

Methodology for Landscape Mapping at the Regional Scale: A Case Study of the Western Region of Mongolia

Munkhdulam Otgonbayar^{1,*}, Renchinmyadag Tovuudorj¹, Batnyam

Tseveengerel¹, Purevsuren Munkhtur¹

¹*Division of Physical Geography, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

*Corresponding author email and ORCID: munkhdulamo@mas.ac.mn, <https://orcid.org/0000-0002-6004-7551>

Received: 10 Jul 2025 / Accepted: 30 Oct 2025 / Published online: 19 December 2025

ABSTRACT

The aim of this study is to systematically identify the landscape types of western Mongolia and to develop a detailed landscape map using a hierarchical classification approach supported by multi-source spatial data. The study employed a combination of traditional geographical survey techniques, remote sensing, geographic information system (GIS)-based spatial analysis, field observations, and statistical modeling. The analysis integrated optical satellite images (Sentinel-2A, Landsat 8, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)), Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) digital elevation models, WorldClim climate datasets, and 1:100,000 scale topographic maps. Morphometric parameters, including elevation, slope, and terrain dissection, were combined with bioclimatic indices such as moisture–heat balance, aridity, and biological productivity to characterize the spatial patterns of natural landscapes. Landscapes were classified into four hierarchical levels class, subclass, group-type, and type—capturing both structural and functional attributes of the environment. In total, 16 principal and 46 sub-landscape types were delineated and mapped at a 1:500,000 scale. The dominant landscape categories included true desert (13.84%), desert steppe (13.78%), mountain steppe (11.53%), semi-desert (10.7%), and dry mountain steppe (7.7%). A key strength of this study lies in its integration of both biophysical and anthropogenic factors, ensuring a comprehensive representation of the region’s environmental heterogeneity. The findings provide a scientifically robust basis for land-use planning, ecosystem service evaluation, and sustainable development strategies. Furthermore, the methodology is consistent with the principles of the European Landscape Convention and offers a transferable framework for regional-scale landscape mapping in Mongolia and other dryland environments across Central Asia.

Keywords: Landscape mapping, Spatial analysis, Satellite data, Western region

Бүс Нутгийн Түвшинд Ландшафтын Зураглал Үйлдэх Аргазүй: Монгол Орны Баруун Бүсийн Жишээн дээр

Мөнхдулам Отгонбаяр^{1,*}, Рэнчинмядаг Товуудорж¹, Батням Цэвээнгэрэл¹,
Пүрэвсүрэн Мөнхтөр¹

¹Физик газарзүйн салбар, Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

*Холбоо барих зохиогчийн цахим хаяг, ORCID: munkhdulamo@mas.ac.mn, <https://orcid.org/0000-0002-6004-7551>

Хүлээн авсан: 2025 оны 07 сарын 10 өдөр / Зөвшөөрөгдсөн: 2025 оны 10 сарын 30 өдөр / Нийтлэгдсэн: 2025 оны 12 сарын 19 өдөр

ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгааны зорилго нь Монгол орны баруун бүсийн ландшафтын хэв шинжийг оновчтой тодорхойлж, олон эх сурвалжийн орон зайн өгөгдөлд тулгуурласан шаталсан арга зүйгээр ландшафтын зураглал боловсруулахад оршино. Судалгаанд газарзүйн судалгааны уламжлалт бичиглэлийн арга, зайнаас тандан судлалын болон газарзүйн мэдээллийн систем (ГМС)-д суурилсан орон зайн дүн шинжилгээний арга, талбайн ажиглалт болон статистикийн загварчлалыг хослуулсан ашигласан. Түүнчлэн Sentinel-2A, Landsat 8, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) хиймэл дагуулын мэдээ, Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)-ийн өндрийн загварын өгөгдөл, WorldClim-ийн уур амьсгалын өгөгдлүүд болон 1:100,000 масштабтай байр зүйн зургийг ашигласан. Морфометрийн (өндөр, хэвгий, хэрчигдэл) болон био-уур амьсгалын (чийг-дулааны тэнцэл, хуурайшилт, биологийн үр ашиг) үзүүлэлтүүдийг ашиглан ландшафтын анги, дэд анги, бүлэг-төрөл, төрөл гэсэн 4 ангиллын түвшинд 16 үндсэн, 46 дэд хэв шинжийг ялган 1:500,000 масштабтай бүс нутгийн ландшафтын зураг боловсруулав. Ландшафтын ангилалд биофизик болон антропоген хүчин зүйлсийг хамтатган системтэй үнэлгээ хийсэн нь энэ ажлын онцлог давуу тал байлаа. Ландшафтын үндсэн хэв шинжүүдэд жинхэнэ цөл (13.84%), цөлжүү хээр (13.78%), уулын хээр (11.53%), хээржүү цөл (10.7%), уулын хуурай хээр (7.7%) зонхилж байв. Судалгааны үр дүн нь бүс нутгийн төлөвлөлт, газар ашиглалт, экосистемийн үйлчилгээний үнэлгээ зэрэг салбарт хэрэглэхүйц шинжлэх ухааны үндэслэлтэй суурь мэдээлэл болж байна. Судалгаанд хэрэглэсэн арга зүй нь Европын ландшафтын конвенцын үзэл баримтлалтай нийцэж, Монгол орны бүс нутгийн түвшний ландшафтын зураглалд өргөн хэрэглэгдэх боломжтой жишиг аргачлал болох боломжтой юм.

Түлхүүр үгс: Ландшафтын зураглал, Орон зайн шинжилгээ, Хиймэл дагуулын мэдээ, Баруун бүс.

1. ОРШИЛ

Даяаршлын эрин үед байгаль хамгааллын тулгамдсан олон асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд дэлхийн улс орнууд засаг захиргааны хил хязгаарыг үл харгалзан, дэлхий нийтээр байгаль орчныг хамтран хамгаалах стратегийн дор нэгдэж

байна. Дэлхий бол харилцан уялдаа бүхий цогц систем учир газар нутгийг зөвхөн засаг захиргааны хилээр хязгаарлан хамгаалах нь үр дүн багатайг олон улс орон хүлээн зөвшөөрч, байгалийн зүй тогтол, экологийн хил заагт нийцсэн орон зайн

зохион байгуулалт, хамтын менежментийн шийдлүүдийг эрэлхийлэх болсон [1].

Нөгөөтгээгүүр, байгалийн нөөцийн тогтвортой менежмент нь тухайн бүс нутгийн байгалийн ландшафтын (жишээлбэл, хотгор гүдгэрийн бүтэц, геологийн тогтоц, уур амьсгал, гадаргын ус, хөрс, ургамлын бүрхэвч) иж бүрэн судалгаанд суурилсан орон зайн төлөвлөлттэй нягт уялдаж хөгждөг [2]. Өөрөөр хэлбэл, дэлхийн хэмжээнд хил хязгаар давсан байгаль хамгааллын хамтын хэлбэрийг онцолж, түүнийг хэрэгжүүлэх суурь нь ландшафтын иж бүрэн судалгаанд тулгуурласан орон зайн төлөвлөлт болон хувирч байна.

Ulrich [3] байгалийн ландшафтыг “хоорондоо нягт уялдаа холбоотой нэг гарал үүсэл бүхий хотгор гүдгэр, геологи, уур амьсгал, хөрс, ус, ургамал, амьтны нэгдлээр тодорхойлогдох дэлхийн гадаргын хэсгийг төлөөлж байгаа нутаг дэвсгэрийн цогцолбор” хэмээн тодорхойлсон нь орчин үеийн ландшафтын орон зайн хандлагын суурь ойлголт болон хэвшсэн юм. Өөрөөр хэлбэл, ландшафт нь байгалийн хам бүрдлийн нэгдлээр тодорхойлогдох хамгийн бага ялгаатай гадаргын төрх байдлыг судалдаг. Тэр ч утгаараа ландшафт нь салбар дундын судалгааны аргазүй нэвтрэх нөхцөлийг бүрдүүлж, улмаар газрын тогтвортой менежментийн үндсэн үүрэг болох төлөвлөлт, зохион байгуулалтыг өөртөө агуулж байдаг.

Өнгөрсөн хугацаанд даян дэлхийн байгаль орчинд гарсан эрс өөрчлөлтүүд нь ландшафт судлалыг газар зохион байгуулалтаас тусгаар авч үзсэнээс үүдсэн гэж зарим судлаачид үздэг [4]. Тийм ч учраас Европын сайд нарын зөвлөлийн хороо 2000 онд Европын ландшафтын конвенцыг соёрхон баталж, Европ даяар хэрэгжүүлсэн нь байгалийн болон соёлын ландшафтын судалгааны цар хүрээг нэмэгдүүлэхэд ихээхэн түлхэц болсон [5-6]. Тус конвенц улс орнуудыг байгалийн болон соёлын ландшафтын шинж чанарыг судлан, төрлийг тодорхойлж, түүнд нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг тогтоох замаар зохистой менежмент, төлөвлөлтийн стратегийг боловсруулахыг уриалсан [7].

Уг конвенцын хэрэгжилтийн үр дүнд ландшафтын хэв шинжийг зөв тодорхойлох, түүний үнэ цэнийг үнэлэх замаар хамгаалалтын механизмыг боловсронгуй болгох нь тогтвортой хөгжлийн чухал бүрэлдэхүүн болохыг олон улс орон хүлээн зөвшөөрч эхэлсэн. Түүнчлэн Европын холбооны ихэнх улс орнууд байгалийн ландшафтын хэв шинжийг оновчтой тодорхойлох олон янзын арга, аргачлалыг туршиж эхэлсэн [8].

Нөгөөтгээгүүр, ландшафтын судалгаа, төлөвлөлтөд биофизик шинж чанаруудад тулгуурласан байгалийн шинжлэх ухааны үзэл баримтлал болон хүний мэдрэмж, соёл, гоо зүйн үнэлэмжид суурилсан хүмүүнлэгийн шинжлэх ухааны үзэл баримтлалууд зэрэгцэн ашиглагдаж эхэлсэн [9]-[11]. Сүүлийн арав гаруй жилийн хугацаанд статистик дэвшилтэт аргууд, нээлттэй өгөгдлийн сангуудын хүртээмж нэмэгдсэнээр ландшафтыг субьектив (ажиглагчийн) байдлаас хамааралгүйгээр ангилж, орон зайн ялгаатай байдлыг илүү бодитойгоор тодорхойлох боломж бүрдэж байна [12].

Энэхүү судалгаа нь Монгол орны баруун бүсийн хэмжээнд ландшафтын хэв шинжийг оновчтой тодорхойлох арга зүй, шалгуур үзүүлэлтийг боловсруулж, орон зайн тархалтын зураглал боловсруулах зорилготой. Тус зорилгыг хэрэгжүүлэхийн тулд дараах зорилтуудыг дэвшүүлсэн. Үүнд:

- Баруун бүсийн байгалийн нөхцөл, нөөц (газрын гадарга, геологийн тогтоц, уур амьсгал, ус, хөрс, ургамал)-ийн сэдэвчилсэн зургуудад дүн шинжилгээ хийх;
- Ландшафтын хэв шинжийг тодорхойлох нэгдсэн арга зүй, шалгуур үзүүлэлтүүдийг боловсруулах;
- Баруун бүс нутгийн хэмжээнд ландшафтын хэв шинжийн ангиллыг зураглал боловсруулах гэх мэт.

2. СУДАЛГААНЫ ТАЛБАЙ

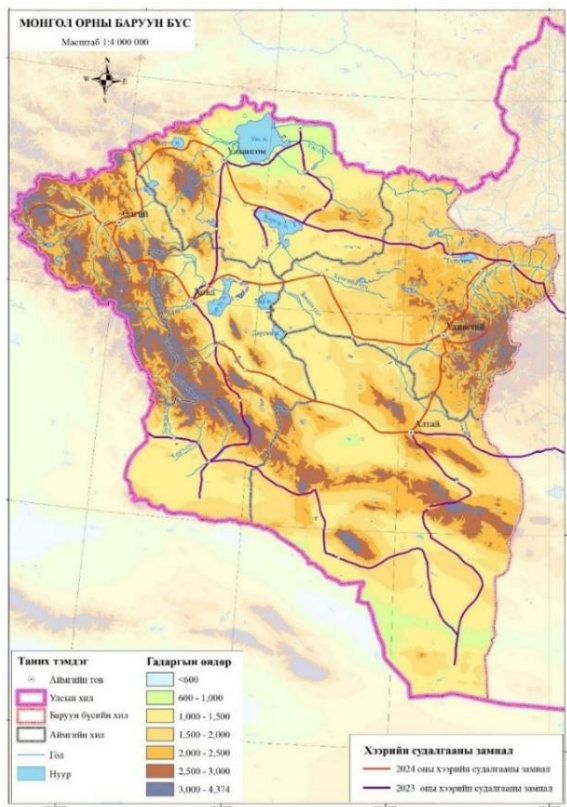
Тус судалгаа нь Монгол орны баруун бүсийн Говь-Алтай, Ховд, Баян-Өлгий, Увс, Завхан аймгийн 41.6 сая га буюу улсын нийт нутаг дэвсгэрийн 26.38%-ийг хамарсан. Баруун бүсэд Монгол улсын нийт хүн хүн амын 11.9% буюу 422.845 хүн ам оршин амьдарч байгаагийн 64.9% нь хөдөөд харьяалагдаж байна. Хүн амын тоогоор Баян-Өлгий аймаг тэргүүлж байгаа (118.3 хүн) бол Говь-Алтай аймаг хамгийн бага (56.5 хүн) хүн амтай байна [13].

2024 оны статистик мэдээгээр Монгол Улсын нийт мал сүргийн 25.4% буюу 14.7 сая толгой мал энэ бүсэд тоологджээ. Үүний 87.1%-ийг бог мал эзэлж, нийт бог малын 47.1%-ийг ямаа бүрдүүлдэг бол үлдсэн 12.9%-ийг бод мал эзэлдэг. Малын тоогоор Ховд аймаг 3.49 сая толгойгоор тэргүүлсэн бол Баян-Өлгий аймагт хамгийн бага буюу 2.13 сая толгой мал тоологдсон [14]. Сүргийн бүтцийн хувьд Говь-Алтай, Ховд аймагт ямаа

давамгайлдаг бол Завхан, Увс аймагт хонь зонхилж байна.

Баруун бүс нь чийглэг-хүйтнээс-нэн хуурай дулаан хүртэл уур амьсгалын 5 өөр мужийг дамнадаг. Жилийн дундаж температур өндөр уулын бүсэд -6°C – -13°C , хотгорын төв хэсэгт 0°C – 3°C , харин Алтайн өвөр говьд 3°C – 9°C хүрдэг байна [15]. Жилийн нийлбэр хур тунадас 50–300 мм хооронд хэлбэлзэх бөгөөд хамгийн бага нь Алтайн өвөр говьд ажиглагддаг. Салхитай өдрийн тоо, агаарын даралт, чийгшлийн түвшин зэрэг нь газарзүйн байрлалаас хамаарч харилцан адилгүй байдаг.

Газар ашиглалтын хувьд, бүсийн нийт нутаг дэвсгэрийн 68.6% нь хөдөө аж ахуйн зориулалттай, 24.7% нь тусгай хэрэгцээний, 5.6% нь ойн сангийн зориулалттай газар тус тус эзэлдэг [16]. Хөдөө аж ахуйн газрын 99.86%-ийг бэлчээр, үлдсэн хэсгийг газар тариалан эзэлдэг. Улсын нийт тариалангийн талбайн 6.5% буюу 41,145.9 га нь баруун бүсэд ногдож байна. Аймгуудаар авч үзвэл үр тариан талбайн хэмжээгээр Увс аймаг, хүнсний ногоо болон төмсний тариалалтаар Ховд аймаг тэргүүлдэг. Мөн Монгол Улсад газар тариалан эрхэлдэг нийт өрхийн 19.4% болон аж ахуйн нэгжийн 13.6% нь баруун бүсэд үйл ажиллагаа явуулж байна.



Зураг 1. Судалгааны талбай

3. СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ, АШИГЛАСАН МЭДЭЭ

3.1. Судалгааны аргазүй

Ландшафтын зураглалын судалгааны үндсэн зорилго нь тухайн нутаг дэвсгэрийн гадаргын төрх байдал, үйл явц, антропоген нөлөө болон тэдгээрийн орон зайн хамаарлыг тодорхойлж системтэйгээр ангилан зураглахад оршино. Энэхүү зорилгыг хэрэгжүүлэхийн тулд олон эх сурвалжийн өгөгдөлд үндэслэсэн шаталсан арга зүйг ашигласан бөгөөд үүнд газарзүйн уламжлалт судалгаа, тандан судалгааны өгөгдөл, газарзүйн мэдээллийн систем (GIS)-ийн технологи, талбайн хэмжилтийн өгөгдөл, оролцогчдод суурилсан үнэлгээ болон статистик загварчлалын аргуудыг хослуулан ашигласан. Судалгааны явцад ландшафтын анги, дэд анги, бүлэг төрөл, төрөл, хэв шинжийг илэрхийлэх сэдэвчилсэн давхаргуудыг давхцуулж, үндсэн болон дэд хэв шинжийн ангиллыг ялгасан. Түүнчлэн сүүлийн жилүүдэд ландшафтын физигномын бүтцийг тодорхойлох судалгаанд өргөн ашиглагдаж буй байршил сонгох, ландшафтын фото зураг авах, фото зурагт суурилсан асуулгын арга, орон зайн өгөгдлийг сонгох аргуудыг ашигласан.

Газарзүйн уламжлалт судалгаа: Байгалийн нөхцөл, газрын гадаргын хэлбэр, газар ашиглалт, ургамалжилт зэрэг байгаль, нутаг дэвсгэрийн онцлогийг суурин боловсруулалтын үе шатанд анхдагч байдлаар зохиогдсон сэдэвчилсэн зургуудад үндэслэн тодруулж улмаар тухайн бүс нутагт хамрах ландшафтын үндсэн төрлүүдийн байршлыг түүврийн аргаар сонгосон. Байршлыг сонгохдоо газрын ашиглалтын хэлбэр, гадаргын тогтоц, уур амьсгалын нөхцөлийг харгалзан үзсэн. Сонгосон байршлуудад тухайн ландшафтыг илэрхийлэх зураг авахдаа 1) гадаргын онцлогийг тодотгох зорилгоор ойрын зураг, 2) ландшафтын төрлийг тодорхойлох харааны түвшний зураг, 3) тухайн орчныг бүхэлд нь дүрслэн үзүүлэх панорама гэсэн 3 төрлийн зургийг авсан.

Зайнаас тандан судлалын өгөгдөл: Landsat, Sentinel, MODIS, STRM зэрэг хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан гадаргын төрх байдал, ургамлын бүрхэвч, хөрсний индексүүдийг тооцсон.

Газарзүйн мэдээллийн систем (GIS): Өгөгдөлд орон зайн дүн шинжилгээ хийх, олон

давхаргат ангилал, зураглалын боловсруулалтад GIS технологийг гол хэрэгсэл болгон ашигласан.

Талбайн хэмжилт, судалгаа: Ургамлын болон гадаргын морфологи бичиглэл, хөрсний дээж болон хүний үйл ажиллагааны улмаас үүссэн өөрчлөлтийг хээрийн судалгааны явцад зурагт буулгасан.

Статистик загварчлал: Судалгааны байршлуудад хамаарах орон зайн хувьсагчид болон оролцогчдын үнэлгээг уялдуулан дүн шинжилгээ хийхэд статистикийн аргуудыг ашигласан. Энэ судалгаанд Монгол Улсын Үндэсний атлас (1990)-ын 1:3 000 000 масштабтай ландшафтын зураг, түүнд хэрэглэгдсэн ангилал, нэршлийг баримталсан [17]. Өөрөөр хэлбэл, баруун бүсийн ландшафтын зураглалын судалгаанд анги, дэд анги, бүлэг, төрөл, хэв шинж, дэд хэв шинж гэсэн ангиллын таксоном нэгжийг баримталдаг.

3.2. Ашигласан мэдээ

Монгол орны баруун бүсийн 1:500,000 масштабтай ландшафтын зургийг зохиоход 10-30 м-ийн орон зайн нарийвчлалтай Sentinel A2 болон Ландсат 08 хиймэл дагуулын олон сувгийн мэдээ, 90 м-ийн орон зайн нарийвчлалтай SRTM хиймэл дагуулын өндрийн тоон загварын мэдээ, 1 км-ийн орон зайн нарийвчлалтай WorldClim-ийн хур тунадас, температурын мэдээ, 250-ийн орон зайн нарийвчлалтай MODIS хиймэл дагуулын ургамлын нормчилсон ялгаврын индекс мэдээ, 1945 онд Зөвлөлт холбоот улс (хуучин нэрээр)-д зохиогдож 1984-1985 онуудад шинэчлэгдсэн 1:100000 масштабтай байр зүйн зургаас гадна Монгол орны физик газарзүйн мужлалын, байгалийн бүс, бүслүүрийн, хөрсний, ургамлын сэдэвчилсэн зургуудыг тус тус ашигласан (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Судалгаанд ашигласан мэдээ, материал

Мэдээний төрөл	Эх сурвалж	Нарийвчлал	Ашигласан зорилго
Sentinel-2A олон сувгийн мэдээ (2023 оны 6-8 сар)	Европын Сансрын Агентлаг (ESA)	10 м	Ургамлын индекс, хөрсний ялгарлыг тодорхойлох
Landsat 8 олон сувгийн мэдээ (2023 оны 6-8 сар)	АНУ-ын Геологийн Судалгааны алба (USGS)	30 м	Гадаргын төрх, газар ашиглалтын төлөвийг тодорхойлох
MODIS NDVI (2023 оны 6-8 сар)	АНУ-ын Үндэсний Агаар ба Сансрын Захиргаа (NASA)	250 м	Ургамлын биологийн үр ашгийг тодорхойлох
SRTM DEM	АНУ-ын Үндэсний Агаар ба Сансрын Захиргаа (NASA)	90 м	Өндрийн тоон загвар (elevation, slope, relief)
WorldClim v2.1	Уур амьсгалын олон жилийн дундаж өгөгдлийг түгээдэг нээлттэй эхийн платформ (worldclim.org)	1 км	Температур, хур тунадас, ууршилт
Мезенцевийн чийгшлийн индекс	Тооцоолол	-	Чийгшлийн зэргийг үнэлэх
Селяниновын чийг-дулааны коэффициент	Тооцоолол	-	Чийг-дулааны харьцааг тодорхойлох
Де Мартоны хуурайшлын индекс	Тооцоолол	-	Хуурайшлын зэргийг үнэлэх
Монгол орны 1:100,000 байр зүйн зураг	ЗХУ, 1945/1984–85	1:100,000	Морфологийн бүтэц, рельефийн тодорхойлолт
Монгол орны байгалийн бүс, бүслүүрийн зураг	Д.Даш 2002	1:3,000,000	Бүслэлийн үндэслэл
Ландшафтын зураг	БНМАУ-ын Үндэсний Атлас (1990)	1:3,000,000	Ангиллын нэршлийг харгалзан үзэх

4. ҮР ДҮН

Ландшафтын зураг бол бүхэл бүтэн геосистемийг дүрслэн харуулдаг. Хэлбэр тектоникийн гол шинж төрх болон ландшафтын

бүтцийг илэрхийлэгч байгалийн бүс, бүслүүрийн бүрдлийг үндэслэн Монгол орны баруун бүсийн хэмжээнд уулын, талын, хотгорын гэсэн 3 ангийн

ландшафтыг ялгасан. Уулын ландшафтыг гадаргын үнэмлэхүй өндрөөр нь өндөр уулын, дундаж өндөр уулын, нам уулын гэсэн 3 дэд ангийг ялгасан. Ландшафтын анги болон дэд ангийг ялгахад SRTM хиймэл дагуулын өндрийн тоон загварын мэдээг ашигласан. Харин хотгоруудад байгалийн онцгой бүсчлэл илэрдэгтэй холбоотойгоор хотгорын ландшафтыг ангиллын эрэмбээр хамгийн том нэгж болгосон.

Уулын болон талын ангийн ландшафтыг гадаргын хэвгий, гадаргын хэрчигдлийн гүн, хэрчигдлийн шигүүг зэрэг морфометрийн үзүүлэлтүүдийг харгалзан ландшафтын бүлэг төрлийг ялгасан. Бүлэг төрлийг бодисын шилжих хөдөлгөөний чиглэлээр нь эвдрэлийн, эвдрэл-элэгдлийн, элэгдлийн, элэгдэл-хуримтлалын, хуримтлалын гэсэн төрөлд хувааж, төрлийг био-уур амьсгалын шинжээр нь мөнх цас, мөсний ландшафтаас авхуулаад хэт гандуу цөлийн ландшафт хүртэл бүсийн болон бүсийн бус ландшафтын үндсэн болон дэд хэв шинжийг тус тус ялгасан. Ландшафтын төрлийг ялгахад чийг-дулааны, чийгшлийн, хуурайшлын, биологийн үр ашгийн зэрэг био-уур амьсгалын үзүүлэлтүүдийг ашигласан.

Био-уур амьсгалын нөхцөлийн илэрхийлэх эдгээр 4 үзүүлэлтийн орон зайн тархалтыг тооцоход WorldClim-ийн 1 км орон зайн нарийвчлалтай 1990-2019 оны сарын дундаж температур болон ууршилтын мэдээ, сарын

нийлбэр хур тунадасны мэдээнээс гадна Селяниновын чийг-дулааны коэффициент, Мезенцевийн чийгшлийн индекс, Де Мартоны хуурайшлын индекс, Иванов, Мезенцев нарын биологийн үр ашгийн индексүүдийг тус тус ашигласан [18], [19].

Эцэст нь Монгол орны баруун бүсийн ландшафтыг бие биедээ шатлан захирагдах анги, дэд анги, бүлэг-төрөл, төрөл гэсэн 4 түвшинд хамаарах бүсийн болон бүсийн бус ландшафтын 16 үндсэн хэв шинж, 46 дэд хэв шинжийг ялган зураглаж, ландшафтын голлох хэв шинжүүдийн тодорхойлолтыг гаргасан (**Зураг 2**).

Тус зургаас харахад Монгол орны баруун бүсийн нийт нутаг дэвсгэр (41,582,900 га)-ийн 0.15%-ийг мөнх цас, мөсний, 2.23%-ийг ян сарьдгийн, 0.99%-ийг өндөр уулын тагийн, 0.48%-ийг өндөр уулын тагийн нугын, 5.15%-ийг хаяа уулын хээрийн, 11.53%-ийг уулын хээрийн, 4.78%-ийг уулын нугын хээрийн, 7.70%-ийг уулын хуурай хээрийн, 3.43%-ийг уулын гандуу хээрийн, 1.02%-ийг цармын болон тайгын ойн, 0.91%-ийг ойт хээрийн, 3.85%-ийг хээрийн, 6.63%-ийг хуурай хээрийн, 13.78%-ийг цөлжүү хээрийн, 0.38%-ийг заримдаг цөлийн, 10.70%-ийг хээржүү цөлийн, 13.84%-ийг жинхэнэ цөлийн, 1.32%-ийг хэт гандуу цөлийн, 2.32%-ийг намгархаг нугын, 0.18%-ийг татмын ойн, 1.83%-ийг татам, татмын нуга, 1.99%-ийг нуур, шал, тойром, 3.96%-ийг элсэн хам бүрдэл тус тус эзэлж байна.

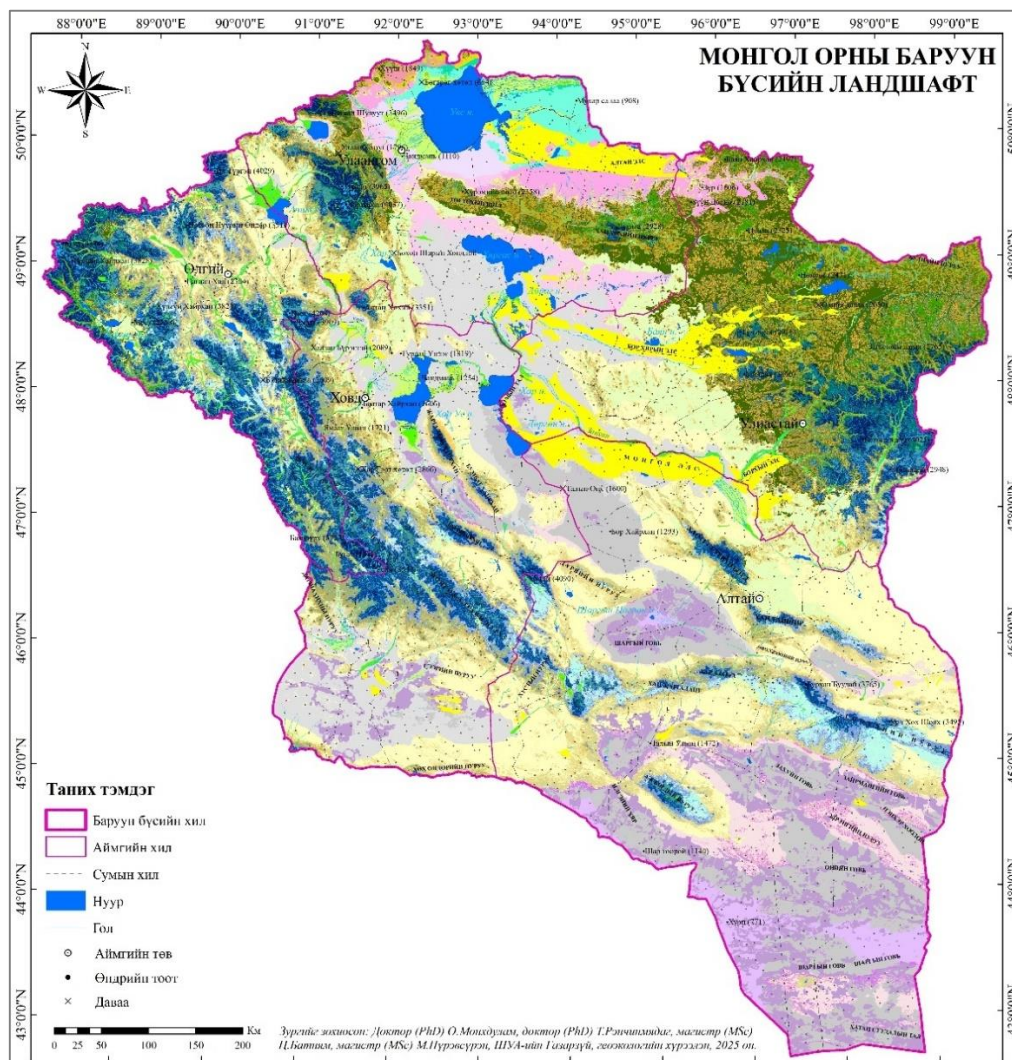
Хүснэгт 2. Судалгааны шинэлэг, давуу талууд ба өмнөх аргуудаас ялгарах онцлог

Шинэчлэлт, давуу тал	Тодорхойлолт	Өмнөх судалгаанаас ялгарах онцлог
Шаталсан ангиллын арга зүй (4 түвшинтэй)	Анги → Дэд анги → Бүлэг-төрөл → Төрөл	Ландшафтын дунд масштабын зураглалын судалгаанд шаталсан ангиллын системийг ашигласан.
Олон эх сурвалжийн өндөр нарийвчлалтай орон зайн өгөгдөл ашигласан	Sentinel-2A (10 м), Landsat 8 (30 м), SRTM DEM (90 м), MODIS NDVI (250 м), WorldClim (1 км)	Өмнөх судалгаанд ихэвчлэн 3000000-5000000 масштабтай сэдэвчилсэн зураг ашиглаж байсан.
Морфометрийн үзүүлэлтүүдийн статистик тооцоолол	Харьцангуй өндөр, налуу, хэрчигдлийн гүн, шигүү гэх мэт	Морфометрийн үзүүлэлтүүдийг урьд өмнө статистик үндэслэлтэйгээр ангиллын шалгуурт тусгаагүй.
Био-уур амьсгалын индексүүдийн өргөн хэрэглээ	Селянинов, Мезенцев, Де Мартон, Иванов нарын уур амьсгалын индексүүд	Монголд био-уур амьсгалын индексүүдийг орон зайн хувьд тооцож ландшафтын зураглалын судалгаанд ашигласан тохиолдол бараг байгаагүй.
Хээрийн зураглал ба оролцогчид суурилсан үнэлгээ	Хээрийн судалгааны 3 төрөл: ойрын, харааны төвшин, панорама + оролцогчоос авсан мэдээлэл	Өмнөх судалгаанд олон нийт, оролцогчийн үнэлгээг тусгадаггүй байсан.
1:500,000 нарийвчлалтай зураглал	Салбарын практикт шууд ашиглахуйц орон зайн шийдэл бүхий хэмжээ	Ихэнх судалгаанд 1:1,000,000-аас том масштабтай зураглал ашиглагдаж байсан.

Европын Ландшафтын
 Конвенцын суурь
 зарчмуудыг нэвтрүүлсэн

Ландшафтыг экосистемийн
 үйлчилгээний суурь нэгж болгон
 авч үзсэн.

Энэ үзэл баримтлалыг Монголд бүс нутгийн
 зураглалд нэвтрүүлж буй анхны
 тохиолдлуудын нэг.



Зураг 2. Монгол орны баруун бүсийн ландшафт



Зураг 3. Монгол орны баруун бүсийн ландшафтын зургийн таних тэмдэг

4. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Энэхүү судалгааны үр дүнд 1:500,000 масштабтай ландшафтын зураглалыг боловсруулсан бөгөөд 16 үндсэн, 46 дэд ландшафтын хэв шинжийг ялган тодорхойлсон нь тухайн нутаг дэвсгэрийн геоморфологийн тогтоц, уур амьсгалын онцлог, газрын бүрхэвчтэй шууд уялдаж байна. Ландшафтын үндсэн хэв шинжийн хувьд жинхэнэ цөл (13.84%), цөлжүү хээр (13.78%), уулын хээр (11.53%) зэрэг хуурайшилт давамгайлсан хэв шинжүүд зонхилж байв. Энэ нь баруун бүсийн хуурай уур амьсгалтай нягт холбоотой бөгөөд бүс нутгийн экосистемийн эмзэг байдлыг тодотгож байна [20], [21].

Морфометрийн үзүүлэлтүүд болох гадаргын өндөр, налуу, хэрчигдлийн гүн, хэрчигдлийн шигүү нь ландшафтын бүтэц болон үйл явцын зүй тогтлыг тайлбарлахад чухал хувь нэмэр оруулсан. Тухайлбал, уулын хуурай хээр болон гандуу хээрийн хэв шинжүүдэд гадаргын налуу, хэрчигдлийн гүн нь элэгдэл-хуримтлалын хэв шинжийг үнэн зөв тодорхойлоход чухал үүрэг гүйцэтгэсэн бөгөөд энэ нь Wilson, Gallant [22]-ын судалгаагаар баталгаажиж байна. Элэгдэл давамгайлсан бүсүүдэд геодинамик идэвхжил ихтэй байгааг илэрхийлж байна [23]. Үүний үр дүнд тухайн бүсийн эмзэг байдал (sensitivity), тэсвэрлэх чадвар (resilience)-ыг үнэлэхэд ашиглагдах суурь мэдээлэл бүрдэж байгаа юм.

Нөгөө талаас, био-уур амьсгалын индексүүдийг судалгааны ангиллын шалгуурт оруулсан нь ландшафтын онцлог үйл явц (functional attributes)-ыг илэрхийлэх чадамжийг нэмэгдүүлсэн. Жишээлбэл, чийг-дулааны коэффициент

(Селянинов), хуурайшлын индекс (Де Мартон), чийгшлийн индекс (Мезенцев), биологийн үр ашгийн индексүүдийг (Иванов, Мезенцев) ашиглан экосистемийн бүтээмж, чийгийн тэнцвэрт байдлыг үнэлсэн. Био-уур амьсгалын индексүүдийн интеграцлал нь зөвхөн гадаргын структур биш, харин байгалийн нөхцөл, нөөц, эрсдэлийн түвшнийг тодорхойлох шинэ аргазүйн үндэс болж байна [24], [25].

Судалгааны бас нэгэн онцлог нь антропоген хүчин зүйлсийг орон зайн зураглалын ангилалд тусгасан явдал юм. Өмнөх судалгаануудын ихэнх нь зөвхөн байгалийн хүчин зүйлсэд төвлөрч байсан бол энэхүү судалгаа нь байгаль-нийгмийн харилцан хамаарлыг илүү бодитоор тусгасан. Үүний үр дүнд ландшафтын зураглал нь зөвхөн байгаль шинжлэх ухааны судалгаанд бус, орон зайн төлөвлөлт, газрын зохистой менежмент, экосистемийн үйлчилгээний үнэлгээнд шууд хэрэглэгдэхүйц үнэ цэнтэй суурь материал болж байна [26], [27].

Хэдийгээр энэхүү зураглал нь бүс нутгийн түвшинд өндөр ач холбогдолтой ч тодорхой хязгаарлалтууд байсаар байна. Тухайлбал, ангиллын шалгуур үзүүлэлтийн тодорхойгүй байдал, орон зайн нөлөөлөл, хээрийн судалгааны хязгаарлагдмал байдал нь нийт зураглалын найдвартай байдалд нөлөөлж болох талтай [28]. Иймд цаашид уг аргазүйг Монгол орны бусад бүсэд туршин хэрэгжүүлж, олон жилийн (time-series) өөрчлөлтийн шинжилгээтэй уялдуулан сайжруулах шаардлагатай.

Эцэст нь тэмдэглэхэд, Европын Ландшафтын Конвенцын үзэл баримтлалд [29]-[32] нийцүүлэн ландшафтыг зөвхөн биофизик нэгж бус, харин байгаль-нийгмийн интеграцчилсан систем хэмээн авч үзэх нь энэхүү судалгааны суурь онолын хандлагыг бүрдүүлсэн бөгөөд Монгол орны нутаг дэвсгэрт ландшафтын зураглал хийх жишиг аргазүй болох бүрэн боломжтой гэж үзэж байна.

5. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны гол зорилго нь Монгол орны баруун бүсийн ландшафтын хэв шинж түүний орон зайн тархалтыг шаталсан арга зүйгээр нарийвчлан судалж, 1:500,000 масштабтай ландшафтын зураглал боловсруулах явдал байв. Судалгаанд уламжлалт газарзүйн бичиглэл, зайнаас тандан судлалын мэдээ, ГМС-д суурилсан орон зайн шинжилгээ, талбайн хэмжилт, статистикийн загварчлал болон оролцогчдод суурилсан үнэлгээ зэрэг олон төрлийн аргыг хослуулан хэрэглэсэн нь энэхүү судалгааны шинэлэг бөгөөд дэвшилтэд тал байлаа. Энэ нь ландшафтын байгалийн элементүүд болох гадаргын хэлбэр, уур амьсгал, хөрс, ургамлын бүрхэвчийг системтэй үнэлэх боломжийг бүрдүүлж, байгалийн бүс болон бүслүүрийн түвшинд илүү нарийвчилсан ангиллыг хийх нөхцөлийг бүрдүүлж өгсөн.

Судалгааны үр дүнд нийт 16 үндсэн, 46 дэд хэв шинжийн бүсийн болон бүсийн бус ландшафтыг ялган, орон зайн тархалтын зураглалыг боловсруулсан. Тус судалгаанд төрөл бүрийн индексийн аргаар тооцсон хүрээлэн буй орчны хувьсагчуудыг ангиллын шалгуурт тусгасан нь ландшафтын зураглалыг илүү нарийвчлалтайгаар дүрслэн харуулах боломжийг олгосон. Ийм нэгдмэл аргазүй нь зөвхөн суурь шинжлэх ухааны судалгаанд төдийгүй бүс нутгийн төлөвлөлт, газар ашиглалтын зохистой менежмент, байгаль хамгааллын төлөвлөлт, экосистемийн үйлчилгээний үнэлгээ зэрэг судалгаанд шууд хэрэглэгдэхүйц ач холбогдолтой юм.

Мөн судалгаанд ашигласан арга зүй нь Европын Ландшафтын Конвенцын үзэл баримтлалтай нийцэж, ландшафтыг зөвхөн биофизик нэгж биш, харин байгаль-нийгмийн нэгдмэл систем хэмээн авч үзсэн онолын чиг хандлагыг Монгол орны баруун бүсийн жишээгээр нотлон харууллаа. Иймээс энэхүү судалгаа нь бусад бүс нутгийн түвшинд ландшафтын зураглал хийх аргазүйн жишиг туршлага болж, цаашид

өргөн хүрээнд нэвтрүүлэх боломжтой хэмээн дүгнэж байна.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааг 2022-2024 онд ШУА-ийн Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнгийн Физик газарзүйн салбарт Шинжлэх ухаан технологийн сангийн захиалгаар хэрэгжсэн “Монгол орны баруун бүсийн ландшафт, геоморфологийн нэгдсэн зураглал, мэдээллийн сан” суурь судалгааны төслийн хүрээнд хийж гүйцэтгэсэн бөгөөд тус судалгааг амжилттай гүйцэтгэхэд дэмжлэг үзүүлсэн сэдвийн удирдагч доктор Т.Рэнчинмядаг болон Физик газарзүйн салбарынхаа хамт олондоо талархал илэрхийлье.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] L. López-Hoffman, R. G. Varady, K. W. Flessa, and P. Balvanera, “Ecosystem services across borders: A framework for transboundary conservation policy,” *Front. Ecol. Environ.*, vol. 8, no. 2, pp. 84–91, 2010, <https://doi.org/10.1890/070216>.
- [2] G. Metternicht, *Land Use and Spatial Planning: Enabling Sustainable Management of Land Resources*, Cham, Switzerland: Springer, 2018, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-71861-3>.
- [3] R. S. Ulrich and B. Biophilia, “Natural landscapes,” in *The Biophilia Hypothesis*, pp. 73–137, 1993.
- [4] A. Butler, “Dynamics of integrating landscape values in landscape character assessment: the hidden dominance of the objective outsider,” *Landsc. Res.*, vol. 41, no. 2, pp. 239–252, 2016, <https://doi.org/10.1080/01426397.2015.1135315>.
- [5] C. A. Múcher, J. A. Klijn, D. M. Wascher, and J. H. J. Schaminée, “A new European landscape classification (LANMAP): A transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes,” *Ecol. Indic.*, vol. 10, no. 1, pp. 87–103, 2010, doi: 10.1016/j.ecolind.2009.03.018.
- [6] G. Mikusiński, M. Blicharska, H. Antonson, M. Henningsson, G. Göransson, P. Angelstam, and A. Seiler, “Integrating ecological, social and cultural dimensions in the implementation of the Landscape Convention,” *Landsc. Res.*, vol. 38, no. 3, pp. 384–393, 2013,

- <https://doi.org/10.1080/01426397.2011.650629>.
- [7] C. A. Mùcher, R. G. H. Bunce, R. H. G. Jongman, J. A. Klijn, A. J. M. Koomen, M. J. Metzger, and D. M. Wascher, *Identification and Characterisation of Environments and Landscapes in Europe*, vol. 832. Wageningen, Netherlands: Alterra, 2003.
- [8] M. Jones and M. Stenseke, Eds., *The European Landscape Convention: Challenges of Participation*, Landscape Series, vol. 13, Dordrecht, Netherlands: Springer, 2011, <https://doi.org/10.1007/978-90-481-9932-7>.
- [9] M. Antrop, "Background concepts for integrated landscape analysis," *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 77, no. 1–2, pp. 17–28, 2000, [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00089-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00089-4).
- [10] D. Cosgrove, "Cultural cartography: maps and mapping in cultural geography," in *Annales de Géographie*, no. 2–3, pp. 159–178, 2008. Cairn/Isako.
- [11] V. Van Eetvelde and M. Antrop, "Indicators for assessing changing landscape character of cultural landscapes in Flanders (Belgium)," *Land Use Policy*, vol. 26, no. 4, pp. 901–910, 2009.
- [12] J. A. Manzanares and J. M. M. Álvarez, "Multivariate versus traditional methodology for the identification and classification of landscapes," [*Journal name unavailable*], [publication details not provided].
- [13] Үндэсний статистикийн хороо, *Баруун бүсийн хүн амын тоо*, Улаанбаатар, 2024.
- [14] Үндэсний статистикийн хороо, *Баруун бүсийн малын тоо*, Улаанбаатар, 2024.
- [15] Үндэсний статистикийн хороо, *Баруун бүсийн уур амьсгалын мэдээ*, Улаанбаатар, 2024.
- [16] Үндэсний статистикийн хороо, *Баруун бүсийн газрын нэгдмэл сангийн мэдээ*, Улаанбаатар, 2024.
- [17] Ш. Цэгмид, В. С. Преображенский, Н. В. Фадеева, Х. Тулгаа, ба Д. Даш, *1 : 3 000 000 масштабаар ландшафтын зураг, Монгол Улсын Үндэсний атлас*, 1990.
- [18] M. Otgonbayar, "Mapping pasture biomass in Mongolia using Partial Least Squares, Random Forest regression and Landsat 8 imagery," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 40, no. 8, pp. 3204–3226, 2019. Available: <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1541110>.
- [19] M. Otgonbayar, E. Sumiya, and R. Tovvudorj, "Estimating spatial distribution of aridity and moisture indices of Mongolia using remotely sensed time series data," *Proc. Mong. Acad. Sci.*, vol. 61, no. 01, pp. 20–29, 2021, <https://doi.org/10.5564/pmas.v61i01.1558>.
- [20] Y. Qian *et al.*, "Landscape classification using DEM and remote sensing indices," *Sci. Total Environ.*, 2020.
- [21] T. Simensen *et al.*, "Landscape mapping and indicator-based evaluation: a review," *Ecol. Indic.*, vol. 89, pp. 194–209, 2018.
- [22] J. P. Wilson and J. C. Gallant, *Terrain Analysis: Principles and Applications*, New York, NY, USA: John Wiley & Sons, 2000. ISBN: 978-0-471-32188-0.
- [23] C. H. Grohmann, M. J. Smith, and C. Riccomini, "Surface roughness of topography: a multi-scale analysis of landform elements in a semiarid region of Brazil," *Geomorphology*, vol. 113, no. 1–2, pp. 12–23, 2009. Available: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.06.006>.
- [24] G. Bocco *et al.*, "Landscape functional mapping integrating environmental and social indicators," *Land Use Policy*, vol. 97, p. 104784, 2020.
- [25] Z. Li, X. Zhang, J. Wang, Y. Liu, and X. Li, "Integrating biophysical and functional attributes for landscape ecological classification using remote sensing and GIS: a case study in arid and semi-arid regions of northern China," *Ecol. Indic.*, vol. 149, p. 110189, 2023. Available: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110189>.
- [26] C. Crowley *et al.*, "Integrating land use and landscape ecology for ecosystem services planning," *Environ. Sci. Policy*, vol. 112, pp. 294–304, 2020.
- [27] D. A. Ojwang *et al.*, "Mapping coupled socio-ecological systems using remote sensing," *Remote Sens. Ecol. Conserv.*, 2024.
- [28] *Frontiers in Remote Sensing*, "Assessing landscape classification stability across methods," 2023. <https://doi.org/10.3389/frsen.2023.1188635>.
- [29] F. S. Siangulube, M. A. Ros-Tonen, J. Reed, E. R. C. Bayala, and T. Sunderland, "Spatial tools for inclusive landscape governance: negotiating land use, land-cover change, and future landscape scenarios in two multistakeholder platforms in Zambia," *Land*, vol. 12, no. 4, p. 804, 2023. <https://doi.org/10.3390/land12040804>.

- [30] M. Antrop, "Background concepts for integrated landscape analysis," *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 77, no. 1–2, pp. 17–28, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00089-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00089-4).
- [31] O. F. Council, "Europe," in *European Landscape Convention*, *Eur. Treaty Ser.*, vol. 176, pp. 1–7, 2000.
- [32] V. Van Eetvelde and M. Antrop, "Indicators for assessing changing landscape character of cultural landscapes in Flanders (Belgium)," *Land Use Policy*, vol. 26, no. 4, pp. 901–910, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.11.001>.