Ой, хээрийн түймрийг сансрын мэдээгээр үнэлэх боломжууд

А.Мөнх-эрдэнэ[1], Э.Жаргалдалай[1], Д.Баярбаатар[1]

ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн[1]
Энхтайвны өргөн чөлөө 54В,
Улаанбаатар-51, Монгол Улс
E-mail: munkherdene@informatic.ac.mn

Хураангуй

Энэхүү судалгааны зорилго нь оптикийн тандан судлал буюу Ландсат хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан ой, хээрийн түймэрийн улмаас үүссэн газрын гадаргын өөрчлөлт болон түймэрийн дараах нөхцөл байдлыг үнэлэх, шатсан талбайг сувгийн холилт болон шатсан талбайн индекс (NBR-normalized burnt ratio) аргуудыг ашиглан тодорхойлох боломжийг харуулсан судалгаа юм.

Түлхүүр үг: Зайнаас тандан судлал, сансрын мэдээ, Ландсат дагуул

Оршил

Цаг агаарын хуурайшилт, хуримтлагдсан хагд өвс, хүмүүсийн хайхрамжгүй аливаа үйл ажиллагаа зэрэг нь улсын хэмжээнд ой, хээрийн түймрийн тоо, тархалтыг нэмэгдүүлэх үндсэн гурван хүчин болж байна. Сүүлийн жилүүдэд манай оронд гарсан ой, хээрийн түймэрт олон мянган га ойн баялаг, бэлчээрийн чухал ач холбогдол бүхий газар нутгууд өртөн байгаль, экологийн асар их хохирол учирсаар байгаа төдийгүй иргэдийн аж амьдралд түймрийн үзүүлж буй сөрөг нөлөөлөл улам ихэссээр байна.

Бүс нутаг, цаашлаад дэлхийн уур амьсгалын өөрчлөлт Монгол оронд нөлөөлж, цаг агаарын аюулт үзэгдэлд тооцогдох зуд, цасан шуурга, шороон шуурганы давтамж, хамрах хүрээ нэмэгдсээр байна. Эдгээр байгалийн үзэгдлээс сэргийлэх боломж тун бага бөгөөд ой хээрийн түймрийн байгальд учруулж буй сөрөг үр дагавраас урьдчилан сэргийлэх боломжтой юм. Учир нь манай орны түймрийн ихэнх нь хүний үйл бүруутай ажиллагаанаас үүдэлтэй тул маш няхуур менежментийн төлөвлөлт, хүний үйл ажиллагаанд чиглэсэн арга хэмжээ авснаар байгалийн баялгийн хорогдолт, цөлжилтийг бууруулах боломжтой юм.

Гал түймэртэй тэмцэх замаар Үндсэн хуулиар тогтоосон хүмүүнлэг ардчилсан нийгэмд бүх иргэн амьд явах, аюулгүй орчинд амьдрах бололцоог хангах, байгаль экологийн тэнцвэртэй байдлыг хадгалах, төр, аж ахуй нэгж, байгууллагын галын аюулгүй байдлыг ханган улс орны нийгэм эдийн засгийн хөгжлийг тогтворжуулахад гол анхаарлаа хандуулах нь зүйтэй [1]. 2000–2010 онуудад Монгол улсын хэмжээнд гарсан гал түймрийн нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийхэд жилд дунджаар 2200 гал түймрийн хэрэг зөрчил гарч, гал түймрийн улмаас 52 хүн нас барж төр байгууллага, аж ахуй нэгж, иргэдийн өмчинд 5,7 тэрбум төгрөгний хохирол учирсан

байна. 2009 оны байдлаар гэхэд улсын хэмжээнд ой, хээрийн түймэр 15 аймгийн 67 суманд нийт 120 удаа гарч, түймрийн улмаас 160749,8 га ойн талбай, 244283,3 га бэлчээрийн талбай, нийт 405035,1 га талбай түймэрт өртөн шатаж түймрийг унтраахад 69.3 сая төгрөг, байгаль экологид 533.8 сая төгрөгийн, эд материалын болон бусад зардалд 2.1 сая төгрөгийн нийт 605.2 сая төгрөгийн хохирол учирсан бол өнгөрсөн онд 13 аймгийн 52 суманд нийт 104 удаа ой хээрийн түймэр гарч, нийт 1 сая га талбай шатаж, урьдчилсан байдлаар 938.0 сая төгрөгийн хохирол учирсан бөгөөд түймрийг унтраахад 54,5 сая төгрөг зарцуулаад байна [2].

Орчин үед зайнаас тандан судлал буюу агаар, сансрын түвшнээс авсан оронзайн болон спектрийн төрөл бүрийн нарийвчлалтай мэдээг, газарзүйн мэдээллийн системтэй хослуулан эх дэлхийн гадарга дээрх байгалийн болон хүний үйл ажиллагаатай холбоотой өөрчлөлтийг судлан дүн шинжилгээ хийн боловсруулж, сэдэвчилсэн мэдээ гарган авч мэдээллийн санг баяжуулан шинэчилснээр судлаач, шийдвэр гаргагч, хэрэглэгч нар төрөл бүрийн төлөвлөлт зохион байгуулах, мониторинг хийх, сэдэвчилсэн мэдээ гарган авах зэрэг бүхий л үйл ажиллагаандаа өргөнөөр ашиглаж байна.

Мөн түүнчлэн гамшигийн өмнөх урьдчилан сэргийлэх менежмент, төлөвлөлт болон гамшигийн дараах үеийн нөхцөл байдлыг үнэлэх болон хохирлыг тооцох, мониторинг хийх зэрэгт агаар, сансрын мэдээг ашигласаар байна. Зайнаас тандан судлах гэдэг нь байгалийн үзэгдэл, түүний параметрүүд, мөн түүнчлэн байгалийн болон хүний үйл ажиллагаагаар бий болсон объектуудын төлөвийг тэдгээрийн цахилгаан соронзон долгионы өөр, өөр мужид ойлгосон, цацруулсан болон сарниулсан долгионыг хэмжсэний үндсэн дээр судлахыг хэлнэ [3]. Уг судалгааны ажил нь оптикийн тандан судалгаа буюу сансрын мэдээ ашиглан ой болон хээрийн түймрийн үе болон дараа нөхцөл байдлыг үнэлэх, шатсан талбайг тодорхойлох боломжийг харуулсан судалгаа юм, өөрөөр хэлбэл энэхүү мэдээг ашиглан тухайн түймэрт өртсөн бүс нутгийн том болон дунд масштабын сэдэвчилсэн зургийг үйлдэх боломжтой юм.

Судалгааны талбай болон эх материал

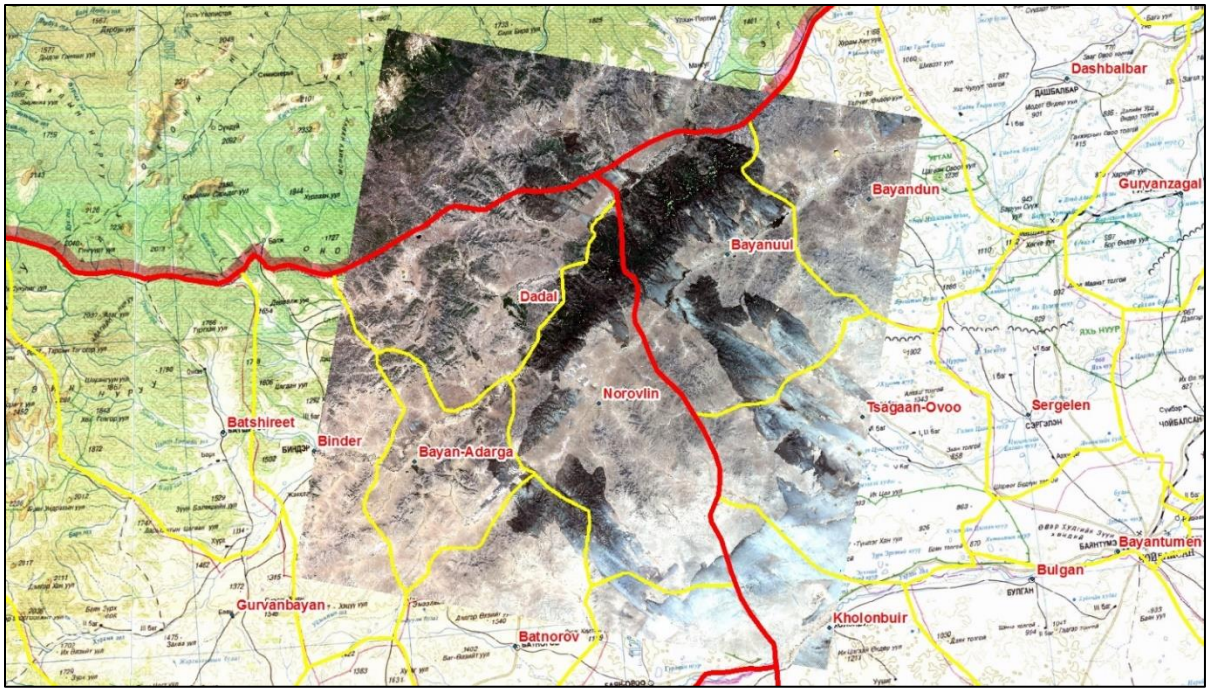
Судалгааны талбайн хувьд 2015 оны хавар 4, 5 сард их хэмжээний газар нутгийг хамарсан ой болон хээрийн түймрийн зарим голомт болсон Хэнтий аймгийн Дадал, Норивлин, Баян-Адрага болон Дорнод аймгийн Баян-Уул, Цагаан-Овоо, Хөлөнбуйр сумдын зарим нутгуудыг сонгон авсан болно.

Уг судалгаанд АНУ-ын сансрын агентлаг НАСА-гийн 2014 онд хөөргөсөн Ландсат 8 хиймэл дагуулын мэдээг ашигласан. Ландсат хиймэл дагуул нь анх 1972 онд хөөргөсөн анхны зайнаас тандан судлах дагуул бөгөөд түүнээс хойш нийт 7 цуврал дагуул хөөрсөн байна. Ландсат 8 хиймэл дагуул өмнөх цувралуудыг илүү сайжруулсан хувилбар бөгөөд OLI (Operational Land Imager) болон TIRS (Thermal

Infrared Sensor) гэсэн хоёр сенсортой, оронзайн шийд панхроматик суваг 15 м, олон бүсчлэл 30 м, цаг хугацааны шийд 16 хоног бол нийт сувгийн тоо 11 юм. Нэг сцений талбай 185x185 км [4]. Landsat 8 хиймэл дагуулын техник үзүүлэлтийг хүснэгт 1-д үзүүлэв. Судалгаанд ашигласан эх мэдээний хувьд Ландсат 8 хиймэл дагуулын 2015 оны 5 сарын 21-нд авсан мэдээг ашигласан болно. Хиймэл дагуулын мэдээний мөр баганы дугаар PR128028.

Хүснэгт 1. Ландсат 8 дагуулын үзүүлэлтүүд

Суваг	Спектрийн шийд (микрон)	Оронзайн шийд (м)
1	0.43 - 0.45	30
2	0.45 - 0.51	30
3	0.53 - 0.59	30
4	0.64 - 0.67	30
5	0.85 - 0.88	30
6	1.57 – 1.65	30
7	2.11 – 2.29	30
8-панхроматик	0.50 – 0.61	15
9	1.36 – 1.38	30
10	10.60 – 11.19	100 * (30)
11	11.50 – 12.51	100 * (30)



Зураг 1. Судалгааны талбай, Ландсат 8 дагуулын мэдээ, PR13028.

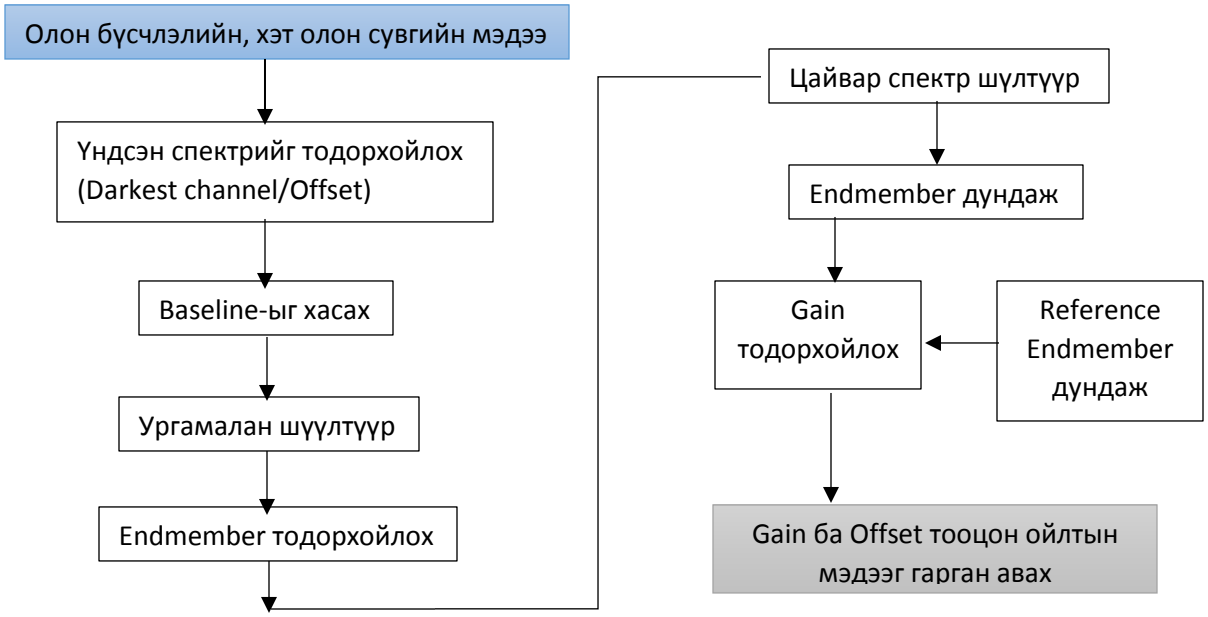
Дүн шинжилгээ

Уг судалгаанд Landsat 8 дагуулын мэдээний спектрийн сувгуудыг сонгохдоо цахилгаан соронзон долгионы хөх муж буюу 0.45-0.51 µm, ногоон 0.53-0.59 µm, улаан 0.64-0.67 µm, ойрын нил улаан 0.85-0.88 µm долгион урт бүхий сувгуудыг сонгосон.

Сувгуудыг сонгосны дараагаар байрзүйн зурганд байрзүйн холболт хийх шаардлагатай болсон бөгөөд анхдагч зургууд нь растер координаттай байдаг тул тулгуур цэгүүдийн сонгон авч байрзүйн холболт хийж стандарт проекцид шилжүүлдэг. Байрзүйн зурганд тулгуур цэгүүдийг сонгон авсны дараагаар Гаусс-Кругерийн тусгагд шилжүүлэн байрзүйн холболт хийв. Улмаар байрзүйн зураг ашиглан сансрын мэдээнд байрзүйн холболтыг хийсэн бөгөөд нийт 12 тулгуур цэгүүдийг голын эрэг, ойн зах, замын уулзвар зэрэг цэг тодорхой цэгүүд дээр сонгон авч UTM тусгаг 49-р бүсд шилжүүлсэн болно. Ийнхүү цэгүүдийг сонгон авч байрзүйн холболтыг хийхэд дундаж квадрат алдаа (RMSE) 0.66 пиксел байв.

Олон цаг хугацааны сансрын мэдээг судалгаандаа ашиглахын өмнө атмосферийн нөлөөг багасгахын тулд ENVI ITT системийн QUAC (Quick atmospheric correction) аргыг ашиглан засал хийсэн. QUAC арга нь олон бүсчлэл болон хайперспектрийн мэдээнд зориулсан буюу үзэгдэх гэрлээс (VNIR) богино долгионы нил улаан муж (SWIR) хүртэлх сувгуудад зориулсан атмосферийн засал юм [5]. Энэ арга нь нэмэлт мэдээлэлгүйгээр тухайн сценд агуулагдаж байгаа мэдээллүүдээс (бүртгэгдсэн пикселийн спектр) атмосферийн параметруудыг шууд

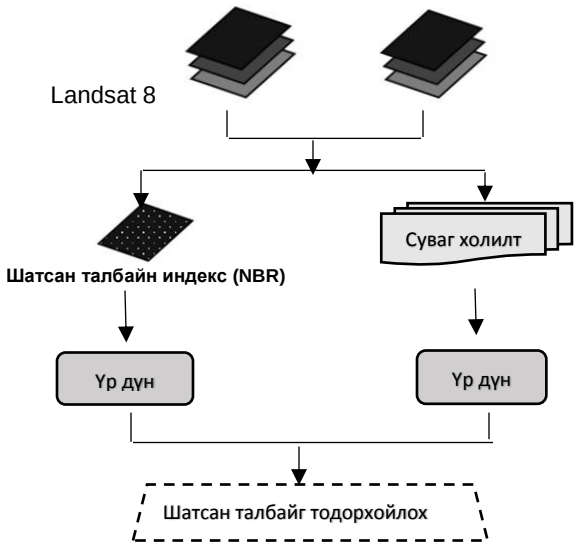
тодорхойлдогоороо уламжлалт атмосферийн заслуудын аргуудаас өөр юм [7]. QUAC арга нь дараах хоёр нөхцөлд хамгийн нарийвчлалтай бодогддог. Нэгд тухайн сценд 10-с дээш төрлийн байгалийн биет байгаа тохиолдолд. Хоёрт 0 утга руу дөхсөн буюу хар пиксел байвал спектрийн ялгааг тодорхойлоход дөхөм болдог байна. Зураг 3-д QUAC аргын ерөнхий схемийг үзүүлэв.



Зураг 3. QUAC аргын ерөнхий схем

Уг судалгааны аргазүйн ерөнхий схемийг зураг 3-т үзүүлсэн болно. Атмосферийн заслын дараагаар band combination буюу сувгуудыг холисноор байгалийн өнгөт (natural color) зураг болон хуурмаг өнгөт зургуудыг (pseudo color) гарган авсан болно. Үр дүнгүүдийг зураг 4-д үзүүлэв. Мөн түүнчлэн шатсан талбайн индексийг (NBR normalized burnt ratio) бодуулсан байна. NBR (1) гэдэг нь ургамлын индекс NDVI-тай адил бөгөөд нийлбэрийн нормчлолын аргаар ойрын нил улаан туяаны сувгийг богино долгионы мужид харьцуулан бодож гаргадаг индекс юм [6]. Үр дүнг зураг 5-т үзүүлсэн болно.

$$NBR= (NIR-SWIR)/(NIR+SWIR) \quad (1)$$





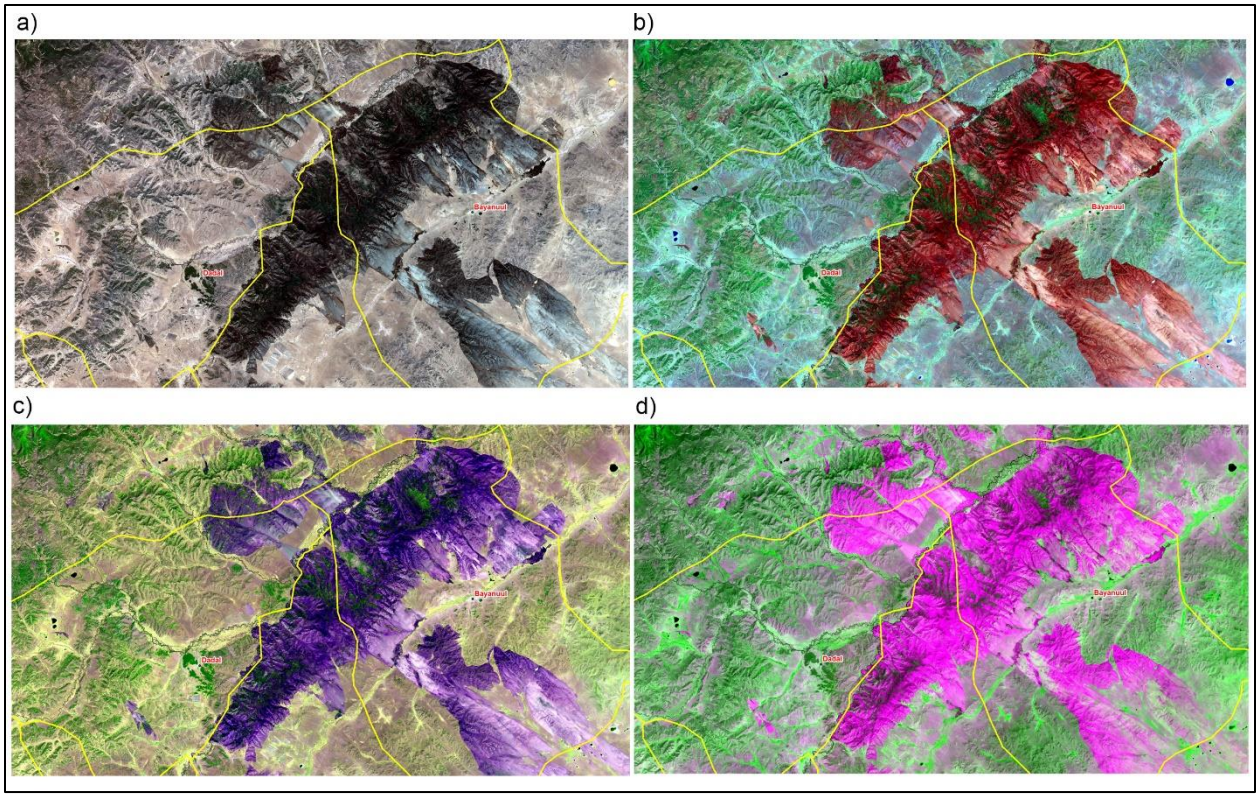
Зураг 3. Судалгааны ерөнхий схем

Үр дүн

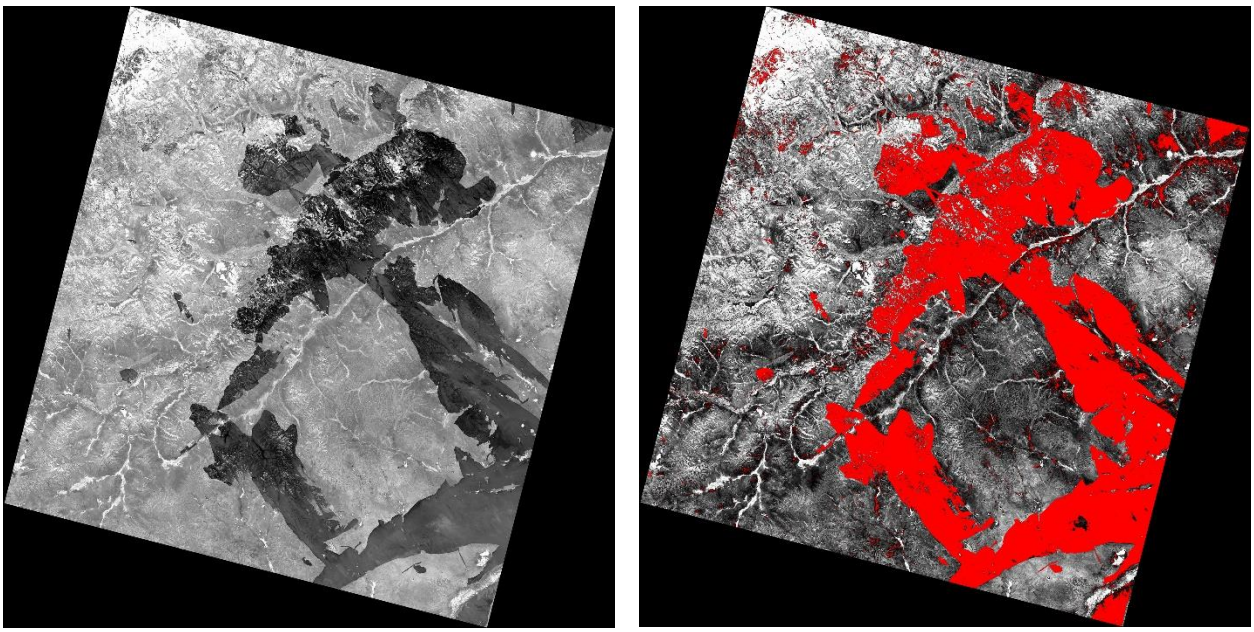
Судалгааны талбайн хувьд 2015 оны 4 сарын сүүлээр их хэмжээний хээрийн болон ойн түймэр гарсан бөгөөд 5 сарын 19-ний сансрын мэдээнд шатсан талбай тодорхой харагдаж байна. Зураг 3-ийн a-д тус нутгийн хэсгийг байгалийн өнгөөр харуулсан бөгөөд шатсан талбай хар, бараанаар харагдаж байна. Харин хуурмаг өнгө буюу бусад суваг холилтонд b) c) d) зургуудад улаан, ягаан, тод ягаан өнгүүдээр дүрслэгдэн харагдаж байна.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгаанд оптикийн тандан судлалын мэдээ буюу Ландсат хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан ой хээрийн түймэрт шатсан талбайг тодорхойлох аргазүйн талаар авч үзсэн болно. Сувгийн холилт болон NBR (normalized burnt index) буюу шатсан талбайн индексийг нийлбэрийн нормчлолын аргуудыг авч үзэн үр дүнгүүдийг харьцуулсан байна. Судалгаанаас харахад ой хээрийн түймэр шатсан талбайн хил заагийг NBR индексийн үр дүн илүү сайн тодорхойлж байгаа нь харагдаж байна. Үр дүнгээр гаргаж авсан эдгээр сэдэвчилсэн мэдээг ашиглан ГМС-ийг шинэчлэх, баяжуулах болон хохирлыг тооцох, гамшгийн дараах арга хэмжээг төлөвлөх зэрэгт ашиглаж болох бөгөөд бага болон дунд (1:100.000 түүнээс бага) масштабын сэдэвчилсэн мэдээ, зургийг гарган авч болох нь харагдаж байна. Зураг 5-т судалгааны талбайд шатсан талбайн индекс (NBR) бодуулсан үр дүнг харуулсан бөгөөд хар өнгөөр шатсан талбай илэрхийлэгдэж байна.



Зураг 4. Суваг холилт a) суваг, улаан-4, ногоон-3, хөх-2, байгалийн өнгө b) суваг 753 c) суваг 657 d) суваг 10 5 11



Зураг 5.Ландсат дагуулын PR130026 сцен, 185x185 км a) NBR индексийн үр дүн b) Шатсан талбайг тодорхойлсон байдал

Ном зүй

1. “Ой хээрийн түймрийн хэргийн газрын үзлэг хийхэд анхаарах зарим асуудал”, http://criminology.mn/print.php?id=44&lang=1
2. Ой, хээрийн түймрээс урьдчилан сэргийлэх, хамгаалах менежментийг сайжруулах үндэсний семинар-2014
3. Д.Амарсайхан, М.Ганзориг, Ц.Адъяасүрэн, М.Саандарь, 2006, “Зайнаас тандан судлал, Газарзүйн мэдээллийн системийн зарчмууд”, 3 дахь хэвлэл, Улаанбаатар хот, Монгол Улс.
4. Д.Амарсайхан, М.Ганзориг, А.Мөнх-Эрдэнэ, Д.Энхжаргал, 2015, “Зайнаас тандах хиймэл дагуулууд болон төхөөрөмжүүд”, Улаанбаатар хот, Монгол Улс.
5. Lei Ji, Li Zhang, Bruce Wylie. 2009, Analysis of Dynamic Thresholds for Normalized Difference Water Index, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol.75, No 11, pp.1307-1317.
6. Cocke, A. E., Fulé, P. Z. and Crouse, J. E. (2005) Comparison of burn severity assessments using Differenced Normalized Burn Ratio and ground data. International Journal of Wildland Fire, 14, pp. 189-198.
7. ITT ENVI tutorial, User’s guide, QUAC.