



## Бэлчээрийн төлөв байдлыг үнэлэх зарим арга

Б.Батбилэг\*, Д.Бямбасүрэн, Б.Сэр-Од

Агроэкологийн сургууль, ХААИС

\*Холбоо барих хаяг: [batbileg@mul.s.edu.mn](mailto:batbileg@mul.s.edu.mn)

### ХУРААНГУЙ

Монгол орны хувьд зайнаас тандан судлалын арга технологийг ашиглан газрын бүрхэвч болон газар ашиглалтын ангилал, өөрчлөлтийг үнэлэх судалгаа түгээмэл байгаа ч тус аргыг ашиглан бэлчээрийн төлөв байдлыг үнэлсэн судалгаа ховорхон хийгдсэн байна. Иймээс ойт хээрийн бүс болох Төв аймгийн Борнуур сумын жишээгээр зайнаас тандах аргаар бэлчээрийн төлөв байдлыг  $n=700$  цэгийн хээрийн судалгааг ашиглан үнэлсэн. Судалгааны үр дүнг хээрийн хэмжилтийн мэдээгээр үнэлэхэд таарцын үнэлгээ нь 73.9% гарсан нь цаашид бэлчээрийн төлөв байдлын судалгаанд ашиглах боломжтойг харуулж байна. Цаашид тус ангиллын аргыг улам сайжруулан бэлчээрийн төлөв байдлын үнэлгээ, мониторинг, тогтвортой газрын менежмент болон байгаль орчны судалгаанд хэрэглэж болно.

**Түлхүүр үг:** ургамлын индекс, ландсат хиймэл дагуулын мэдээ

### ОРШИЛ

Бэлчээр гэдгийг тариалангийн газрын зориулалтаар ашиглаагүй, элдэншүүлээгүй мал, амьтдын амьдрах орчныг хангах газар нутгийг хэлнэ гэж тодорхойлжээ [1]. Энэхүү тодорхойлолтыг өргөн утгаар авч үзвэл бэлчээр нь хуурай газрын 69%-ийг эзлэн орших бөгөөд 2 тэрбум хүний амьдралыг тэтгэсэн, дэлхийн нийт малын 50%-ийг хүнс тэжээлээр хангадаг хамгийн чухал экосистемийн нэг юм [2]. Мөн түүнчлэн бэлчээр нь биологийн олон янз байдлыг хадгалах, нүүрстөрөгчийн нөөцийг бий болгох зэрэг олон төрлийн экосистемийн үйлчилгээг үзүүлэхээс гадна нийгэм соёлын үнэт баялаг мөн [3]. Гэвч сүүлийн жилүүдэд бэлчээрийн төлөв байдал нь бэлчээрийн нөөцийн хэт ашиглалт, малын тоо толгойн өсөлт болон хууль эрхзүйн зохист бодлогогүйгээс болж улам доройтсоор байна [4, 5]. Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн 70%-ийг бэлчээрийн газар эзэлдэг бөгөөд дэлхийн уур амьсгалын өөрчлөлт, малын тооны өсөлт, газар ашиглалтын өөрчлөлтөөс хамааран бэлчээрийн төлөв байдал нэг төлөвөөс нөгөө төлөвт ялангуяа соргог бэлчээрээс талхлагдсан бэлчээр гэсэн төлөвт шилжин өөрчлөгдсөөр байна. Одоогоор манай орны хувьд бэлчээрийн газрын төлөв байдлын өөрчлөлтийг үнэлэх хоёр томоохон үндэсний хэмжээний хөтөлбөр хэрэгжиж байгаа бөгөөд Цаг уур, орчны шинжилгээний газар (ЦУОШГ) болон Газар зохион байгуулалт, Геодези, Зурагзүйн газар (ГЗБГЗГ) нь энэхүү

хөтөлбөрийг хэрэгжүүлж байна. ЦУОШГ-аас Монгол улсын хэмжээнд бэлчээрийн төлөв байдлыг жил бүр үнэлэх мониторингийн хөтөлбөрийг баг төлөөлсөн 1516 цэг дээр суурилан хэрэгжүүлдэг бөгөөд үндэсний түвшинд урт хугацааны мэдээллээр хангаж байгаа хэдий ч мониторинг, ажиглалтын цэгийн тоо хэмжээ, нягтрал нь орон нутгийн түвшинд, багийн нутгаар болон улирлын бэлчээрээр менежментийн шийдэл гаргахад хангалттай бус байна. Газрын харилцааны улсын сүлжээн дээрх фотомониторингийн энэхүү систем бэлчээр ашиглалтын үр нөлөөг хянахад зориулагдсан бөгөөд одоогоор бэлчээр ашиглагчдын хэсэг, бүлэг бүрээр улирлын бэлчээрийг төлөөлөх 4200 цэгийг хамарч байна [6]. Гэвч эдгээр цэгэн мэдээллийг талбайн мэдээлэл рүү шилжүүлэн бэлчээрийн төлөв байдлын өөрчлөлтийг гаргах хэрэгцээ шаардлага урган гарч байна. Иймээс өргөн, уудам нутаг дэвсгэртэй Монгол орны хувьд бэлчээрийн төлөв байдлыг зайнаас тандах аргаар богино хугацаанд, харьцангуй хямд зардлаар тооцоолох, үнэлэх арга технологийг боловсруулж, бэлчээрийг зөв зохистой ашиглах, бэлчээрийн менежментийг сайжруулах нь чухал шаардлагатай байгааг харуулж байна. Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь зайнаас тандах аргаар ландсат хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан бэлчээрийн төлөв байдлыг үнэлэхэд оршино. Дээрх зорилгын дагуу Монгол орны бэлчээрийн

төлөв байдлыг үнэлэх загварыг ашиглан хээрийн судалгаа хийх, хиймэл дагуулын мэдээнд анхдагч боловсруулалтыг хийх, сургалттай ангиллын хамгийн их төсөөтэй ангиллын аргаар бэлчээрийн

төлөв байдлыг үнэлэх, ангиллын үр дүнг хээрийн хэмжилтийн мэдээгээр үнэлэх гэсэн зорилтуудыг тавин ажиллав.

### СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Бэлчээрийн төлөв байдлыг үнэлэхдээ Швецарийн хөгжлийн агентлаг, “Ногоон алт” хөтөлбөрөөс 2015 онд гаргасан бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлтийн загварын ойт хээрийн бүсийг ашиглан үнэлсэн [7]. Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдлын ойт хээрийн бүсийн загвар нь үндсэн 3, дэд 5 ангид хуваагдах бөгөөд дэд загвар бүр нь соргог төлөв байдлаас доройтсон төлөв хүртэл 4 болон 5 үе шаттай. Хээрийн судалгааг 2019 оны 7-р сарын эхээр хийсэн бөгөөд судалгаа хийх газар, цэгүүдийг сонгохдоо ой, ус, хот суурин, тариалангийн газар, хатуу хучилттай замыг зураг дээрээс хасаж тооцсон. Судалгааг ойт хээрийн бүс болох Төв аймгийн Борнуур суманд хийсэн бөгөөд өөр өөр төрлийн экологийн чадавх бүхий бэлчээрийн газраас 7 трансектийн дагуу нийт n=700 цэгт судалгаа хийж, тухайн цэгүүдийн зонхилох болон дэд зонхилох ургамал, тэдгээрийн бүрхэцийг тогтоосон. Цэг бүрийн ургамлан бүрхэцийг тогтоохдоо трансектийн арга болон Braun Banquet 1932 оны (BB) аргыг ашигласан болно [8]. Нэг трансект нь ойролцоогоор 3 км урттай бөгөөд ландсат хиймэл дагуулын пикселийн хэмжээнд тохируулан

цэгийн хэмжилтийг 30 метр тутамд хэмжин, ургамлыг бичиглэлийг Швецарийн хөгжлийн агентлаг, “Ногоон алт” хөтөлбөрөөс 2015 онд гаргасан бэлчээрийн төлөв байдал, өөрчлөлтийн загварыг ашиглан хийсэн. Цэгүүдийн координатыг 5 м-ийн нарийвчлалтайгаар гар GPS ашиглан тодорхойлсон. Суурин боловсруулалтын ажлыг дараах аргазүйн дагуу хийсэн (Зураг 1). Ландсат хиймэл дагуулын 2010, 2015, 2019 оны 7 сарын эхний мэдээг татан FLAASH агаар мандлын заслын аргаар боловсруулан анхдагч тоон утгыг ойлтын утга руу хөрвүүлсэн [9]. Ийнхүү ойлтын утга бүхий боловсруулсан мэдээг ашиглан ургамлын нормчлогдсон ялгаврын индексийг тооцоолсон [10]. Бэлчээрийн төлөв байдлыг пикселд тулгуурласан ангиллын хамгийн их төсөөтэй аргыг [11] ашиглан хээрийн судалгааны 700 цэгээс 502 цэгийг санамсаргүйгээр сонгон тус ангиллыг гүйцэтгэсэн. Дээрх цэгүүдээс 198 цэгийг ашиглан ангилалд алдааны матрицын аргаар [12] таарцын үнэлгээг хийж, бэлчээрийн төлөв байдлын ангиуд хоорондын өөрчлөлтийн шинжилгээг хийсэн.



Figure 1. Methodology for pixel-based classification of rangeland condition.

### СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Хээрийн судалгааны n=700 цэг нь бэлчээрийн төлөв байдлын үнэлгээгээр 13 цэг нь маш сайн, 83 сайн, 302 дунд зэрэг, 272 муу, 30 маш муу гэсэн ангилалд үнэлэгдсэн. Пикселд тулгуурласан хамгийн их төсөөтэй ангиллын аргаар нийт 42.5 га талбайг хяналтаар сонгон авч ангиллыг хийсэн. 2010, 2015, 2019 онуудын бэлчээрийн төлөв байдлын ангиллыг хүснэгт 1-т үзүүлсэн бөгөөд

сумын нийт бэлчээрийн 3.29% нь маш сайн, 5.64% сайн, 28.83% дунд, 62.23% муу гэсэн ангилалд хамрагдсан байна. 2015 онд нийт бэлчээрийн газрын 0.66% нь маш сайн, 0.90% сайн, 73.86% дунд, 24.58% муу гэсэн үнэлгээтэй гарсан. 2019 онд сумын нийт бэлчээрийн газрын 3.35% нь маш сайн, 6.46% сайн, 34.0% дунд, 56.18% муу гэсэн ангилалд хамрагдсан байна (Зураг 2).

Table 1

Statistical result of rangeland condition.

Бэлчээрийн төлөв байдал	2010 он		2015 он		2019 он	
	Талбай (га)	Хувь (%)	Талбай (га)	Хувь (%)	Талбай (га)	Хувь (%)
Маш сайн	2157.57	3.29	435.33	0.66	2197.71	3.35
Сайн	3694.86	5.64	589.41	0.90	4231.98	6.46
Дунд	18890.73	28.83	48385.35	73.86	22277.07	34.00
Муу	40770.81	62.23	16103.88	24.58	36807.21	56.18
Нийт	65513.97	100	65513.97	100	65513.97	100

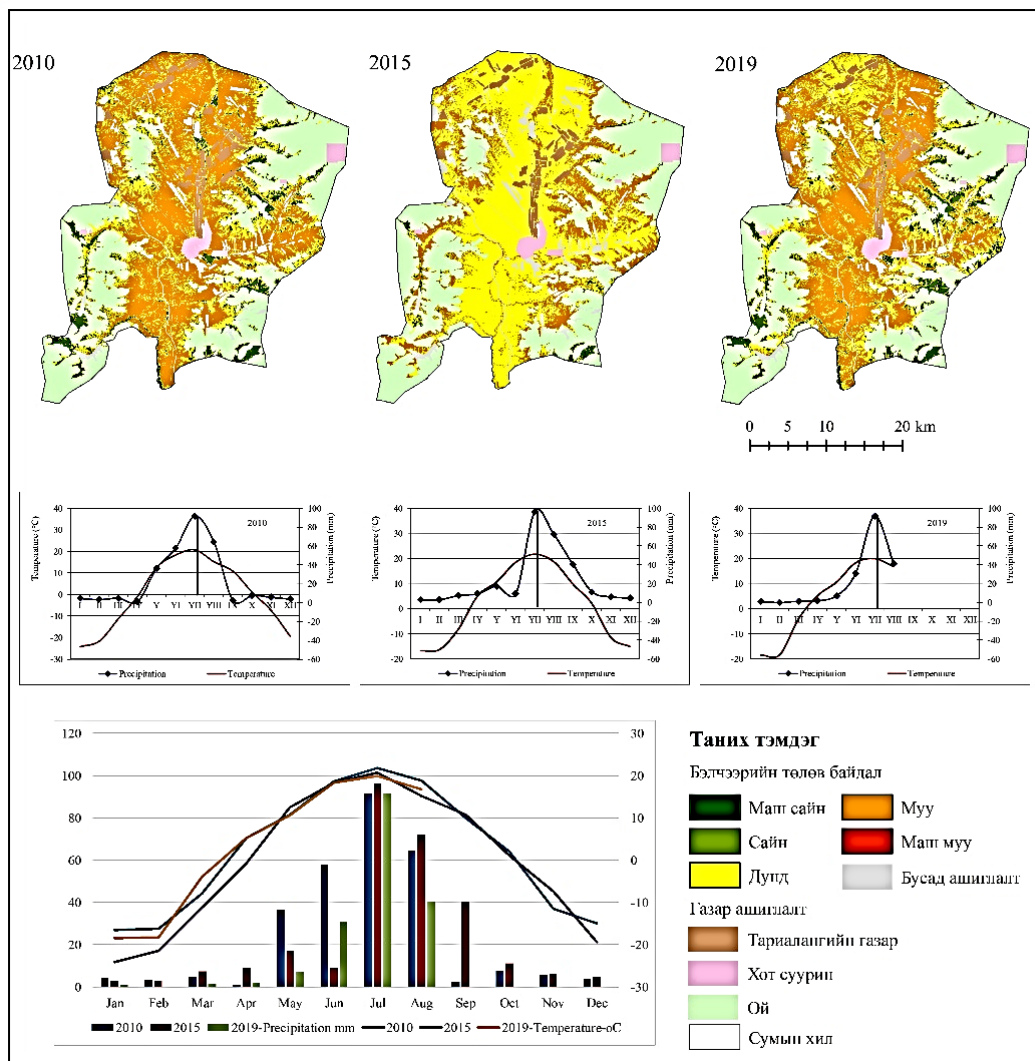


Figure 2. Supervised images and Climatic features: precipitation and temperature

Бэлчээрийн төлөв байдлын өөрчлөлтийн шинжилгээг хийхэд 2010-2015 оны хооронд муугаас дунд гэсэн ангилалд шилжсэн газар нийт бэлчээрийн 57.01%, дундаас муу төлөв байдлын ангилал руу 17.25%, сайн төлөвөөс дунд руу шилжсэн газар 3.27%-ийг эзэлж байна. Борнуур сумын хувьд бусад ангиудын өөрчлөлт нь 2%-иас

ихгүй байгаа бөгөөд хамгийн их хувийг эзлэн байгаа муу төлөвөөс дунд руу шилжсэн газар нь гол төлөв тариалангийн талбайн ойролцоо байна. Харин дээрх хугацаанд дундаас муу, сайнаас дунд гэсэн ангилал руу шилжсэн газрууд нь ойн захаар тархсан байна (Зураг 3).

Table 2  
Results of the monitoring of changes in rangeland condition classes during the years 2010-2015 (%)

Анги		2015				
		Маш сайн	Сайн	Дунд	Муу	Нийт
2010	Маш сайн	0.02	0.01	1.99	1.27	3.29
	Сайн	0.64	0.89	3.27	0.84	5.64
	Дунд	0.001	0.001	11.58	17.25	28.83
	Муу	0	0	57.01	5.22	62.23
	Нийт	0.66	0.90	73.86	24.58	100

3-р хүснэгтэд 2015-2019 оны хооронд Борнуур сумын бэлчээрийн төлөв байдлын өөрчлөлтийн матрицыг хувиар харуулав. Үүнээс харахад дунд зэргийн ангиллаас муу төлөвт шилжсэн бэлчээр нь 49.5%, муугаас дунд гэсэн ангилалд 15.37%, дундаас сайн гэсэн ангилалд 3.96%-ийг эзэлж байна (Зураг 3).

Table 3  
Results of the monitoring of changes in rangeland condition classes during the years 2015-2019 (%)

Анги		2019				
		Маш сайн	Сайн	Дунд	Муу	Нийт
2015	Маш сайн	0.002	0.66	0.002	0.001	0.66
	Сайн	0.001	0.90	0.001	0.001	0.90
	Дунд	1.77	3.96	18.63	49.50	73.86
	Муу	1.59	0.94	15.37	6.68	24.58
	Нийт	3.35	6.46	34.00	56.18	100

Пикселд тулгуурласан ангиллын үр дүнг хээрийн хэмжилтийн 198 цэгийн мэдээгээр алдааны матрицын аргаар таарцын үнэлгээ хийхэд 73.97% гарсан.

Table 4  
Confusion matrix obtained with Maximum Likelihood classifier for the 2019 rangeland condition

		Хиймэл дагуулын мэдээнээс					Маш муу	Нийт	Илүү	Мэдээний нарийвчлал (%)
		Маш сайн	Сайн	Дунд	Муу					
Хээрийн хэмжилт	Маш сайн	0	0	0	0	0	0			
	Сайн	3	20	1	1	0	25	0.200	80.00	
	Дунд	4	10	65	2	10	91	0.286	71.43	
	Муу	0	5	10	52	15	82	0.366	63.41	
	Маш муу	0	0	0	0	0	0			
Нийт		7	35	76	55	25	198			
Дутуу		1.00	0.43	0.14	0.05	1.00				
Хэмжилтийн нарийвчлал (%)		0.00	57.14	85.53	94.55	0.00				
<b>Нэгдсэн үнэлгээ: 73.97%</b>										



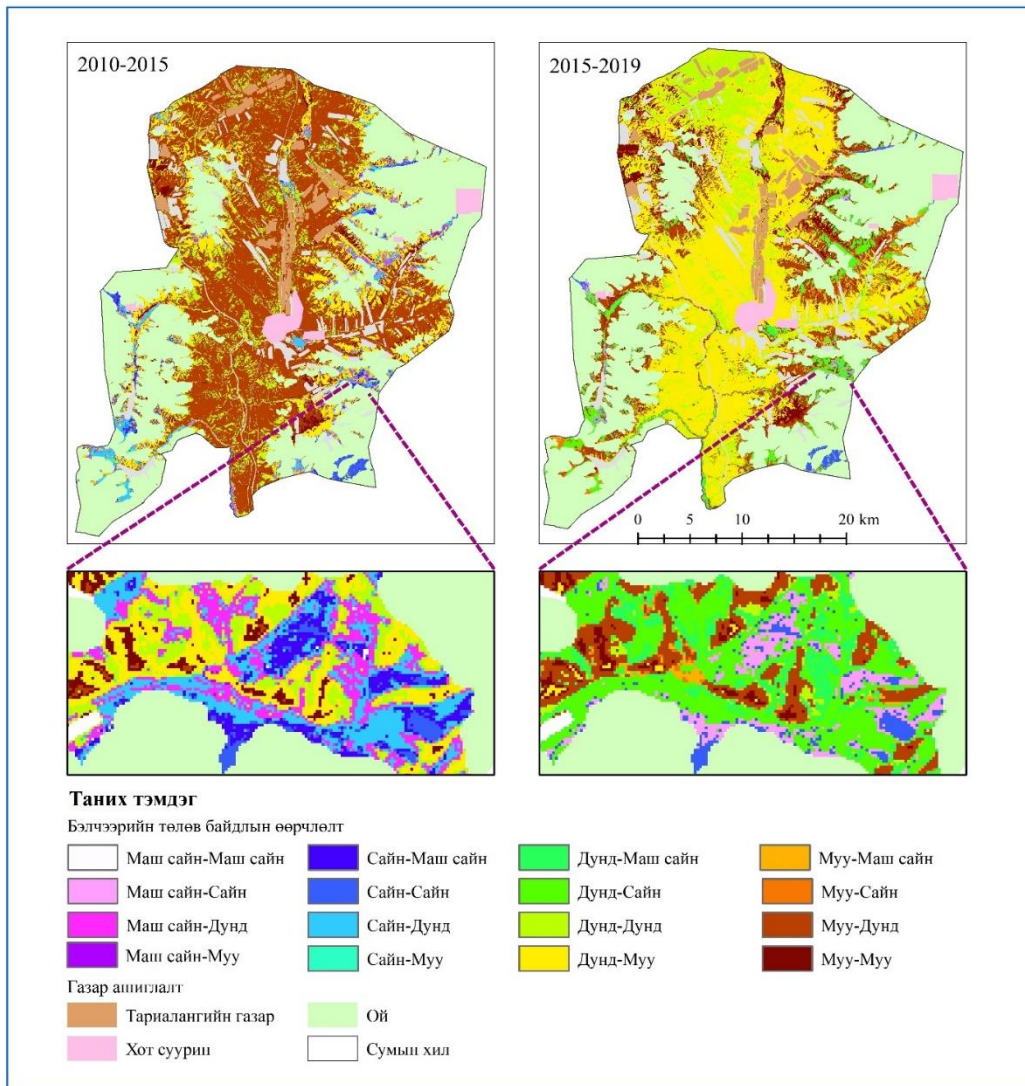


Figure 3. 2010-2015 change detection map, 2015-2019 change detection map.

### ШҮҮН ХЭЛЭЛЦЭХҮЙ

Монгол орны ойт хээрийн бүсийн жишээн дээр бэлчээрийн өнөөгийн төлөв байдлыг зайнаас тандах аргаар үнэлэх судалгааны ажил ховор байгаа учраас ижил төрлийн судалгаатай харьцуулахад хүндрэлтэй байна. Мөн түүнчлэн бэлчээрийн төлөв байдлын үнэлгээнд дундаас бага нарийвчлалтай мэдээг ашиглах нь бэлчээрийн төлөв байдлын үнэлгээний нарийвчлалыг бууруулж, алдааг нэмэгдүүлэх гол

хүчин зүйл болно. Мөн пикселд тулгуурласан ангиллыг хийхдээ анги бүрийн хяналтын цэгийн тоог ижил хэмжээгээр сонгох нь зүйтэй юм. Unal et al (2014) онд дээрх ангиллын аргаар SPOT хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан ангилал хийсэн судалгаа нь харьцангуй бага 53 хувьтай гарсан байна. Энэ хиймэл дагуулын мэдээний нарийвчлалаас хамаарсан байж болох юм [13].

### ДҮГНЭЛТ

Монгол орны бэлчээрийн төлөв байдлыг үнэлэх загварыг ашиглан хээрийн судалгаа нийт 7-н байршилд, 30 м тутамд нийт 700 цэгт хэмжилт хийсэн. Хиймэл дагуулын мэдээнд анхдагч боловсруулалтыг FLAASH агаар мандлын заслын аргаар хийж үүл, манангийн нөлөөг бууруулж,

ойлтын утгыг гаргасан. Ангиллын үр дүнг хээрийн хэмжилтийн мэдээгээр таарцын үнэлгээ хийхэд 73.97% гарсан нь тухайн үр дүнг цаашид бэлчээрийн төлөв байдал болон газар ашиглалт, газрын бүрхэвчийн өөрчлөлтийн судалгаанд ашиглах боломжтойг харуулж байна.

## ТАЛАРХАЛ

Энэхүү ажлыг хийж гүйцэтгэхэд зааж чиглүүлж өгсөн Исланд улсын Хөдөө аж ахуйн их сургуулийн багш Atli Gudjónsson, Jón

Gudmundsson болон Газрын доройтол нөхөн сэргээлтийн хөтөлбөрийн хамт олонд гүн талархал илэрхийлье.

## АШИГЛАСАН БҮТЭЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- [1] J. L. Holechek, R. D. Pieper, and C. H. Herbel, “Rangeland and man,” in *Range management: principles and practices*, Sixth edit., V. Anthony and B. Lawrensen, Eds. New Jersey: Prentice Hall, 2011, pp. 1–16.
- [2] MEA [Millennium Ecosystem Assessment], “Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis,” Washington D.C., 2005.
- [3] D. D. Briske, “Rangeland systems: foundation for a conceptual framework,” in *Rangeland systems: processes, management and challenges*, D. D. Briske, Ed. Cham: Springer Nature, 2017, pp. 1–21.
- [4] R. B. Harris, “Rangeland degradation on the Qinghai-Tibetan plateau: a review of the evidence of its magnitude and causes,” *J. Arid Environ.*, vol. 74, no. 1, pp. 1–12, 2010.
- [5] D. A. Mariano *et al.*, “Use of remote sensing indicators to assess effects of drought and human-induced land degradation on ecosystem health in northeastern Brazil,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 213, pp. 129–143, Aug. 2018.
- [6] B. Densambuu, S. Sainnemekh, B. Bestelmeyer, B. Ulambayar, and E. Batjargal, “National report on the rangeland health of Mongolia,” Ulaanbaatar, 2018.
- [7] B. Densambuu, T. Indree, A. Battur, and S. Sainnemekh, “State and transition models of Mongolian rangeland,” Ulaanbaatar, 2018.
- [8] D. A. Wikum and G. F. Shanholtzer, “Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies,” *Environ. Manage.*, vol. 2, no. 4, pp. 323–329, Jul. 1978.
- [9] J. Yuan and Z. Niu, “Evaluation of atmospheric correction using FLAASH,” in *2008 International Workshop on Earth Observation and Remote Sensing Applications*, 2008, pp. 1–6.
- [10] C. J. Tucker, “Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 8, no. 2, pp. 127–150, 1979.
- [11] M. Hussain, D. Chen, A. Cheng, H. Wei, and D. Stanley, “Change detection from remotely sensed images: from pixel-based to object-based approaches,” *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, vol. 80, pp. 91–106, Jun. 2013.
- [12] M. Story and G. Congalton, “Accuracy assessment: a user’s perspective,” *Photogramm. Eng. Remote Sensing*, vol. 52, no. 3, pp. 397–399, 1986.
- [13] E. Ünal, A. Mermer, and H. Yildiz, “Assessment of rangeland vegetation condition from time series NDVI data,” *J. F. Crop. Cent. Res. Inst.*, vol. 23, no. 1, pp. 14–21, 2014.

## **Assessment of rangeland condition**

**Batbileg Bayaraa\* , Byambasuren Damdin, Ser-Od Baatar**

School of Agroecology, Mongolian University of Life Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

\*Corresponding author: batbileg@mul.s.edu.mn

### **ABSTRACT**

There is a substantial gap in the studies on classifications of rangeland condition in the Mongolian context. To fill this gap, this study aimed at assessing the condition and changes of rangeland in the forest-steppe zone in Mongolia with the use of remote sensing technique. The Bornuur soum of Tuv aimag in Mongolia was selected as the study area. A quantitative methodology with remote sensing tool was employed to assess rangeland condition. The results of the study showed an overall accuracy of 73.9%. The study provided an insight into possible improving methodology of rangeland monitoring, sustainable land management as well as environmental studies.

**Keywords:** vegetation indices, Landsat satellite data