



МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ
ШИНЖЛЭХ УХААНЫ СУРГУУЛЬ
ГАЗАРЗҮЙН ТЭНХИМ

Газарзүйн асуудлууд

Geographical Issues

Volume 23 (1)

ISSN: 2312-8534

2023

Улаанбаатар хот

Экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнд газар ашиглалтын өөрчлөлтийн нөлөөллийг шинжлэх нь

Analysis of the impact of land use change on the ecosystem service value

©Хан Жиашин¹, Д.Энхжаргал², С.Мөнхнаран²
Han Jiaxin¹, Enkhjargal Dalaibaatar^{2*}, Munkhnaran Sugar²

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

²Department of Geography, School of Arts and Sciences, National University of Mongolia, Mongolia

*Харилцагч зохиогч: enkhee_jal@num.edu.mn

*Corresponding author: enkhee_jal@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2022.10.22

Засварласан: 2023.04.13

Зөвшөөрөгдсөн: 2023.04.19

Хураангуй

Экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнд (ЭҮҮЦ) үзүүлэх газар ашиглалтын өөрчлөлтийн (ГАО) нөлөөллийг шинжлэх нь экологийн нөхөн сэргээлтийн төлөвлөгөө, газрын нөөцийг нарийн зохицуулах, тогтвортой хөгжүүлэх, газар ашиглалтын бодлогыг боловсруулах, хэрэгжүүлэхэд үнэтэй зөвлөгөө өгөх болно. ӨМӨЗО нь Хятадын хойд хилд оршдог бөгөөд нийт 1 сая 183 мянган хавтгай дөрвөлжин километр газар нутагтай. Энэ бол Хятадын хойд хэсгийн хамгийн том, хамгийн өргөн хүрээтэй экологийн функциональ бүс юм. Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь эквивалент хүчин зүйлийн үнэлгээний аргыг ашиглан 1990-2020 он хүртэл Өвөр Монголын экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийг үнэлэх юм. Мөн сүүлийн 30 жилийн газар ашиглалтын өөрчлөлтийн дагуу, экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийн нөлөөллийн механизмд дүн шинжилгээ хийж, Өвөр Монголын нутаг дэвсгэрийн орон зайг илүү чанартай, илүү үр ашигтай, шударга, тогтвортой хөгжүүлэхэд үр дүнтэй дэмжлэг үзүүлэх зорилготой. Үр дүнгээс харахад тариалангийн газар, усны экосистемийн ЭҮҮЦ мэдэгдэхүйц буурч, харин ой, бэлчээрийн экосистемийн ЭҮҮЦ мэдэгдэхүйц нэмэгдсэн байна.

Түлхүүр үгс: газар ашиглалтын өөрчлөлт, экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнэ, эквивалент хүчин зүйл, экологийн функц

Abstract

Analyzing the impact of land-use change (LUC) on ecosystem service value (ESV) will provide a valuable reference for the development and implementation of ecological restoration plans, precise management of land resources, and the formulation and implementation of land-use policies. The Inner Mongolia Autonomous Region is located on the northern border of China and has a total area of 1,183,000 square kilometers. It is the largest and most comprehensive ecological functional area in northern China. The aim of the study is to evaluate the ecosystem service value of Inner Mongolia from 1990 to 2020 using the equivalent factor valuation method. It also aims to effectively support the higher quality, more efficient, fair and sustainable development of Inner Mongolia's territorial space by analyzing the impact mechanisms of ecosystem service values according to land use changes over the past 30 years. The results show that the ESV of cropland and water land decreased significantly, while the ESV of forest and grassland ecosystems increased significantly.

Keywords: Land use change, Ecosystem service value, Equivalent factor, Ecological function

Оршил

Экосистем нь уур амьсгалыг зохицуулах, биологийн олон янз байдлыг хадгалах зэргээр хүний амьдрах орчны тэнцвэрт байдлыг дэмжих, хадгалахаас гадна хүний амьдралд шаардлагатай хоол хүнс, үйлдвэрлэлийн түүхий эдээр хангаж, хүн төрөлхтөнд сэтгэл зүй, гоо зүйн таашаалыг өгч байдаг (Zhao & Yang, 2007). Экосистемийн үйлчилгээ гэдэг нь хүн төрөлхтөн экосистемээс шууд болон шууд бусаар хүртэж буй үр өгөөж (Costanza et al., 1997; Barbier et al., 2009) буюу

©Зохиогчийн оруулсан хувь нэмэр: Хан Жиашин, Д.Энхжаргал: Онолын үндэслэл, аргазүй боловсруулалт, өгөгдөл боловсруулалт, үндсэн бичвэр, С.Мөнхнаран: Үр дүнгийн хяналт.

экосистемийн бүтэц, чиг үүрэг, үйл явцаар дамжуулан хүний эрүүл мэнд, сайн сайхан байдал, нийгмийн дэвшил, эдийн засгийн хөгжил, байгаль орчны тэнцвэртэй байдал зэргийг сайжруулах олон талын ач холбогдолтой байдаг (Qiu, Hu, & Zhang, 2021). Экосистемийн үйлчилгээ нь голчлон хүний сайн сайхан байдалд шууд нөлөөлдөг хангамжийн үйлчилгээ, зохицуулах үйлчилгээ, соёлын үйлчилгээ, болон эдгээр гурван төрлийн үйлчилгээг хэвийн хадгалахад шаардлагатай туслах үйлчилгээ гэсэн үндсэн дөрвөн төрлийн үйлчилгээнээс бүрддэг (Costanza et al. 1997; Naeem, 2009).

1997 онд Костанза нарын судлаачид дэлхийн экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийн (ЭҮҮЦ) үнэлгээний тухай өгүүлэл хэвлүүлснээс хойш энэхүү сэдвийг өргөнөөр судлах болсон (Qiu, Hu, & Zhang, 2021). Олон судлаачид экосистемийн үйлчилгээ, газар ашиглалтын өөрчлөлт (ГАӨ), тэдгээрийн хоорондын уялдаа холбоог судлах нь экосистемийг нөхөн сэргээх, удирдах, хамгаалах (Naeem, 2009), газар ашиглалтыг төлөвлөлтийг сайжруулах, экосистемийн үйлчилгээнүүдийг тогтвортой хадгалахад чухал ач холбогдолтой гэж үзэж байна (Fu, 2013).

Сүүлийн үед экосистемийн үйлчилгээг газар ашиглалтын өөрчлөлттэй холбосон судалгаа их хийгдэх болж 1988-аас 2014 оны хооронд зөвхөн энэ чиглэлийн судалгааны 792 бүтээл хэвлэгдсэнээс ихэнх нь газар ашиглалтын хэв шинж өөрчлөгдөхөд экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэн хэрхэн өөрчлөгдөх талаар судалдсан байдаг (Fu, et al., 2015).

Хүн амын өсөлт, эдийн засгийн хөгжил нь экосистем болон экосистемийн үйлчилгээний эрэлт хэрэгцээг нэмэгдүүлж, үр дүнд нь ихэвчлэн доройтол явагдан экосистемийн үйлчилгээ үзүүлэх чадварыг алдагдуулж байна. Байгаль орчин ба хүний үйл ажиллагааны цаг хугацаа, орон зайн харилцан үйлчлэлийн бүтээгдэхүүн болох газар ашиглалтын өөрчлөлт нь экосистемийн бүтэц, чиг үүрэг, үйл ажиллагааг эрс өөрчилж, улмаар экосистемд нөлөөлдөг (Martínez et al., 2009; Zorrilla-Miras et al., 2014). Тухайлбал хүний үйл ажиллагаа дэлхийн газрын бүрхэвчийг ихээхэн өөрчилсөн. Өнөөдөр тариалангийн талбай дэлхийн нийт хуурай газрын бараг 11 хувийг, бэлчээрийн талбай 1700 онд 324 сая га байсан бол 2000 онд 3429 сая га болж нэмэгдсэн нь нийт хуурай газрын 25%-ийг эзэлж байна (Remme et al., 2011). Газар ашиглалтын ийм өөрчлөлт нь экосистемийн үйлчилгээ үзүүлэх чадавхид хүчтэй нөлөөлдөг (Naeem, 2009). Зөвхөн 1997-2011 оны хооронд дэлхийн нийт газар ашиглалтын өөрчлөлтүүд жил бүр 4.3-20.2 их наяд долларын үнэ бүхий экосистемийн үйлчилгээний алдагдалд хүргэсэн гэж тооцоолсон байна (Costanza et al. 2014).

Энэ судалгаанд Өвөр Монголын газар ашиглалтын төлөвлөлтөд ГАӨ-ийн ЭҮҮЦ, газар ашиглалтын өөрчлөлтийн хариу арга хэмжээ, мөн газар ашиглалтын хэв маягийг оновчтой болгох, сайжруулахад хэрэгтэй газар төлөвлөлтийн бодлого, экосистемийг хамгаалах арга хэмжээг судалсан. Хүний үйл ажиллагаа, уур амьсгалын өөрчлөлтөөс үүдэлтэй ГАӨ нь экосистемийн төрөл, үйлчилгээний төрөл, эрчмийг өөрчилж, улмаар ЭҮҮЦ-д өөрчлөлт оруулдаг (Guo et al., 2022). Өнөөдөр ГАӨ-ийн ЭҮҮЦ-д үзүүлэх нөлөөллийн орон зай, цаг хугацааны шинжилгээний арга зүйн талаар судалгаа дутмаг байна. Тиймээс экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийг үнэлэх эквивалент хүчин зүйлийн аргыг сонгон авч 1990-2020 оны хоорондох 30 жилийн газар ашиглалтын өөрчлөлтийг үнэлэн, газар ашиглалтын өөрчлөлтийн хариу арга хэмжээг тодорхойлох зорилгоор энэхүү судалгааг хийсэн.

Судалгааны материал, аргазүй

Экосистемийн үйлчилгээний үнэлгээний хоёр төрлийн арга байдаг: 1) Нэгж функцийн үнэлгээний арга - Энэ арга нь тооцоолоход нарийн төвөгтэй, экосистемийн үйлчилгээ бүрийн үнэ цэнийг үнэлэх нэгдсэн параметрийн стандарт байдаггүй. Түүнчлэн энэ аргын онол, арга зүйн тогтолцоо бүрдээгүй тул энэ аргыг бараг ашигладаггүй (Wang et al., 2022a); 2) Нэгж талбайн үнийн эквивалент хүчин зүйлд үндэслэсэн арга (эквивалент хүчин зүйлийн арга) - Энэ арга нь практикт харьцангуй энгийн, ашиглахад хялбар, үр дүнг тодорхой тооцоолох болон харьцуулахад хялбар, экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийг хурдан тооцох боломжтой (Costanza et al., 2014), итгэл

үнэмшил өндөр арга байна (Zhang et al., 2020). Костанза болон бусад эрдэмтэд экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийн тоон загварыг анхлан боловсруулж, экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийг тооцох зарчим, аргуудыг тодруулсан. Үүний дараа Ши нар (2015) нь Костанза нарын судалгаанд үндэслэн Хятадын бодит нөхцөл байдалтай уялдуулан өөрчилж, Хятадын экосистемийн нэгж талбайн үйлчилгээний үнэ цэнийг тооцсон бөгөөд энэ үнэлгээ нь өргөн хэрэглэгддэг. Тиймээс энэхүү судалгаанд ЭҮҮЦ-ийг үнэлэх эквивалент хүчин зүйлийн аргыг сонгосон.

Энэ аргад нэг стандарт нэгж экосистемийн үйлчилгээний үнийн эквивалент хүчин зүйл (цаашид стандарт эквивалент гэх) гэж улсын дундаж ургацтай 1 га тариалангийн талбайн жилийн байгалийн үр тарианы эдийн засгийн үнэ цэнийг хэлэх бөгөөд бусад экосистемийн үйлчилгээний эквивалентын хүчин зүйлүүд нь үүн дээр суурилдаг (Xie, 2003). Энэхүү судалгаанд Xie нарын (2015) тооцоолсон стандарт эквивалент болох үр тарианы гарцын эдийн засгийн үнэ цэн 3,406.5 юань/га ба бусад экосистемийг үйлчилгээний үнийг ашигласан (Хүснэгт 1). Хүснэгтэд экосистемийг 6 ангилал, 14 дэд ангилалд, экосистемийн үйлчилгээг хангамжийн үйлчилгээ, зохицуулах үйлчилгээ, туслах үйлчилгээ, соёлын үйлчилгээ гэсэн 4 ангилалд хувааж, цаашлаад хүнсний үйлдвэрлэл, түүхий эдийн үйлдвэрлэл, усан хангамж, хийн зохицуулалт, цаг уурын зохицуулалт, хүрээлэн буй орчны цэвэршүүлэх, ус зүйн зохицуулалт, хөрс хамгаалах, шим тэжээлийн эргэлтийг хадгалах, биологийн олон янз байдал, гоо зүйн ландшафт зэрэг 11 үйлчилгээний чиг үүрэг хувааж үзсэн. Хүснэгтийг судалгааны талбайн экосистемийн ангиллын дагуу нэгтгэж, янз бүрийн газар ашиглалтын төрлүүдийн экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийн коэффициентийг засварласан гаргасан.

Хүснэгт 1. Нэгж талбайд ногдох экосистемийн үйлчилгээний эквивалент үнэ цэн (Xie et al., 2003)

Экосистемийн ангилал		Хангамжийн үйлчилгээ			Зохицуулах үйлчилгээ				Туслах үйлчилгээ			Соёлын үйлчилгээ
I	II	Хүнс	Түүхий эд	Усан хангамж	Хий	Цаг уур	Цэвэршүүлэх	Ус зүй	Хөрс	Шим тэжээл	Биологийн олон янз байдал	Гоо зүйн
Тариалангийн газар	Хуурай газар	0.85	0.4	0.02	0.67	0.36	0.1	0.27	1.03	0.12	0.13	0.06
	Шалны талбай	1.36	0.09	2.63	1.11	0.57	0.17	2.72	0.01	0.19	0.21	0.09
Ой	Шилмүүст	0.22	0.52	0.27	1.7	5.07	1.49	3.34	2.06	0.16	1.88	0.82
	Холимог	0.31	0.71	0.37	2.35	7.03	1.99	3.51	2.86	0.22	2.6	1.14
	Өргөн навчит	0.29	0.66	0.34	2.17	6.5	1.93	4.74	2.65	0.2	2.41	1.06
	Бут	0.19	0.43	0.22	1.41	4.23	1.28	3.35	1.72	0.13	1.57	0.69
Бэлчээр	Тал хээр	0.1	0.14	0.08	0.51	1.34	0.44	0.98	0.62	0.05	0.56	0.25
	Бут сөөг	0.38	0.56	0.31	1.97	5.21	1.72	3.82	2.4	0.18	2.18	0.96
	Нуга	0.22	0.33	0.18	1.14	3.02	1	2.21	1.39	0.11	1.27	0.56
Намгархаг газар	Намгархаг газар	0.51	0.5	2.59	1.9	3.6	3.6	24.23	2.31	0.18	7.87	4.73
Цөл	Цөл	0.01	0.03	0.02	0.11	0.1	0.31	0.21	0.13	0.01	0.12	0.05
	Нүцгэн газар	0	0	0	0.02	0	0.1	0.03	0.02	0	0.02	0.01

Гадар- гын ус	Усны систем	0.8	0.23	8.29	0.77	2.29	5.55	102.24	0.93	0.07	2.55	1.89
	Мөсөн голын цас	0	0	2.16	0.18	0.54	0.16	7.13	0	0	0.01	0.09

Энэхүү судалгаанд ӨМӨЗО-ны 1990-2020 оны газар ашиглалтын өөрчлөлтийг АНУ-ын Landsat TM зураг дээр үндэслэн харааны тайллын аргаар тодорхойлсон бөгөөд Нөөц, байгаль орчны шинжлэх ухаан, мэдээллийн төвөөс гаргасан 1000 метрийн нарийвчлалтай зургийг (<http://www.resdc.cn/data.aspx?DATAID=184>) ашигласан болно. ӨМӨЗО-ны 1990 оноос 2020 хоорондох газар ашиглалтын өөрчлөлт дээр тулгуурлан ЭҮҮЦ-ийг үнэлж, түүнд үзүүлж буй ГАО-ийн нөлөөллийг тооцоолсон. Газар ашиглалтын өөрчлөлтийн ЭҮҮЦ-ийг дараах томъёогоор тооцоолсон:

$$ESV_i = F_{im} \times F_c + L_{im} \times L_c + G_{im} \times G_c + W_{im} \times W_c + B_{im} \times B_c + U_{im} \times U_c \quad (1)$$

Энд ESV_i нь i жилийн экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийг илэрхийлнэ (юань); $i=1990$ эсвэл 2020 он, F - тариалангийн газар, L - ой, G - бэлчээр, W - усан сан бүхий газар, B - барилгажсан газар, U - ашиглагдаагүй газар; m - талбайг илэрхийлнэ. Эндээс F_{im} , L_{im} , G_{im} , W_{im} , B_{im} , U_{im} нь тариалангийн газар, ой, бэлчээр, усан сан бүхий газар, барилгажсан газар, ашиглагдаагүй газрын i жилийн талбай (га); c нь экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийн коэффициентийг илэрхийлдэг, F_c , L_c , G_c , W_c , B_c , U_c нь тариалангийн газар, ой, бэлчээр, усан сан бүхий газар, барилгажсан газар, ашиглагдаагүй газрын экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийн коэффициентийг тус тус төлөөлнө(юань/га).

Газар ашиглалтын төрлүүдийн өөрчлөлтөөс түүнийг бууруулах, багасгах хариу арга хэмжээ авах механизмыг тодорхойлж болно. Газар ашиглалтын өөрчлөлтийг газар ашиглалтын шилжилтийн матрицаар шинжилдэг бөгөөд энэ нь нэг нутаг дэвсгэрийн өөр, өөр цаг хугацаан дахь газрын бүрхэвчийн төлөв байдлын өөрчлөлтийн хамаарлын дагуу гаргаж авсан хоёр хэмжээст матриц юм. Газар ашиглалтын шилжилтийн матрицын математик хэлбэр нь:

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & \dots & S_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{n1} & \dots & S_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Энд, S нь зарим төрлийн газар ашиглалтын талбай (га); n нь газар ашиглалтын төрлүүдийн тоо; i, j нь судалгааны хугацааны эхэн ба төгсгөлд байгаа газар ашиглалтын төрлүүд.

Газар ашиглалтын шилжилтийн матрицаас гадна 1990, 2020 онд газар ашиглалтын эрчимжилтийн шинжилгээг мөн хийсэн. Эрчимжилтийн шинжилгээний арга нь газар ашиглалтын өөрчлөлтийг газар ашиглалтын өөрчлөлтийн интервал, төрөл, шилжилтийн зэрэг гэсэн гурван талаас нь шинжилж болох тоон шинжилгээний арга юм. Энэ өгүүлэлд бүх ангиллын газар ашиглалтын өөрчлөлтийн эрчмийг тодорхойлохын тулд нэг интервалын түвшинд эрчимжилтийг ашигласан болно. Эрчимжилтийн индексийг дараах байдлаар тодорхойлно (Feng et al. 2020):

$$I_A = \frac{\sum_{i=1}^N (\sum_{j=1}^N C_{i,j} - P_j)}{T \times \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N C_{i,j}} \times 100\% \quad (3)$$

Энд, $C_{i,j}$ нь i ангиллын анхны хугацаанаас j ангиллын эцсийн хугацаа хүртэлх хугацаа бүрийн газар ашиглалтын өөрчлөлт, P_j нь тухайн үеийн j -төрлийн газрын тасралтгүй байдал, T нь тухайн үеийн жилийн тоо юм.

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

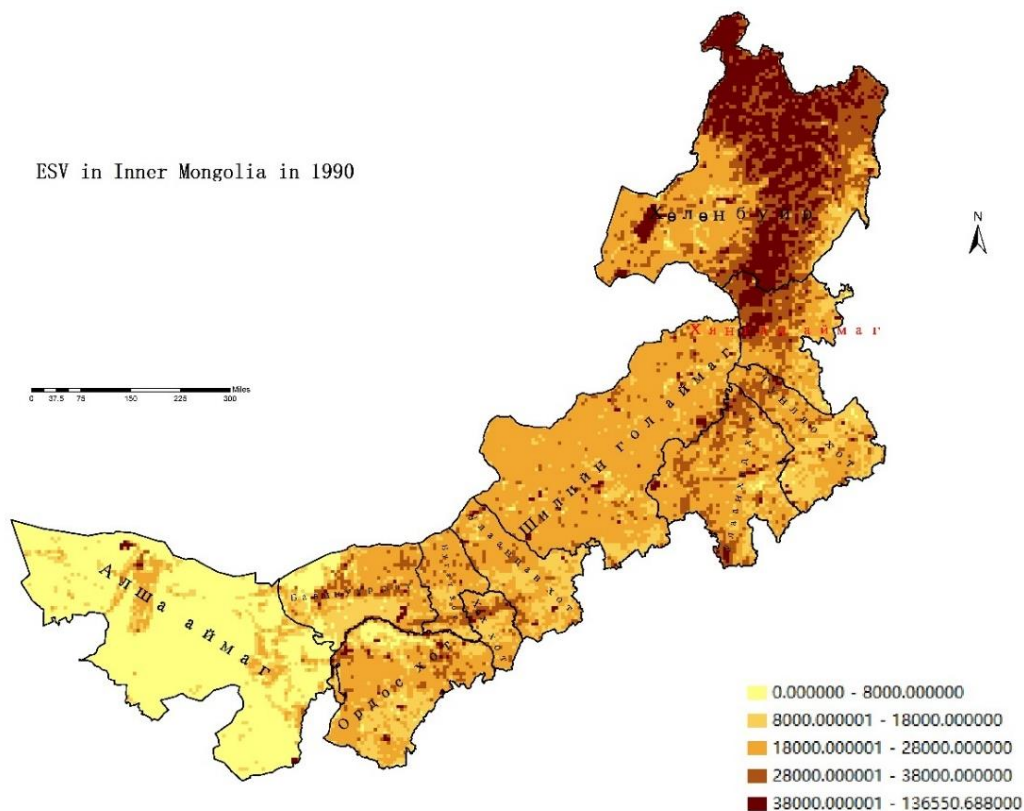
Экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэн: Экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийн коэффициентийг газар ашиглалтын төрлүүд тус бүрээр тооцоолоход тариалангийн газарт 13455.68, ойд 67099.53, бэлчээрт 41093.75, усан сан бүхий газарт 213360.45, барилгажсан газарт 0.00, ашиглагдаагүй газарт 2214.23 тус тус байсан. Томъёо (1)-ийн дагуу тооцоолсон үр дүнг Зураг 1 болон 2-т үзүүлсэн. Тооцооны үр дүнгээс харахад Өвөр Монголын Хянган аймгийн ЭҮҮЦ нь

бусад аймгуудаас харьцангуй их буурч, бусад аймгуудад өөрчлөлт төдийлөн их биш байна (Зураг 1 ба Зураг 2).

1990, 2020 оны ЭҮҮЦ -ийг засварласны дараах ЭҮҮЦ коэффициентээр газар ашиглалтын төрлийн талбайг үржүүлэн тооцоолсон бөгөөд өөрчлөлтийг тооцоолохдоо 1990 оны ЭҮҮЦ-ээс 2020 оны ЭҮҮЦ -ийг хассан. Тооцооллоос үзвэл 1990 онд нийт Өвөр Монголын нийт ЭҮҮЦ нь 3832 тэрбум 631 сая юань байсан бол 2020 онд 3796 тэрбум 207 сая юань болж, 36 тэрбум 424 сая юаниар буурсан байна. Зургаан экосистемийн үйлчилгээний үнэлгээнээс үзвэл, тариалангийн газрын ЭҮҮЦ нь 11 тэрбум 974 сая юаниар, усан сан бүхий газрынх 7 тэрбум 41 сая юаниар тус тус буурсан байна. Харин ой болон бэлчээрийн ЭҮҮЦ мэдэгдэхүйц нэмэгдэж, тус бүр 11 тэрбум 675 сая юань, 43 тэрбум 715 сая юаниар өссөн байна. Барилгажсан газар болон ашиглагдаагүй газрын өөрчлөлт нь маш бага байна (Хүснэгт 2).

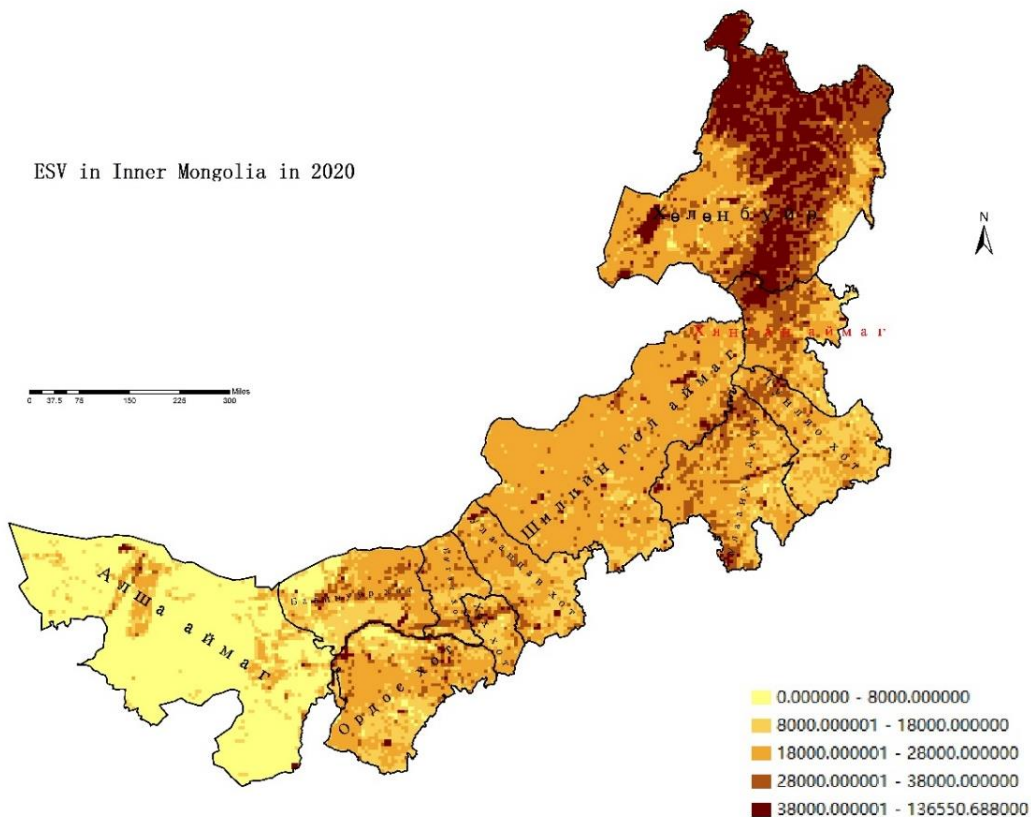
Хүснэгт 2. Газар ашиглалтын төрлүүдийн ЭҮҮЦ-ийн өөрчлөлт (100 сая юань)

Эүүц	Тариалангийн газар	Ой	Бэлчээр	Усан сан бүхий газар	Барилгажсан газар	Ашиглагдаагүй газар	Нийт
1990 он	1405.41	11192.47	22044.9	3000.91	0	682.59	38326.28
2020 он	1525.15	11075.72	21607.75	3071.32	0	682.13	37962.07
Өөрчлөлт	-119.74	116.75	437.15	-70.41	0	0.46	364.21



* Хянган аймаг улаанаар тэмдэглэгдсэн

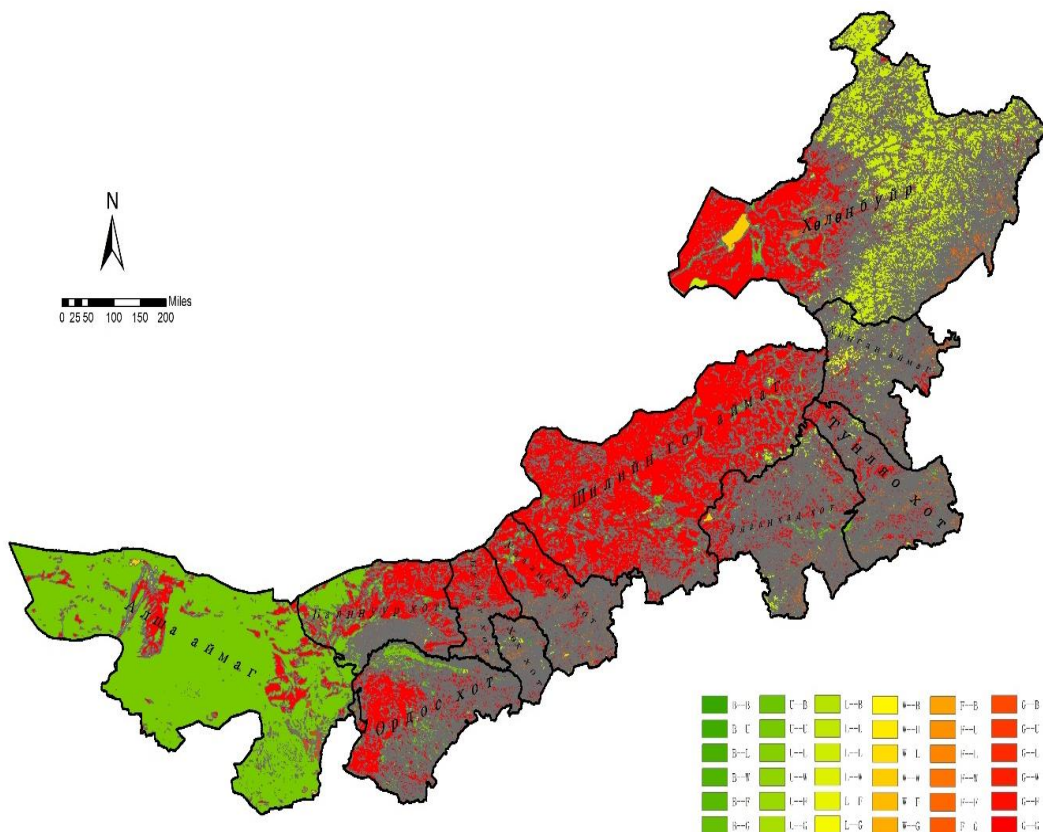
Зураг 1. ӨМӨЗО-ны экосистемийн үйлчилгээний үнэ, 1990 оны түвшин



* Хянган аймаг улаанаар тэмдэглэгдсэн

Зураг 2. ӨМӨЗО-ны экосистемийн үйлчилгээний үнэ, 2020 оны түвшин

Газар ашиглалтын өөрчлөлт: Arcgis10.8 програмд, нэгдүгээрт, 1990, 2020 оны газар ашиглалтын байдлын зайнаас тандан судлах хяналтын тоо баримтыг дахин ангилсны дараа хөрвүүлэх хэрэгслийг ашиглан растерийг вектор өгөгдөл болгон хөрвүүлсэн. Хоёрдугаарт, вектор өгөгдлийг газар ашиглалтын төрөл тус бүрээр нь нэгтгэж, дараа нь шинжилгээний хэрэгслүүдийн давхардсан шинжилгээг хийсэн (Зураг 3). Эцэст нь, эксел програм ашиглан давхардсан вектор өгөгдлийн газар ашиглалтын шилжилтийн матрицыг тооцсон (Хүснэгт 3).



Зураг 3. 1990-2020 оны Өвөр Монголын газар ашиглалтын өөрчлөлт

* 1990 оноос 2020 он хүртэлх газар ашиглалтын өөрчлөлтийг харуулсан зурагт жишээнд, урд талын хувьсагч нь 1990 он, ард талын хувьсагч нь 2020 оныг тус тус харуулж байна (хувьсагчдыг томьёо (1)-д тайлбарласан).

** Жишээлбэл, G—U нь 1990 онд бэлчээр байсан талбай 2020 онд ашиглагдаагүй газар болсныг харуулж байна.

Хүснэгт 3. Өвөр Монголын 1990-2020 оны газар ашиглалтын өөрчлөлт (га)

1990 -2020	Бэлчээр	Тариалангийн газар	Барилгажсан газар	Ой	Усан сан бүхий газар	Ашиглагдаагүй газар	Нийт
Бэлчээр	43979634	2435664	248289	2725746	276324	2861957	52527614
Тариалангийн газар	3133850	6565689	374696	740317	144403	371613	11330567
Барилгажсан газар	513622	462505	353751	49033	21656	119487	1520055
Ой	2685905	562968	40744	12902764	38652	258078	16489111
Усан сан бүхий газар	313860	137962	20557	39365	739542	179290	1430577
Ашиглагдаагүй газар	3008761	277013	50388	216991	184440	27054607	30792200
Нийт	53635631	10441801	1088425	16674217	1405018	30845032	114090124

Газар ашиглалтын нэг төрлийг хоёр жилийн хугацаанд харгалзахгүйгээр 1990-2020 он хүртэлх газар ашиглалтын өөрчлөлтийн хүснэгтийн мэдээллээс харахад бэлчээрийн өөрчлөлтийн хурд хамгийн их байна. Нэг талаас, Өвөр Монгол нь өөртөө засах орны нийт газар нутгийн 47.10 хувийг эзэлсэн 54.3762 сая га өргөн уудам бэлчээрийн нутаг дэвсгэртэй холбоотой юм. Нөгөөтэйгүүр,

1990 оноос 2020 онд бэлчээрээс өөр төрлийн ашиглалт руу шилжсэн, 1990 онд өөр төрлийн газар ашиглалтаас 2020 онд бэлчээрт шилжсэн аль аль өөрчлөлт нь их байгаа бөгөөд нийт өөрчлөлтийн 47.01%, 46.04%-ийг тус тус эзэлж байна. Бэлчээрийг өөр ашиглалт руу шилжүүлсэн өөрчлөлт дотроос ой мод болгох өөрчлөлт давамгайлж байгаа бол эсрэгээрээ тариалангийн газар, ой, усан сан бүхий газар, ашиглагдаагүй газрыг бэлчээрийн талбай болгож өөрчилсөн өөрчлөлтийн эзлэх хувь харьцангуй их байна. Эдгээр өөрчлөлт нь заавал ашигтай байх албагүй бөгөөд тариалангийн талбайг хууль бусаар эзэмшиж, мод огтолж, усны талбай багассанаас гадна өөр олон төрлийн газар бэлчээрийн талбар болсон. Барилгажсан талбайн өөрчлөлтүүдийн дунд тариалангийн талбай зүг хамгийн их өөрчлөгдсөн. Хүн төрөлхтний сайн сайхан, экологид тустай зүйл нь 1800 сая га тариалангийн талбай улаан шугамыг хамгаалсан байна.

Газар ашиглалтын өөрчлөлтийн эрчимжитийн шинжилгээнд 30 жилийн хугацаанд жилийн өөрчлөлтийн эрчим нь ойролцоогоор 0.003% байгаа нь Өвөр Монголын газар ашиглалтын өөрчлөлтийн хурд маш удаан байгааг харуулж байна. Үүнийг задалж үзвэл барилгын газрын өөрчлөлтийн эрчимжилт хамгийн их буюу 1.32%-д хүрч байна. Бэлчээрийн өөрчлөлтийн эрчимжилт хамгийн бага буюу -0.07% байгаа ч эсрэгээрээ өсөлт байна гэсэн үг. Үр дүнг үнэмлэхүй утгаар авч үзвэл, ашиглагдаагүй газрын өөрчлөлтийн эрчим хамгийн бага байгаа нь ашиглагдаагүй газар бүрэн ашиглалтад ороогүй, Өвөр Монголын газар ашиглалтын хэв маягт тодорхой бэрхшээл гарч байгааг харуулж байна.

Хариу арга хэмжээ авах механизм: Экосистем дэх тариалангийн газар болон усны ЭҮҮЦ мэдэгдэхүйц буурсан. Газар ашиглалтын дотроос хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэл нь нийлүүлэх, зохицуулах, туслах, соёлын үйлчилгээ үзүүлэх үндсэн газар ашиглалт юм. Газар тариалангийн нөхөн сэргээлт, эрчимжсэн газар тариалангийн үйл ажиллагаа нь биологийн төрөл зүйл ихээхэн алдагдаж, газар тариалангийн экосистемийн үйл ажиллагаа доройтож, газар тариалангийн экосистемд хохирол учруулдаг. Хөдөө аж ахуйг их хэмжээгээр өргөжүүлэх тохиолдолд хуримтлагдсан нүүрстөрөгч их хэмжээгээр алдагдаж, усны чанарт сөргөөр нөлөөлдөг тул нийгмийн цэвэр ашиг хамгийн бага байдаг (Polasky et al., 2011). Агро-экосистемийн бүтэц, чиг үүрэг, тогтвортой байдал, экологийн үйл явцын уялдаа холбоог ойлгох нь Өвөр Монголын экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийг нэмэгдүүлэх гол түлхүүр юм. Усны экосистем нь экосистемийн үйлчилгээний гол түлхүүр юм. Усны сангийн талбайн хэмжээ багасах буюу усны экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнэ буурах нь уур амьсгалын өөрчлөлт, ургамлын бүрхэвчийн өөрчлөлтөөс шалтгаалсан гол мөрний урсац бүрэлдэх эх хатаж, сайр үүсч байгаатай холбоотой. Тухайлбал, улсын хоёрдугаар судалгааны техникийн зохицуулалтад гурван жилийн хугацаанд нэг улирал тариалах боломжтой газрыг мөн тариалангийн газрын ангилалд оруулснаар зарим үерийн татамд эрхэлж байгаа тариалан тариалангийн газар руу шилжиж усны сан бүхий газрыг өөрчилж эхэлсэн. Мөн нүх, цөөрөм зэрэг зарим газрыг тариалангийн газар болгон зохион байгуулах зэргээр усны талбайг багасгах боломжтой тариалангийн газрын нэмэлт бодлого байдаг. Тариалангийн талбайн хэмжээ ихэссэнээр химийн бордооны хэрэглээ асар хурдацтай нэмэгдэж, энэ нь намгархаг газрын усны бохирдлыг маш ноцтой болгож, намгархаг газрын усны нөөцийн дарамтыг улам хүндрүүлж байна (Fei et al., 2018). Хүн төрөлхтөний намгархаг газар, шал, эрэг орчмын намгархаг газруудыг хамгаалах мэдлэг дутмаг байна. Эдийн засгаа хөгжүүлэхийн зэрэгцээ намгархаг газрын экологийн орчныг хамгаалж, тунгалаг ус, ногоон байгууламж нь үнэлж баршгүй үнэт баялаг гэдгийг ухамсарлаж байж экологийн соёл иргэншлийн өндөр чанартай хөгжлийг дэмжинэ (Qiu et al., 2021).

Экосистем дэх бэлчээрийн болон ой модны талбайн хэмжээ мэдэгдэхүйц нэмэгдсэн. Энэ нь 2004 онд хэрэгжиж эхэлсэн тариалангийн талбайг ой, бэлчээрт шилжүүлэх (CCFG) төсөлтэй ихээхэн холбоотой бөгөөд хөрсний хүчтэй элэгдэлд өртсөн, хүчтэй ган, цөлжилтөд нэрвэгдсэн тариалангийн талбай, эвдэрсэн уулархаг газар, экологи, газарзүйн хувьд чухал байршил дахь ургац багатай газрыг хамарсан (Wang et al., 2022b). CCFG төслийн зорилго нь байгалийн ой, өвс

ургамлыг хамгаалах, хөрсний эвдрэлийг зогсоох, цөлжилттэй тэмцэх, Өвөр Монголын бэлчээрийн доройтлыг таслан зогсооход оршино. Сүүлийн жилүүдэд Өвөр Монгол байгалийн ойг хамгаалах, доройтсон экосистемийг сэргээх, сэргээн босгох ажлыг эрчимжүүлж, бэлчээрийн хатуу зохицуулалт, бэлчээр ашиглалтыг хориглох, хязгаарлах, сэлгэн бэлчээрлэх, хориотой бэлчээрийн бүсийг тогтоох зэрэг ажлыг эрчимтэй хийж байна. Экосистемийн үйлчилгээний хувьд ой нь зохицуулах үйлчилгээг илүү дэмждэг бол хөдөө аж ахуйн газар ашиглалт хангамжийн үйлчилгээг илүү үзүүлдэг (Gomes et al., 2020). Ойн талбайг нэмэгдүүлэх нь экологийн аюулгүй байдлын хэв маягийг оновчтой болгох, экологийн үйл ажиллагааг сайжруулах, өндөр чанартай экологийн бүтээгдэхүүний нийлүүлэлтийг нэмэгдүүлэх зэрэг экологийн үзэсгэлэнт орон зайг хамгаалах, нөхөн сэргээхэд хувь нэмэр оруулдаг. Үзэсгэлэнт сайхан уулс, гол мөрөн, өтгөн ой мод, өвс ногоо бүхий аюулгүй, уян хатан экологийн орон зайг байгуулсан нь Хятадын хойд хэсэгт үндэсний экологийн аюулгүй байдлыг хангасан явдал болж байна.

Экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийн коэффициентийг тооцоолохдоо инфляц, газар ашиглалтын төрлүүдийн өөрчлөлтийн зөн совингийн мэдрэмжийг харгалзан үздэг тул үр тарианы гарцын эдийн засгийн үнэ цэнийг тооцон үздэг. Эдийн засгийн динамик үнэ цэнийг харгалзан үзэх юм уу бусад хүчин зүйлийг ашиглан дахин хянан үзэхэд өөр үр дүн гарах болно. Бусад хүчин зүйлсийг нэмбэл газар ашиглалтын хариу урвалын механизм ЭҮҮЦ болж өөрчлөгдөнө. Мөн байгалийн экосистемийн экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнд тариалангийн талбайн өргөтгөлийн сөрөг нөлөөлөл нь үнэлгээний коэффициентийг ашиглахтай ямар ч холбоогүй юм (Arowolo et al., 2018). Эдгээрийг судалснаар байгалийн баялгийн үнэлгээ, экологийн нөхөн төлбөрт илүү шинжлэх ухааны онолын үндэслэл, дэмжлэг үзүүлэх болно. Энэ нь газар ашиглалтын бодлогын нийгэм, эдийн засгийн үр нөлөөг үнэлэх үр дүнтэй хэрэгсэл бөгөөд экосистемийн менежментийг оновчтой болгоход ач холбогдолтой лавлагаа болдог.

Цаашдын судалгаануудад экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэнийн тооцооны найдвартай байдлыг сайжруулахын тулд загварчлал болон өгөгдлийг сайжруулах шаардлагатай байна. Газар ашиглалтын байгалийн болон антропоген өөрчлөлт нь тухайн бүс нутгийн экосистемийн үйлчилгээнд хэрхэн нөлөөлж байгааг анхаарч үзэх хэрэгтэй. Энэхүү судалгаанд антропоген хүчин зүйлсийг харгалзан үзээгүй, газар ашиглалт, экосистемийн менежментийг гол нөлөө бүхий оролцогч талууд, ялангуяа орон нутгийн түвшинд оролцоогүйгээр хийх боломжгүй юм (Kusi et al. 2020).

Дүгнэлт

Энэ өгүүлэлд, Өвөр Монголд экосистемийн үйлчилгээнд газар ашиглалтын өөрчлөлтийн үзүүлэх нөлөөллийг эквивалент хүчин зүйлийн аргаар тооцсон бөгөөд ЭҮҮЦ нь сүүлийн 30 жилийн хугацаанд үлэмж буурснаас тариалангийн газрын ЭҮҮЦ нь 11 тэрбум 974 сая юаниар, усан сан бүхий газрынх 7 тэрбум 41 сая юаниар тус тус буурсан буурсан тул бүтээмжийг дээшлүүлэх нь маш чухал юм.

Газар ашиглалтын өөрчлөлтөд бэлчээрээс бусад төрөл рүү, эсвэл өөр төрлийн газар ашиглалтаас бэлчээрт шилжих өөрчлөлт хамгийн их буюу нийт өөрчлөлтийн 47.01%, 46.04%-ийг тус тус эзэлж байгаа нь ӨМӨЗО-ны бүс нутгийн онцлогийг харуулсан, цаашдын газар зохион байгуулалт, газар төлөвлөлтөд анхаарах асуудал болж байна.

Газар ашиглалт, газар зохион байгуулалтын шийдвэр гаргахад экосистемийн үйлчилгээний ач холбогдлыг харгалзан үзэж, эдгээр шийдвэрийг нийгмийн өгөөжийг үнэн зөв тусгасан урамшуулалттай холбох нь нийгмийн сайн сайхан байдлыг мэдэгдэхүйц сайжруулах боломжтой юм.

Ном зүй

1. Arowolo, Aisha Olushola, Xiangzheng Deng, Olusanya Abiodun Olatunji, and Abiodun Elijah Obayelu. (2018). “Assessing Changes in the Value of Ecosystem Services in Response to Land-Use/Land-Cover Dynamics in Nigeria.” *Science of the Total Environment* 636: 597–609. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.277>.
2. B. Barbier, E., Baumgaertner, S., Chopra, K., Costello, C., Duraiappah, A., Hassan, R., Perrings, C. (2009). The valuation of ecosystem services. In S. Naeem, D. E. Bunker, A. Hector, M. Loreau, & C. Perrings, *Biodiversity, Ecosystem Functioning, and Human Wellbeing: An Ecological and Economic Perspective* (p. 368). Oxford University Press.
3. Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R. Farber, S. Grasso, M. Hannon, B. Limburg, B. et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260 <https://doi.org/10.1038/387253a0>
4. Costanza, R. 2014. Changes in the Global Value of Ecosystem Services. *Global Environmental Change* 26(1): 152–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>.
5. Fei, Li et al. (2018). Effects of Land Use Change on Ecosystem Services Value in West Jilin since the Reform and Opening of China. *Ecosystem Services* 31: 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.03.009>.
6. Feng, Yongjiu et al. (2020). Spatially-Explicit Modeling and Intensity Analysis of China's Land Use Change 2000–2050. *Journal of Environmental Management* 263(November 2019): 110407. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110407>.
7. Fu, B. (2013). *Ecosystem services and ecological security*. Higher education press. Beijing, China (хятад хэлээр)
8. Fu, B., Zhang, L., Wu, Z., Zhao, Y., Wei, Y., & Skinner, D. (2015). Ecosystem services in changing land use. *Soils sediments*, 15, 833-843. doi:10.1007/s11368-015-1082-x
9. Gomes, Lucas Carvalho et al. (2020). Land Use Change Drives the Spatio-Temporal Variation of Ecosystem Services and Their Interactions along an Altitudinal Gradient in Brazil. *Landscape Ecology* 35(7): 1571–86.
10. Guo, Pengfei, Fangfang Zhang, and Haiying Wang. (2022). The Response of Ecosystem Service Value to Land Use Change in the Middle and Lower Yellow River: A Case Study of the Henan Section. *Ecological Indicators* 140(May): 109019. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109019>.
11. Kusi, Kwadwo Kyenkyehene, Abdellatif Khattabi, Nadia Mhammdi, and Said Lahssini. (2020). Prospective Evaluation of the Impact of Land Use Change on Ecosystem Services in the Ourika Watershed, Morocco. *Land Use Policy* 97(April): 104796. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104796>.
12. Martínez, M. Luisa et al. (2009). Effects of Land Use Change on Biodiversity and Ecosystem Services in Tropical Montane Cloud Forests of Mexico. *Forest Ecology and Management* 258(9): 1856–63.
13. Naeem, Shahid and others (eds). (2009). *Biodiversity, Ecosystem Functioning, and Human Wellbeing: An Ecological and Economic Perspective*. Oxford Academic, 1 Sept. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199547951.001.0001>, accessed 2 Nov. 2022.
14. Polasky, Stephen, Erik Nelson, Derric Pennington, and Kris A. Johnson. (2011). The Impact of Land-Use Change on Ecosystem Services, Biodiversity and Returns to Landowners: A Case Study in the State of Minnesota. *Environmental and Resource Economics* 48(2): 219–42.
15. Qiu, Haihong, Baoqing Hu, and Ze Zhang. (2021). Impacts of Land Use Change on Ecosystem Service Value Based on SDGs Report—Taking Guangxi as an Example. *Ecological Indicators* 133: 108366. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108366>.
16. Remme, Roy P., Matthias Schröter, and Lars Hein. (2014). Developing Spatial Biophysical Accounting for Multiple Ecosystem Services. *Ecosystem Services* 10: 6–18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.07.006>.
17. Wang, Yiming, Zengxin Zhang, and Xi Chen. (2022a). Spatiotemporal Change in Ecosystem Service Value in Response to Land Use Change in Guizhou Province, Southwest China. *Ecological Indicators* 144(October): 109514. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109514>.
18. Wang, Zhanyun, Wei Song, and Lichang Yin. (2022b). Responses in Ecosystem Services to Projected Land Cover Changes on the Tibetan Plateau. *Ecological Indicators* 142(August): 109228. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109228>.

19. Xie, G.Dm, Chun-xia, Lu. Yun-fa, Leng. (2003). Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. *Journal of Natural Resources*, 18(2): 189-196.
20. Xie, G.D., Zhang, C.X., Zhang, C.S., Xiao, Y., Lu, C.X., (2015). The value of ecosystem services in China. *Resour. Sci.* 37 (9), 1740–1746. (Хятад хэлээр)
21. Xie, Gaodi, Caixia Zhang, Lin Zhen, and Leiming Zhang. (2017). Dynamic Changes in the Value of China's Ecosystem Services. *Ecosystem Services* 26: 146–54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.010>.
22. Zhao, J., & Yang, K. (2007). Research progress on ecosystem services valuation. *Acta Ecol. Sinica*, 27, 346-356.
23. Zorrilla-Miras, P., Palomo, I., Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B., Lomas, P.L., Montes, C., (2014). Effects of land-use change on wetland ecosystem services: a case study in the Doñana marshes (SW Spain). *Landscape Urban Plann.* 122, 160–174.