

ХӨРСНИЙ ЧИЙГИЙГ ЗАЙНААС ТАНДАХ АРГААР СУДАЛСАН ДҮН

Т.ТЭЛМЭН, Г.БЯМБАА

Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн
telmen808@gmail.com

Soil moisture estimation using remote sensing method

The purpose of this research is to identify and map surface soil moisture in case of Kharaa river basin. We selected 105 sampling point by using systematic and grid sampling method. Soil was sampled between 23th to 26th of June in 2016 and average soil moisture was 18.64%. Remote sensing method was used for mapping soil moisture index (SMI). Correlation between field study and remotely sensed SMI is 0.68 and it is higher in forest mountainous area compare to low mountain-valley area.

Түлхүүр үг: Хараа голын сав, Хөрсний чийг, Хөрсний чийгийн индекс (ХЧИ), Хөрсний чийгийн тархалтын зураглал

Оршил

Хөрс нь өөртөө тодорхой хэмжээний ус чийгийг агуулдаг ба энэ чийг нь хөрсөнд байгаа шим тэжээлийн бодис, элементүүдийг ургамалд тэжээл болгон ашиглахад гол гүүр болдог (Батхишиг ба бусад., 2016).

Хээрийн судалгааны цэгэн хэмжилтийн үр дүн орон зайн тархалтыг нарийн илэрхийлдэггүй (Engman, 1990; Аззаяа ба бусад., 2004). Харин зайнаас тандан судлалын технологи нь цаг хугацааны хувьд тасралтгүйгээр өргөн уудам нутагт хөрсний чийгийг тодорхойлох боломжийг бий болгодог (Engman, 1990).

Судалгааны ажлын зорилго бол өнгөн хөрсний чийгийг тодорхойлох түүний орон зайн тархалтыг зайнаас тандан аргаар зураглах юм.

Бид Хараа голын сав газрыг жишээ болгон сонгон судалгаагаа хийсэн. Хараа голын сав газар нь Монгол орны төв хэсэг уулын ойт-хээрийн бүс нутаг болох бөгөөд газар тариалан мал аж ахуйн төвлөрөл ихтэй нутаг. Энэ сав газарт орших томоохон газар тариалангийн сангийн аж ахуйнууд ихэвчлэн усалгаагүй газар тариалан эрхэлдэг (Энхтайван ба бусад., 2007). Иймд энэ сав нутгийн хөрсөн дэх ус, чийгийн нөөц чухал ач холбогдолтой.

Судлагдсан байдал

Хараа голын сав газар орчимд хөрсний чийг, ус-физик шинж чанарын судалгааг олон судлаачид хийж байжээ. Хараа голын адаг орчим Бүрэнтолгойн услалтын системийн Хархүрэн, Нугат, Хүрэн, Аллювийн

хөрсний хамгийн бага чийг багтаамжийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж усалгааны норм, хөрсний чийгийн зохистой горимыг тогтоосон (Жанчивдорж, 1999).

2014 онд Хараа голын сав газарт мөнхцэвдгийн хөлдөлт гэсэлтийн гүнийг Стефаны аргаар тооцохдоо хөрсний чийгийн судалгааг хийсэн. 6 хөрсний дээжинд шинжилгээ хийхэд дунджаар 19,2%-н чийгшилтэй байжээ (Мөнхцэцэг ба бусад., 2014).

Монгол орны Дорнод хэсгийн хээрийн хөрсөнд 1982 оноос хойш Сүхбаатар аймгийн Түмэнцогт сумын төвийг суурин судалгааны түшиц газар болгон хөрсний чийг, ургамлын динамикийн судалгааг тасралтгүй 30 гаруй жил хийсэн байна (Батбаяр, 2016).

Хараа голын сав газрын хэмжээнд хөрсний бүрэн чийг багтаамжийг тодорхойлох түүний хөрсний шинж чанаруудаас хамаарах хамаарлыг тооцож орон зайн хуваарилалтыг зураглах судалгааг хийжээ. Энэ судалгаагаар элс элсэнцэр, сайргархаг, чулуу ихтэй хөрсөнд хээрийн чийг багтаамж бага гарсан бол органик хуримтлал ихтэй шавранцар, дунд шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй хөрсөнд хээрийн чийг багтаамж өндөр байсан (Бямбаа & Батхишиг, 2016).

Хөрсний чийгийг зайнаас тандах судалгаа 1970 оноос эхлэн зарим оронд хийгдэж эхэлсэн бөгөөд арга зүй улам боловсронгуй болон хөгжсөөр байна (Wang et al., 2009). Манай оронд 2010 онд Энхжаргал зайнаас тандан судалсан мэдээг ашиглан Монгол орны хэмжээнд хөрсний чийгийн индексийг тооцоолон ургамлын индекстэй харьцуулсан судалгааг хийжээ. Энэ судалгаанд 1982-2002 оны 4-8 саруудын чийгийн индексийг хур тунадас болон потенциал ууршилт ашиглан тооцсон. Тэдний судалгаагаар 4 сард чийгийн индекс хамгийн бага 3.2 ; 7 сард хамгийн их 21.3 байсан.

Ховд аймгийн Буянт голын ай савын хэмжээнд 40 хөрсний зүсэлтийн 159 дээжинд нэвчилт, ургамал гундах чийг, бүрэн чийг багтаамж, эзлэхүүн жин, хээрийн чийг багтаамж зэрэг ус-чийгийн тогтмол үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж сав нутгийн хэмжээний орон зайн тархалтын зураглалыг eSAT, Landsat, SRTM хиймэл дагуулуудын мэдээг ашиглан зохиосон (Batkhisig et al., 2013).

“Хараа голын сав газрын усны эргэлт хэрэглээ” сэдэвт ажлын хүрээнд Сүмбэр сумын нутагт 10, 20, 50, 80 см-н гүнд Hobo logger ашиглан 6-10 сарын хөрсний чийгийг хэмжсэн байна. Энэ судалгаагаар 10-20 см-н гүнд хур тунадасны нэвчилт сайн учраас хөрсний чийг сайтай байдаг ч уурших нөхцөл илүү байдагтай холбоотойгоор хэлбэлзэл ихтэй байжээ. Мөн Landsat

ТМ хиймэл дагуулын 4,5-р сувгийн мэдээг ашиглан чийгийн индексийн зураг гаргасан ба хамгийн их чийгийн индексийн утга нь 0,55 байсан бол хамгийн бага нь -0,3 гаржээ (Баттогтох ба бусад., 2014).

2016 онд С.Туяа MODIS хиймэл дагуулын мэдээгээр тодорхойлсон ургамлын индекс, газрын гадаргуугийн температур ашигласан шинэ загвар гарган Монгол орны хээрийн бүсийн газрын гадаргуугийн ууршилтыг тодорхойлсон. Сүүлийн 60 гаруй жилд ордог хур тунадасны хэмжээ бараг өөрчлөгдөөгүй атал агаарын температур 1.8 градусаар дулаарсан нь дэвсгэр гадаргын ууршицыг нэмэгдүүлж улмаар хөрсний чийгийн балансад сөргөөр нөлөөлж байгаад үндэслэн судалгаагаа хийжээ. Шинэ загвараар тодорхойлсон үр дүнд хамгийн их ууршиц явагдсан үе нь 6,7 сарын сүүлээр тохиосон байна.

Арга зүй

Хөрсний дээж авах цэгийг сонгохдоо системтэйгээр торлон дээж авах (Systematic and Grid sampling) аргыг ашигласан. Энэ арга нь дээжний байршлыг сонгоход хялбар бөгөөд судалгааны талбайг жигд хамруулдаг. Дээж авах цэгүүдийн хоорондын зай тогтмол ба байршил, зайг урьдчилан сонгодог. Бидний судалгааны талбайн хувьд нэг цэг нөгөө цэгээс 10 км зайтай байхаар сонгосон.

Хээрийн судалгааг 2016 оны 6 сарын 23-26нд Хараа голын сав газарт хөрсний 105 зүсэлт хийж өнгөн хэсгийн дээжинд лабораторын нөхцөлд хөрсний чийгийг тодорхойлсон. Хөрсний чийгийг жингийн хувиар тооцоолсон.

Шинжилгээний үр дүнг тооцоолох:

$$ХЧ\% = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} * 100 \quad (1)$$

W_1 - Бюксний жи (гр), W_2 - Чийгтэй хөрс+бюксний жин (гр), W_3 - Хуурай хөрс+бюксний жин (гр)

Зайнаас тандан судлах аргаар Landsat 8 хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан хөрсний чийгийн индекс SMI-г (Wang et al., 2009) бодсон. Тооцоолсон чийгийн индексийн утга болон хээрийн судалгааны үр дүн хоорондын хамаарлаар Хараа голын сав газрын өнгөн хөрсний чийгийн тархалтын зургийг гаргав.

Хөрсний чийгийн индекс (ХЧИ) тооцоолох:

$$SMI = \frac{T_{Smax} - T_s}{T_{Smax} - T_{Smin}} \quad (2)$$

T_s = Зайнаас тандан судалсан гадаргын температур

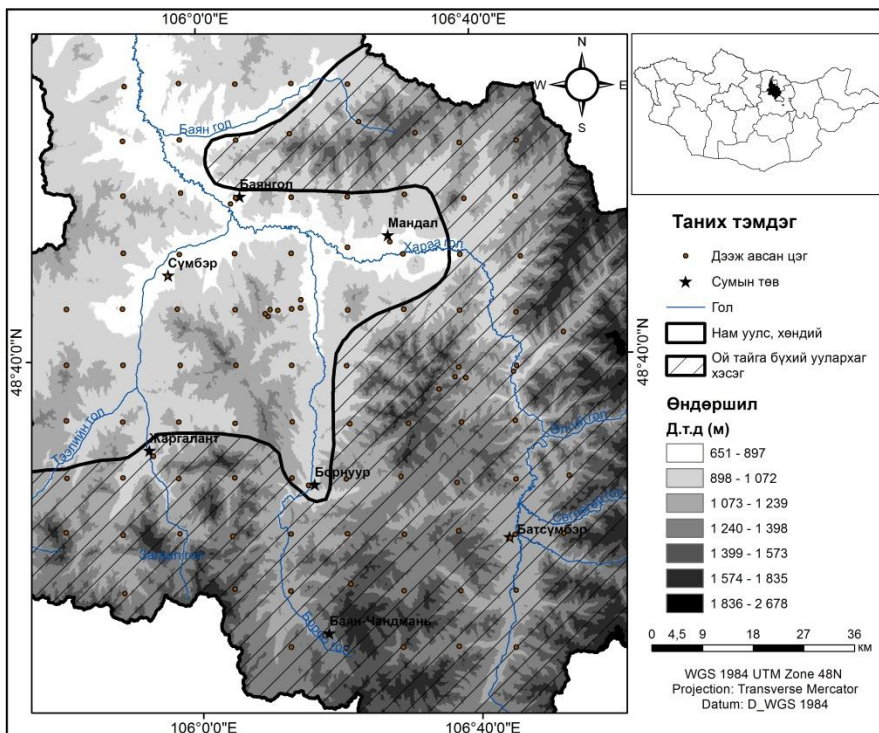
$T_{Smax} = a + b * NDVI$ Ангилсан NDVI утгууд дээрх хамгийн их гадаргын температур

$T_{Smin} = a' + b' * NDVI$ Ангилсан NDVI утгууд дээрх хамгийн бага гадаргын температур

a, b, a', b' = Ангилсан NDVI болон хамгийн их/бага гадаргын температурын регрессийн шинжилгээний коэффициентүүд

Судалгааны талбай

Хараа гол нь Бага Хэнтийн нурууны баруун өмнө захын Ар толгойт уулаас эх аван урсах Хүйн голоос эх аван Орхон голд цутгадаг. Хараа голд Сөгнөгөр , Түнхэл, Баян, зэрэг улаг голууд цутгах учраас голын өргөн адаг руугаа нэмэгдэж хөндий уужрана. Хараа голын сав нутаг нь дундаж, нам уулс, гүвээ толгод бүхий хээр бөгөөд гадаргын өндөржилтийг өндрийн тоон загварын мэдээ (SRTM) ашиглан зураглахад гадаргын үнэмлэхүй өндөр 651-2678 метрийн хооронд байна (Зураг 1). Голын урт 291 км ба сав нутгийн нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээ 14537 км². Хараа голын сав нь манай орны газар тариалангийн гол бүс нутаг юм. Энэ сав газарт томоохон газар тариалангийн сангийн аж ахуйнууд орших бөгөөд эдгээр нь ихэвчлэн усалгаагүй газар тариалан эрхэлдэг (Энхтайван ба бусад., 2007).



Зураг 1. Судалгааны талбай

Хөрс

Хараа голын сав газар ерөнхийдөө нам уулс, тэдгээрийн хоорондох өргөн нарийн хөндий, хотос, голуудын татам бүхий хэрчигдлийн шигүүтэй байх ба тэр хэмжээгээр хөрсөн бүрхэвч ч мөн алаг цоог байна. Мандал сумын нутгийн зүүн хойд хэсэг, Ноён уул, Жаргалантын Ногоон нуруу, Сөгнөгөр, Баянгол орчмын уулс, ухаа гүвээний ар хажуугаар *Ширэгт тайгын, Ойн бараан* хөрс ойтой газраар тогтворжино. Голуудын эх орчмын хэсгээр болон уулын урд хажуу, нам ухаа гүвээрхэг газруудаар *Сайргархаг Харшороон, Сайргархаг Хархүрэн* хөрстэй. Судаг жалга, ам хөндийн ёроолоор *Харшороон, Хархүрэн, Нугын бараан* хөрс, голын дэнж орчмын газраар мараалаг шинжийн хөрстэй. Газар тариалангийн төвлөрөлтэй холбоотойгоор *Тариалангийн* хөрс тогтворжсон. Голуудын хөндий, татам хэсгээр *Аллювийн* хөрс үелсэн давхаргатай, сайргархаг, глейрхэг төрлөөр тархсан байна. Хараа голын сав нутгийн баруун хэсгийн жижиг гол, нуурын эргэн тойрон хужир мараалаг хөрс тархана. Хараа голын сав газарт *Хархүрэн* хөрс голлон тогтворжсон байна.

Үр дүн

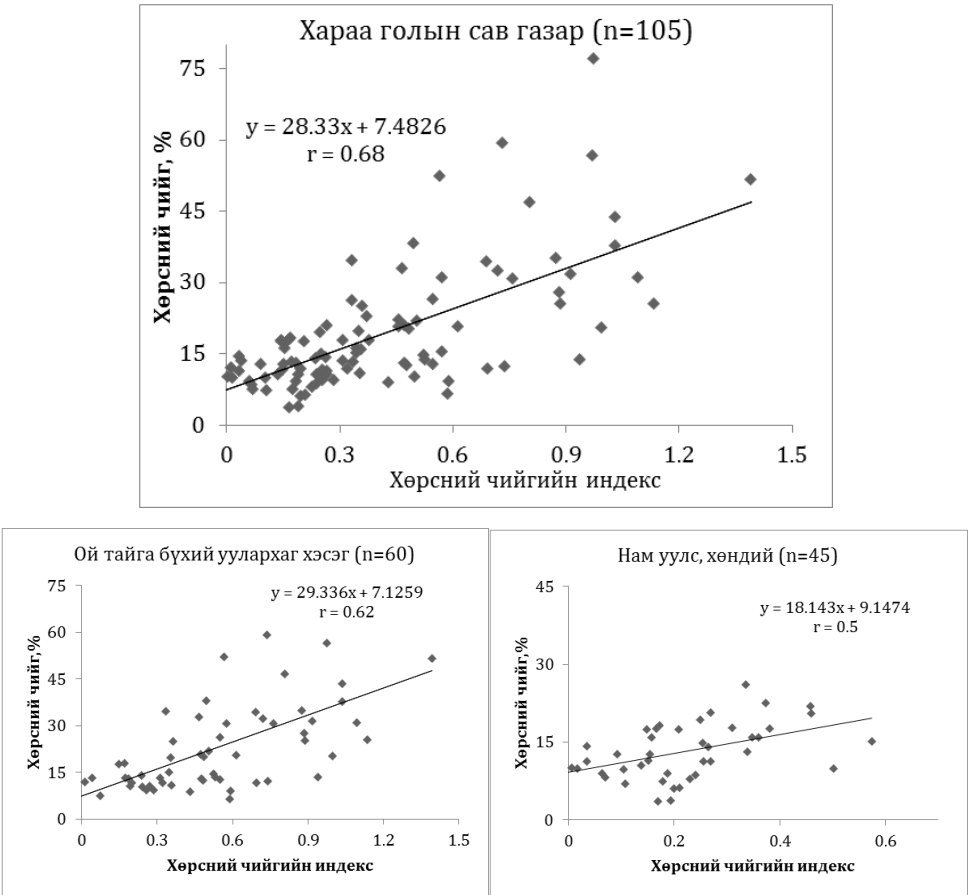
Судалгаа хийсэн талбайг ой тайга бүхий уулархаг хэсэг болон нам уулс-хөндий гэж 2 ангилан (Зураг 1) үр дүнг гаргалаа.

Хүснэгт 1. Хөрсний чийгийн статистик үзүүлэлтүүд (2016 он 6-р сарын 23-26)

Статистик үзүүлэлтүүд	Нийт сав газарт	Ой тайга бүхий уулархаг хэсэг	Нам уулс, хөндий
Дундаж, %	18.64	23.17	12.82
Стандарт хазайлт, %	12.86	15.06	5.29
Хамгийн их, %	76.81	76.81	26.15
Хамгийн бага, %	3.62	6.33	3.62
Вариацийн коэффициент, %	68.99	65.01	41.29
Медиан, %	13.91	17.80	12.08
Дээжний тоо (n)	105	59	46

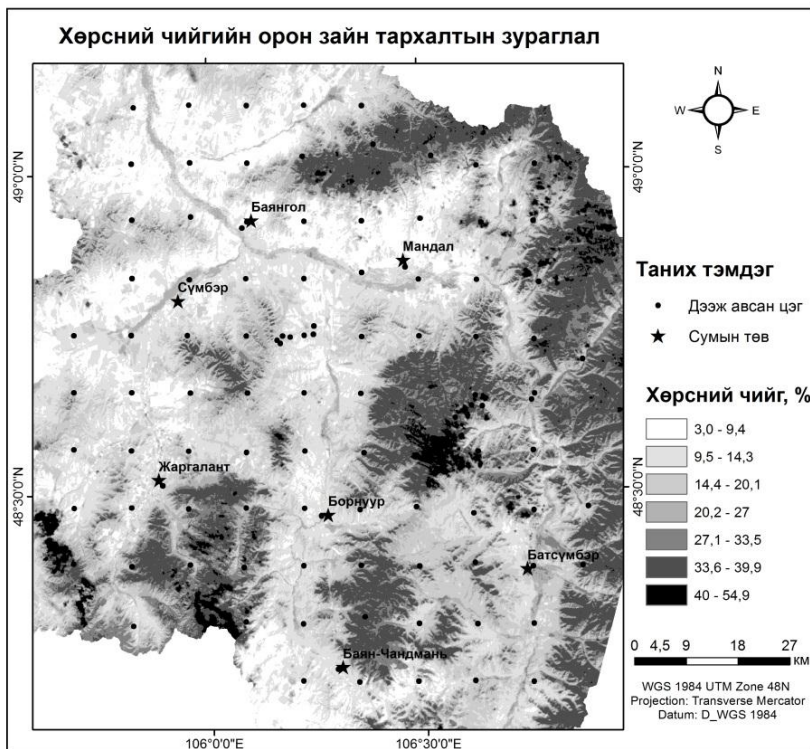
Хараа голын сав газарт хийсэн нийт 105 зүсэлтийн дүнгээр өнгөн хэсгийн хөрсөнд чийгийн агууламж дунджаар 18,64% байна. Ой тайга бүхий уулархаг хэсэгт (23.17%) хөрсний чийг нам уулс бүхий хөндий хэсгээс (12.82%) 1,8 дахин их байна. Мөн ой тайга бүхий уулархаг хэсэгт стандарт хазайлт их 15,06 байгаа нь тухайн хэсгийн хөрсний чийг хэлбэлзэл ихтэй байсныг харуулж байна (Хүснэгт 1).

ХЧИ-н тооцоог Landsat 8 хиймэл дагуулын 2016 оны 6.20-ны өдрийн мэдээнд боловсруулалт хийж гаргасан. Тооцооллыг зайнаас тандан судалсан гадаргын температур болон ургамлын нормчилсон индексийн хамаарлаар хийсэн ба ХЧИ -0,26-с 1,67 хооронд байна.



Зураг 2. Хөрсний чийг болон хөрсний чийгийн индекс хоорондын хамаарал

Хээрийн судалгааны 105 цэгийн өнгөн хөрсний чийг болон тооцоолсон ХЧИ хоорондын корреляцийн коэффициент 0,68 буюу эерэг хамааралтай байна. Судалгааны талбайн ой тайга бүхий уулархаг хэсэгт ХЧИ-хөрсний чийгийн хамаарал 0,62 буюу нам уулс хөндийн хэсгээс илүү байна (Зураг 2). ХЧИ болон лабораторийн шинжилгээний үр дүн хоорондын регрессийн загварыг ашиглан хөрсний орон зайн тархалтыг зураглалыг хийсэн (Зураг 3).



Зураг 3. Хараа голын сав газрын хөрсний чийгийн орон зайн тархалт

Өнгөн хөрсний чийгийн орон зайн тархалтыг тооцоолсон дүнгээр Хараа голын зүүн талаар орших Мөнгөлөгийн нурууны ойгоор бүрхэгдсэн талбайн ихэнх хэсгийн хөрсний чийг 33,6-39,9%-тай, зарим хэсгээрээ 40%-с их байна. Мааньт, Цогт-Өндөр зэрэг ой бүхий дундаж өндөр уулсаар (С.Жигжийн өндрийн шатлалын ангиллаар) хөрсний чийг 33,6-39,9%-тай байна. Харин Хараа голын баруун талд орших Ноён уул орчимд хөрсний чийг хамгийн өндөр 40-54,9%-тай байна. Талархаг хээр, уулын хээр болон зарим усалгаагүй тариалангийн талбайд хөрсний чийг бага байна (Зураг 3).

Дүгнэлт

Хараа голын сав газарт өнгөн хөрсний чийгийг тодорхойлох, орон зайн тархалтыг зураглах судалгааг хийснээр дараах дүгнэлтүүдэд хүрлээ. 2016 оны 6.23-26 хооронд сав газрын хэмжээнд авсан 105 дээжний үр дүнгээр хөрсний чийг дунджаар 18,64%-тай байна. Landsat 8 хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан зайнаас тандан судлах аргаар ХЧИ тооцоолоход лабораторын шинжилгээний үр дүнтэй $r=0,68$ хамааралтай байна.

Хөрсний чийг ой тайга бүхий уулархаг хэсгээрээ (23,17%) нам уулс-хөндийн хэсэгтэй (12,82%) харьцуулахад их байсан бөгөөд мөн тооцоолсон ХЧИ-тэй

хамаарал илүү байна. Тооцоолсон тархалтын зургаас харахад хөрсний чийг Хараа голын баруун талд орших Ноён ууланд хамгийн өндөр 40-54%-тай байна. Харин талархаг хээр, уулын хээр, зарим тариалангийн талбай болон суурин газруудад хөрсний чийг багатай байна.

Ашигласан материал

- Аззаяа Д, Эрдэнэбат Э. (2004). Хөрсний чийгийн асуудалд. *УЦУ-ын хүрээлэн Эрдэм шинжилгээний бүтээл*, 26, Хдс 91-97
- Батбаяр Д. (2016). Монголын Дорнод хэсгийн элсэнцэр хархүрэн хөрсний ус-физик шинж, чийгийн горим. *Монголын хөрс судлал*, 1, Хдс 32-42
- Баттогтох Д, Жамбалжав Я, Амарбаясгалан Ё, Гансүх Я, Тэмүүжин Х, Ундрахцэцэг Ц, Цогт-Эрдэнэ Г, Нарангэрэл Ш. (2014). Хараа голын сав газрын усны эргэлт хэрэглээ. Эрдэм шинжилгээний сэдэвт ажлын тайлан. *Газарзүйн хүрээлэн ШУА*.
- Батхишиг О. (2016). Хөрсний чийг хангамжийг сайжруулах арга зүй зөвлөмж.
- Бямбаа Г, Батхишиг О. (2016). Хараа голын сав газрын хөрсний хээрийн чийг багтаамж. *Монголын хөрс судлал*, 1, Хдс 43-50
- Жанчивдорж Л. (1999). Монгол орны газар тариалангийн төв бүсэд чихрийн манжин тариалах хөрсний чийгийн зохистой горим. Газарзүйн ухаанаар эрдмийн зэрэг горилсон бүтээл
- Мөнхцэцэг З, Амарбаясгалан Ё, Жамбалжав Я, Баттогтох Д. (2014). Хараа голын сав газрын хөддөлт, гэсэлтийн гүн болон суурь урсацын тархалт. *Монгол орны газарзүйн асуудал*, 10, Хдс 74-79,
- Туяа С. (2016). Монгол орны хээрийн бүсийн гадаргуугийн (ургамал-хөрс)-ний ууршилтыг хиймэл дагуулын мэдээгээр үнэлэх нь. Хүрээлэн байгаа орчны ухаанаар доктор зэрэг горилсон бүтээл.
- Энхтайван Д. (2007). Туул, Хараа, Ерөө голуудын сав нутгийн ландшафтын бүтэц, өөрчлөлт. Эрдэм шинжилгээний сэдэвт ажлын тайлан. *Газарзүйн хүрээлэн ШУА*.
- Batkhashig O, Byambaa G, Bolormaa Ts, Ikhbayar D. (2013). Soils of Mongol Altai mountainous region (case of Buyant river basin). *Environment and sustainable development in Mongolian plateau and surrounding regions*, 1, 20-28 pp.
- Claudia K, Stefan D. (2013). Remote Sensing and Digital Image Processing: Thermal Infrared Remote Sensors, Method, Applications. Munich, Springer publishing. 319 pp.
- Engman E. (1990). Progress in microwave remote sensing of soil moisture. *Canadian journal of remote sensing*, 16, 6-14 pp.
- Enkhjargal N, Tsolmon R. (2010). Determination of moisture in Mongolia using remotely sensed data. Proceedings of the 31st Asian conference on Remote Sensing. Hanoi, November 2010.
- Wang L, Qu J. (2009). Satellite remote sensing applications for surface soil moisture monitoring: A review. *Frontiers of Science in China*, 3, 237-247 pp.