилийн нийлбэр хур тунадас 150 – 600 мм гаруй унадаг [10]. Хөвсгөл аймаг 24 сум, 126 баг, аймгийн нийт нутаг дэвсгэр нь 41152.63 км^2 , 2021 оны байдлаар 137 628 мянган хүн амтай, 5 943 214 гаруй мянган малтай [5].



Зураг 1. Судалгааны талбай

2. СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ

Энэхүү судалгааг хийхдээ Хөвсгөл аймгийн ойн тохиромжтой байдлыг зураглахад байгалийн бүс, бүслүүр [10], хур тунадас, агаарын температурын мэдээ [11] цэвдгийн тархалт [12], хөрсний төрөл [10], голын сүлжээ мөн хиймэл дагуулын бүтээгдэхүүнээс ургамлын нормчилсон ялгаврын индекс [13], өндрийн тоон загвар [14], нийгэм эдийн засгийн хүчин зүйлийг тооцохдоо Ландсат 8 хиймэл дагуулын зургийг татан авч газар тариалангийн талбай, төв суурин газар, авто замыг дүрс өгөгдлийг үүсгэсэн [15]. Мянганы хөгжлийн сангийн хот орчмын бэлчээрийн төслийн хүрээнд 2009 – 2012 оны хооронд Хөвсгөл аймгийн хэмжээнд нийт 19210 малчдын дөрвөн улирлын байршлын цэгэн өгөгдлийг ашигласан. Мөн судалгааны ажлын үр дүнгээ баталгаажуулахын тулд “Ойн судалгаа хөгжлийн төв”-өөс судалгааны талбайн хүрээнд ойн төрөл, нас, доройтсон ойн дүрс өгөгдлийг ашиглан эцсийн үр дүнтэй харьцуулсан

болно. Хиймэл дагуулын мэдээ болон бусад өгөгдлийг боловсруулахдаа орчин үеийн агаар сансрын зураг боловсруулдаг ENVI 5.3, Arcgis 10.8 программ хангамжуудыг ашиглалаа. Эх өгөгдлүүд нь харилцан адилгүй орон зайн шийдтэй байсан тул arcgis программ хангамжийн arctoolbox-resample хэрэглүүрийг ашиглан эцсийн үр дүнг 500 метрийн нарийвчлалтай зургалалаа. Энэхүү судалгаанд нийт 14 хүчин зүйлсийг сонгон авсан бөгөөд шалгуур үзүүлэлтийн ангиллыг дараах хүснэгт 1-д харууллаа.

Хүснэгт 1. Сонгон авсан хэмжигдэхүүнүүдийн шалгуур үзүүлэлтийн ангилал

№	Шалгуур үзүүлэлт	Шалгуур үзүүлэлтийн ангилал					
		Нэг ж	Нэн тохиромжтой (5)	Тохиромжтой (4)	Дунд зэрэг тохиромжтой (3)	Тохиромжгүй (2)	Нэн тохиромжгүй (1)
1	Байгалийн бүс бүслүүр (NZ)	-	Уулын тайгын бүслүүр	Ойт хээрийн бүслүүр	Хээрийн бүслүүр	Өндөр уулын бүслүүр	
2	Хур тунадас (R)	(мм)	>300	300 - 250	250-200	200-150	< 150
3	Өндөр (E)	Метр	1500	1500 - 1700	1700 - 1900	1900 - 2100	2100<
4	Налуу (LS)	Градус	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20<
5	Зүг зовхис (LA)	Градус	Хойд(0-22.5, 337.5-360)	БХ(292.5-337.5), 3Х(22.5-67.5)	Зүүн(67.5-112.5), Баруун(247.5-292.5)	ЗУ(112.5-157.5), БУ(202.5-247.5)	У(157.5-202.5)
6	Цэвдэг (PF)	-	Үргэлжилсэн тархалттай	Тасалданги тархалттай, Алаг цоог	Тохиолдлын тархалттай бүслүүр	Тохиолдлын тархалттай бүслүүр	Улирлын хөлдөлтийн бүс
7	Температур (T)	(°C)	>0.5	0.5°C - 0°C	0°C - -3°C	-3°C - -6	-6<
8	Хөрс ST	Хэвшинж	Уулын тундрийн хөрс, Уулын нугын, Нугын, нугат-намгийн ба намгийн цэвдэгт	Тайгын цэвдэгт хөрс	Уулын тайгийн цэвдэгт (ухаашороон) хөрс, Уулын тайгийн ширэгт	Нимгэн давхаргатай хархүрэн	
9	Ургамлан бүрхэвч (NDVI)		> 0.7	0.7 - 0.5	0.5 - 0.3	0.3 - 0.1	0.1<
10	Голын Сүлжээний нягтшил (RDN)	км/км ²	> 0.8	0.8 - 0.6	0.6 - 0.4	0.4 - 0.3	0.2<
11	Төв суурин газар SA	Метр	> 3000	3000 - 2000м	2000 - 1000м	1000 - 500м	500<
12	Дөрвөн улирлын байршил (SC)	Метр	> 3000	3000 - 2000м	2000 - 1000м	1000 - 500м	500<

1 3	Зам (RN)	Метр	> 3000	3000 - 2000м	2000 - 1000м	1000 - 500м	500<
1 4	Тариалан (CL)	Метр	> 3000	3000 - 2000м	2000 - 1000м	1000 - 500м	500<

Тохиромжтой байдлын үнэлгээнд олон хүчин зүйл ашиглаж байгаа үед олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын (MCDM) арга зүйг ашигладаг. Шалгуур үзүүлэлтийг эрэмбэлэхдээ АНП (analytical hierarchy process) буюу шатлан захирах дүн шинжилгээний аргыг ашигласан бөгөөд анх Saaty 1977 онд боловсруулсан. MCDM нь чанарын болон тоон шалгуурыг хосолмол байдлаар зохицуулж, сонгон авсан шалгуур үзүүлэлтүүд ашиглан шийдвэр гаргагчид асуудлыг шийдвэрлэх боломжийг олгодог [16]. Олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын арга зүйг судлаачид бүх салбарт нарийн нийлмэл, уялдаа холбоо бүхий асуудлыг цогцоор шийдвэрлэх, үнэлэлт дүгнэлт өгөх [17], ойн менежментийн асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд ой төлөвлөлтөд MCDM аргыг ашигласан [18]. Ойжуулах талбайн тохиромжтой байдлын үнэлгээ нь байгаль нийгэм эдийн засгийн олон параметруудээс хамаарч ойг нөхөн сэргээх тохиромжтой байдлын шинжилгээнд хүчин зүйлсийг нэгтгэх, аль параметр нь илүү их нөлөө үзүүлж байгааг тогтоох нь чухал байдаг [19]. Хөвсгөл аймгийн хэмжээнд байгалийн ойн тохиромжтой байдлыг үнэлэхийн тулд 14 үзүүлэлт сонгож авлаа. Шалгуур үзүүлэлтийг эрэмбэлэхдээ АНП (analytical hierarchy process) буюу шаталсан дүн шинжилгээний арга ашигласан бөгөөд дараах томъёогоор тооцооллоо.

$$S_i = \sum X_i * W_i \quad (1)$$

S_i = тохиромжтой байдлын индекс

X_i = Шалгуур үзүүлэлтийн утга

W_i = Шалгуур үзүүлэлтийн жингийн утга

Шалгуур үзүүлэлтүүдийн тохиромжтой байдлын индексийг гаргасны дараа үр дүнг нийцтэй байдлын индекс (CR), нийцтэй байдлын индекс (CI) тооцож байж судалгааны үр дүнг шалгаж баталгаажуулдаг. Хэрэв CR- ийн утга 0.1-ээс бага байх тохиолдолд илүү бодит үр дүнтэй байна. Нийцтэй байдлын харьцааг тооцоолохдоо дараах томъёог ашиглалаа.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

CR – Нийцлийн утга (Saaty 1997)

RI – Random index (Saaty 1997)

CI – Consistency index (Saaty 1997)

Нийцтэй байдлын индексийг тооцоолохдоо дараах томъёог ашиглалаа.

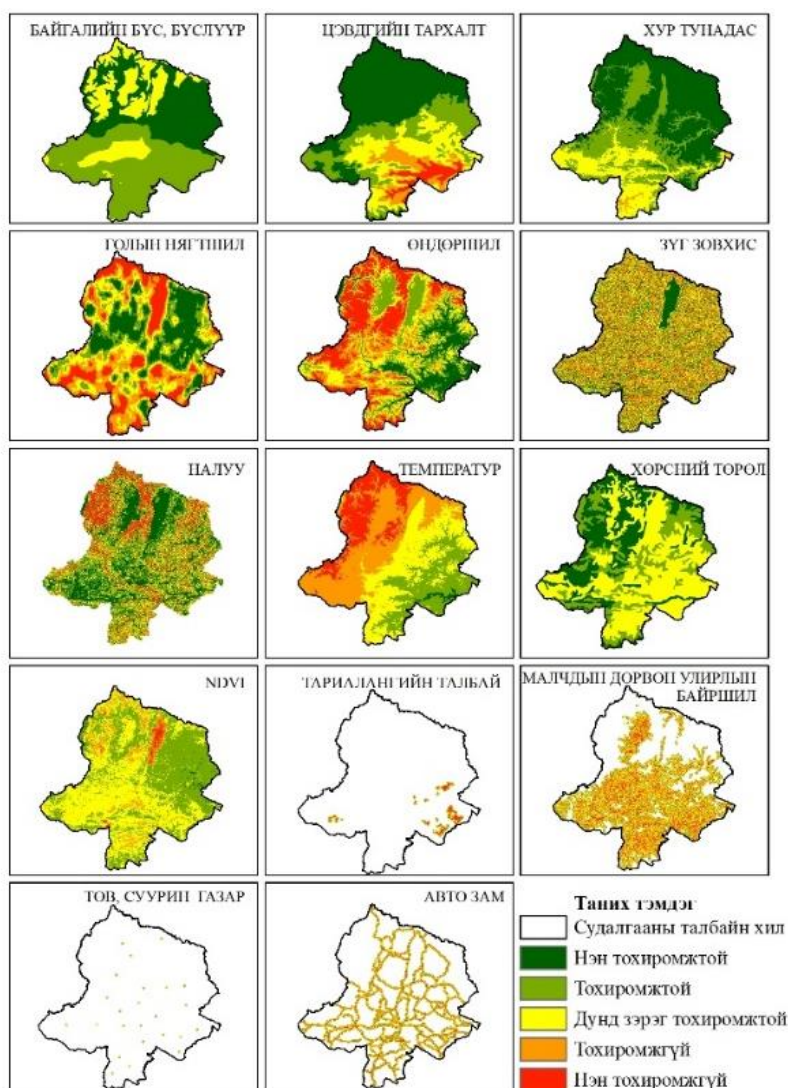
$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

λ_{max} – Матрицын хувийн утга

n – Матрицын хэмжигдэхүүний тоо

3. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Хөвсгөл аймгийн ойн тохиромжтой байдлыг үнэлэхдээ байгалийн бүс, бүслүүр, хур тунадас, агаарын температур, цэвдгийн тархалт, хөрсний төрөл, голын сүлжээ мөн хиймэл дагуулын бүтээгдэхүүнээс ургамлын нормчилсон ялгаврын индекс (NDVI), өндрийн тоон загвар (DEM), нийгэм эдийн засгийн хүчин зүйлээс газар тариалангийн талбай, төв суурин газар, авто зам малчдын дөрвөн улирлын байршил зэрэг суурь өгөгдлийг ашиглан сонгон авсан 14 хүчин зүйлүүдийн шалгуур үзүүлэлтийг (Хүснэгт 1)-ийн дагуу ангилал хийж, оройн зайн тархалтыг үзүүллээ (Зураг 2).



Зураг 2. Сонгон авсан хүчин зүйлүүдийн тохиромжтой байдал

Эдгээр сонгон авсан 14 хүчин зүйлсийн статистик шинжилгээг хийхийн тулд санамсаргүй байдлаар 161 цэг үүсгэж тооцооллоо (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Регрессийн статистик

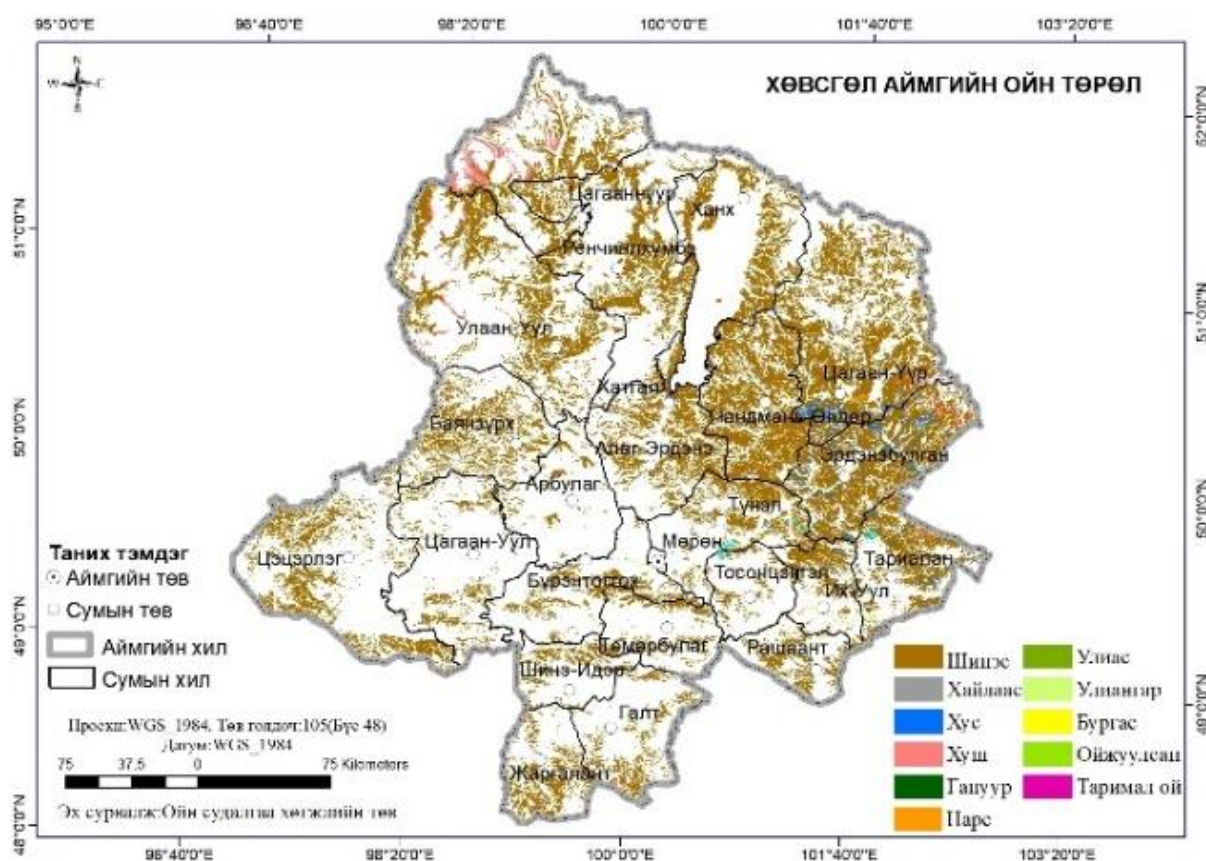
Regression Statistics	
Multiple R	0.747
R Square	0.559
Adjusted R Square	0.520
Standard Error	0.597
Observations	161

Хөвсгөл аймгийн хэмжээнд байгалийн ойн тохиромжтой байдлыг үнэлэхдээ сонгон авсан 14 хүчин зүйлийн шалгуур үзүүлэлтийг эрэмбэлж, шалгуур үзүүлэлт бүрийн жигнэсэн дунджийг (Хүснэгт 3, томьёо 1) олж, нийцтэй байдлын харьцааны (CR=0.081) нөхцөлийг хангаж байсан учраас дараах тэгшитгэлийг ашиглан судалгааны талбайн хэмжээнд байгалийн ойн тохиромжтой байдлын зураглалыг гаргалаа.

Хүснэгт 3. Хүчин зүйлсийн тус бүрийн жингийн утга

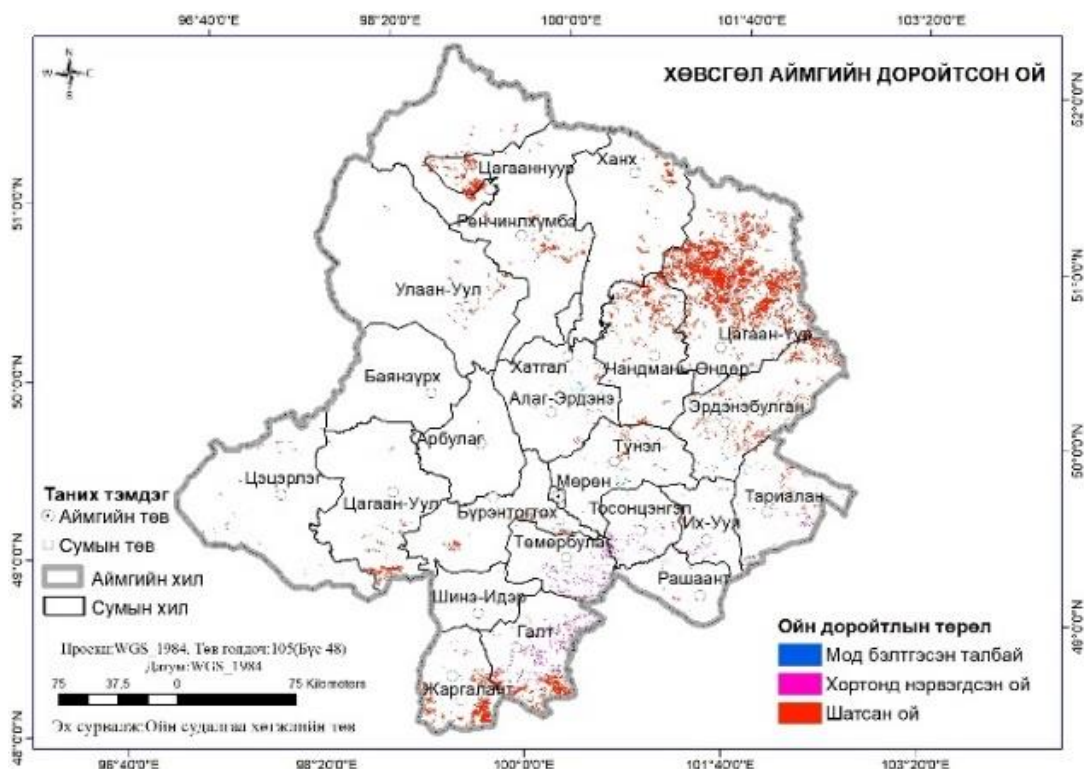
Хүчин зүйлс	Жин	Хүчин зүйлс	Жин
R	0.212	ST	0.0267
NZ	0.1342	NDVI	0.1421
E	0.0667	RDN	0.0851
LA	0.0489	CS	0.0595
LS	0.0213	CL	0.0214
PF	0.106	SA	0.0321
T	0.0123	RN	0.0317

$$S_i = 0.212 * R + 0.1342 * NZ + 0.0667 * E + 0.0489 * LA + 0.0213 * LS + 0.106 * PF + 0.0123 * T + 0.0267 * ST + 0.1421 * NDVI + 0.0851 * RDN + 0.0595 * CS + 0.0214 * CL + 0.0321 * SA + 0.0317 * RN \quad (4)$$



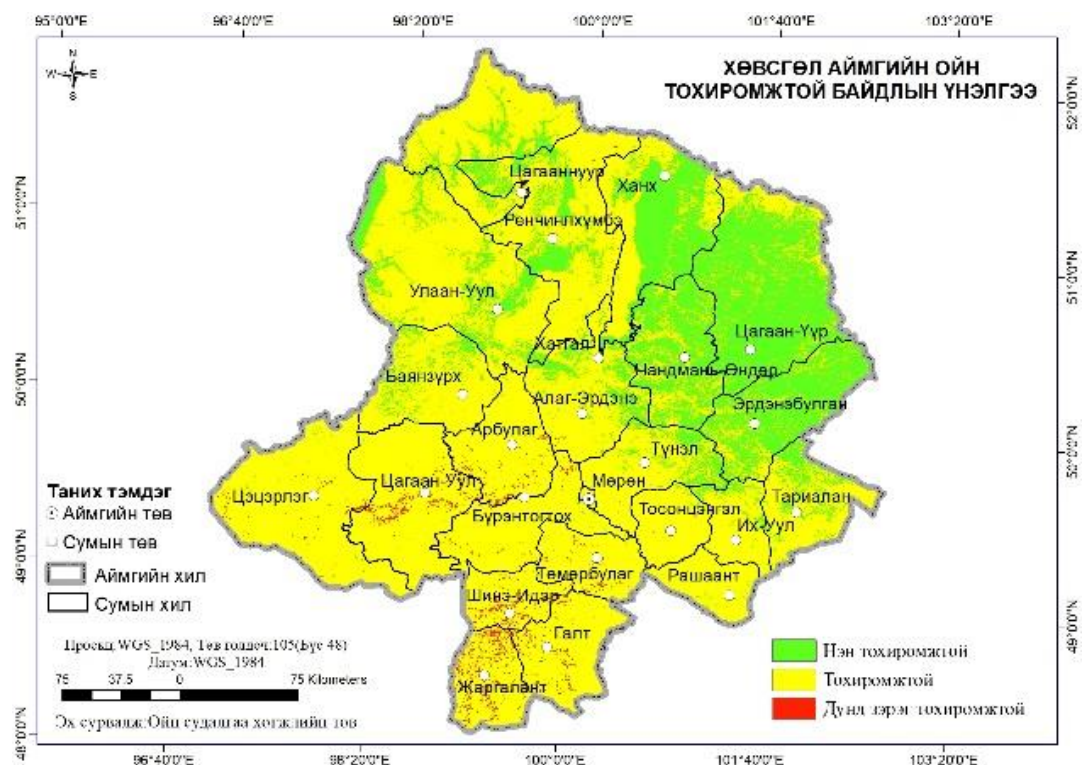
Зураг 3. Хөвсгөл аймгийн ойн төрөл

Хөвсгөл аймгийн газар нутаг нь 10125500.9 га бөгөөд үүнээс ойгоор бүрхэгдсэн 3379150.154 га газар эзэлж нийт газар нутгийн 24.3%-ийг хамарч байна.



Зураг 4. Хөвсгөл аймгийн доройтсон ой

Хөвсгөл аймгийн ойн сан бүхий газрын 394093.1 га доройтсон ой бөгөөд энэ нь нийт ойн сан бүхий газрын 10.5 хувийг эзэлж байна. Доройтсон ойн төрлөөр авч үзвэл түймэрт ойн талбай 89.5%, мод бэлтгэсэн талбай 2.7%, хортонд нэрвэгдсэн талбай 7.8% тус тус эзэлж байна.



Зураг 5. Хөвсгөл аймгийн ойн тохиромжтой байдлын үнэлгээ

Судалгааны талбайн хүрээнд ойн тохиромжтой байдлын 3 ангилалд хувааж судалгааны үр дүнг гаргалаа.

Нэн тохиромжтой газар нутагт

Хөвсгөл аймгийн зүүн, зүүн хойд ихэнх хэсэг, хойд, төв орчмын зарим хэсгээр тус тус тархаж нийт газар нутгийн 24794.2 км² буюу 24.5 хувийг эзэлж байна.

Тохиромжтой газар нутагт

Судалгааны талбайн баруун урд, урд, зүүн урд, төв, хойд, баруун хэсгээр тус тус тархаж нийт газар нутгийн 75337.6км² буюу 74.4 хувийг эзэлж байна.

Дунд зэрэг тохиромжтой газар нутагт

Хөвсгөл аймгийн урд, төв орчмоос урд хэсгээр тус тус хамаарагдаж нийт газар нутгийн 1123.3 км² буюу 1.1 хувийг эзэлж байна.

4. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

MCDM аргагүйг ашиглан ойн ландшафтыг нөхөн сэргээх нь газрын доройтол, биологийн олон янз байдлын алдагдал, усны хомсдол, хөдөөгийн ард иргэдийн амьжиргааны тогтворгүй байдал, уур амьсгалын өөрчлөлтийг бууруулах, дасан зохицох байгаль орчны томоохон асуудлуудыг хамтад нь шийдвэрлэх боломжтой [19]. Биофизикийн хүчин зүйлс болох налуу, өндөршил, температур, хур тунадас, хөрс, нийгэм-эдийн хүчин зүйлсээс зам, гол, хүн амын нягтшилын сонгон авч GIS, MCDM аргыг ашиглан U-тарао голын орчмын ойжуулалт хийх тохиромжтой газрыг тодорхойлсон [20] байна. Газарзүйн мэдээллийн системийн олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргагүйг ашиглан Хөвсгөл аймгийн ойн тохиромжтой байдлыг үнэлсэн ажлын үр дүнд байгалийн голлох хүчин зүйлс болох байгалийн бүс, бүслүүр, уур амьсгал, газарзүй, цэвдэг, ус зүй, хөрс, ургамал нөөцөөс хамаарч ойн тохиромжтой ургах нөхцөл бүрдсэн нь бидний судалгааны гол үр дүн байлаа. Мөн нийгэм эдийн засгийн нөлөөлөх голлох хүчин зүйлс болох малчдын байршил, газар тариалан, төв суурин газар, авто замтай ойртох тусам ойд сөрөг нөлөө учруулж, нөөц багасах, доройтуулах шалтгаан болж байна үзэж болохоор байна.

5. ДҮГНЭЛТ

Бидний судалгааны дүнгээс үзвэл нэн тохиромжтой ангилалд Хөвсгөл аймгийн нийт газар нутгийн 24.5 хувь (24794.2км²), тохиромжтой ангилалд 74.4 хувь (75337.6км²), дунд зэрэг тохиромжтой ангилалд 1.1 хувь (1123.3 км²) нь хамарч байна. Хөвсгөл аймгийн ойн 394093.1 га доройтсон ой бөгөөд энэ нь нийт ойн сан бүхий газрын 10.5 хувийг эзэлж байна. Иймд тохиромжтой гарсан газруудад байгалийн ойн нөхөн сэргээлтийн ажлуудыг төлөвлөх, ойн талбайг нэмэгдүүлэх шаардлагатай байна.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааг хийж гүйцэтгэхэд тулалцаа үзүүлсэн ШУА-ийн Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэнгийн Ойн нөөц, Ой хамгааллын салбар, Цөлжилтийн судалгааны салбар, Ойн судалгаа, хөгжлийн төвийн хамт олонд гүн талархал илэрхийлье.

АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1] Ч. Болдбаатар, Б. Баярцэцэг, Ч. Ганбаатар, ба Б. Тодгэрэл, Ой, Уур амьсгалын өөрчлөлт. UN Redd, Улаанбаатар, 300 хуудас vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73, 2018.
- [2] Ц. Дашзэвэг, Э. Батдорж, Б. Хосбаяр ба А. Мөнх-Эрдэнэ, Ойжуулалт, ойг нөхөн сэргээх мужлал боловсруулах судалгаа. Монгол орны Газарзүй-Геоэкологи эрдэм шинжилгээний сэтгүүл №42, Улаанбаатар, хуудас 265-274, 2021.
- [3] А. Мөнх-эрдэнэ, Э. Жаргалдалай, Э. Батдорж, Д. Цэндсүрэн ба Б. Удвал, Ойжуулахад тохиромжтой талбайг ЗТС ба ГМС-ийг ашиглан тодорхойлох аргазүйн судалгаа. Монгол орны Газарзүй-Геоэкологи эрдэм шинжилгээний сэтгүүл №42, Улаанбаатар, хуудас 326-335, 2021.

- [4] Д. Дэлгэржаргал, М. Хишигжаргал, Ж. Бат-Эрдэнэ, Ч. Оюун ба Г. Мөнхбат, Ой ба Уур амьсгалын өөрчлөлт. Улаанбаатар, хуудас 7, 2018.
- [5] Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яам, Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын тайлан, Улаанбаатар, хуудас 6-16, 2017.
- [6] Г. Даваа, Монгол орны гадаргын усны горим, нөөц, Улаанбаатар, Адмон принт, 408 хуудас, 2015.
- [7] Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яам, Монгол орны ойн өөрчлөлтөд хүргэгч хүчин зүйлсийн урьдчилсан үнэлгээ: Монгол улсын Үндэсний REDD+ стратегийг боловсруулахад дэмжлэг үзүүлэх хэлэлцүүлгийн баримт бичиг. Монгол орны UN-REDD Үндэсний хөтөлбөр, Улаанбаатар, 2015.
- [8] Тэрбум мод үндэсний хөдөлгөөнийг хэрэгжүүлэх стратеги төлөвлөгөө. 2021. Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яам.
- [9] Алсын хараа 2050, Монгол улсын урт хугацааны хөгжлийн бодлого, Улаанбаатар, 2019.
- [10] Монгол улсын үндэсний атлас, ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэн. Улаанбаатар, хуудас 104-105, 120-121, 151-152, 2009.
- [11] <http://www.worldclim.com>
- [12] Я. Жамбалжав, Монгол орны цэвдгийн тархалт, өөрчлөлт, Улаанбаатар, хуудас 21, 2017.
- [13] <https://lpdaac.usgs.gov>
- [14] <https://asterweb.jpl.nasa.gov>
- [15] <https://earthexplorer.usgs.gov>
- [16] T. L. Saaty, Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15, 234-281, 1977. Available: [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- [17] L. Diaz-balteiro and C. Romero, "Multiple Criteria Decision-Making in Forest Planning: Recent Results and Current Challenges," *Handb. Oper. Nat. Res. Manag. Sci.*, vol. 99, no. 3, pp. 473-488, 2007. Available: https://doi.org/10.1007/978-0-387-71815-6_25
- [18] G. Mendoza, "A GIS-Based Multi criteria Approaches To Land Use Suitability Assessment and location *United States Dep. Agric. For. Serv. Gen. Tech. Rep. NC*, pp. 89-94, 2000.
- [19] Газрын харилцаа, геодези, зураг зүйн газар, Ойн сангийн тохиромжтой байдлын үнэлгээ Улаанбаатар, 2015.
- [20] A. Dilawer, B. Shahida, T. Kua-anan, G. Saroj and Montri, GIS-MCDM Approach to Determine Forest Plantation Areas in U-tapao River Basin in Songkhla, Thailand. *INTERNATIONAL JOURNAL OF INTEGRATED ENGINEERING VOL. 12 NO. 2* 294-301, 2020.