

ХӨРСНИЙ ЦАХИЛГААН ДАМЖУУЛАХ ЧАНАР БА ДАВСЖИЛТ

Х.ЗОЛЖАРГАЛ*, Ц.ПҮРЭВДОРЖ, Д.ИХБАЯР

*Хөрс судлалын салбар, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, ШУА
zoljargalk@gmail.com*

Soil electrical conductivity and salinity

Analyses of the soil: water extract of 1:5 and soil solutions represent a traditional method of soil salinity assessment in Mongolia and the countries of the Eurasian Region. At an international level, there is a widely used salinity assessment method based on the specific electrical conductivity of saturated soil-paste extracts. Electrical Conductivity (EC) of soil water extracts is commonly used to access soil salinity because it is an easier method than the standard saturated paste extract (E_{ce}). However, it is essential to convert EC of soil water extracts to E_{ce} because plant response and salinity remediation are based mainly on E_{ce} values. The study aimed to identify soil EC, anions and cations in soil samples from Gobi and Desert area. In our study we found mean of EC ds cm⁻¹ was highest in Takyr soil and lowest was in Yermic Calcisols. Salinity Parameters increased with the depth. At 30-50 cm and 50-100 cm depths, EC increased 3-7 fold compare with the surface depth. Soil electrical conductivity showed weak (R²=0.16, 0.19, 0.21, 0.26) correlation with bicarbonate, sulfate, magnesium and potassium but strong (R²=0.92, 0.84, 0.61, 0.91) correlation with dry residue, chlorine, calcium and sodium respectively.

Түлхүүр үг: Хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар, анион, катион, усанд хялбар уусдаг давсны хуурай үлдэгдэл.

Оршил

Дэлхийн нийт газар нутгийн 3.1% буюу 397 сая га газрыг давсархаг хөрс эзэлнэ (FAO, 2005). Хүнамын өсөлт, дэлхийн дулаарлаас шалтгаалж давсархаг хөрсний хэмжээ цаашид ихсэх урьдчилсан тооцоолол гарчээ (Rengasamy, 2008). Манай орны газар нутгийн 10.5% буюу 162,200 кв.км газрыг давсажсан ба хужирт хөрс эзэлнэ. Монгол орны өндөрлөг газар нутаг геологийн түүхэн хөгжлийн туршид элэгдэл эвдрэлийн үйл ажиллагаанд нэлэнхийдээ өртөж, уулын чулуулгийн элэгдэл өгөршлийн бүрэлдэхүүн, ус салхиар гадагшаа зөөгдөх нь их, тунаж хуримтлагдах нь хомс байсны улмаас эдүгээ сэвсгэр хурдас чулуулгийн найрлагад эрдэс давсны агууламж бага байдаг. Энэ нь нэг талаар давсархаг хөрс элбэг байх нөхцөлийг хаадаг. Давсны хуримтлалыг өдөөгч гол хүчин зүйл болох ус манай оронд хүрэлцээ багатай явдал хөрсний давсжих үйл явцын цар хэмжээг барьж тогтооход бас нөлөөлдөг (Доржготов, 2003). Усанд хялбар уусах давсны хэмжээ буюу хуурай үлдэгдлийн хэмжээ хөрсөнд 0.2 хувиас дээш болоход түүнийг давстай хөрс гэж үздэг. Хөрсний давсжилт гэж хөрсөнд натри, кали, магни, кальци, хлорид, сульфат, карбонат, би-карбонат зэрэг ионууд усанд хялбар уусдаг голчлон натрийн хлорид,

* ZOLJARGAL Khavtgai. Institute of Geography-Geoecology, MAS

натрийн сульфат зэрэг давснуудын олон хэлбэрээр хуримтлагдан хөрсийг хуурайшуулан үржил шимийг нь багасгахыг хэлнэ.

Хөрс усыг 1:5 харьцаагаар бэлтгэн хөрсний давсжилтыг тодорхойлдог уламжлалт энэ аргыг Евроазийн зарим орнуудад мөн манай улсад өргөн хэрэглэдэг. Олон улсын түвшинд 1950-иад онд USDA хөрсний лабораторид хөгжүүлсэн хөрсний ханасан уусмалын ЕС аргыг ашигладаг.

Давстай хөрс гэж 25°C-т ханасан уусмалын цахилгаан дамжуулах чанар (ECe) 4 буюу түүнээс их deci Siemens per meter (dS m⁻¹) байхыг хэлнэ (USSL Staff, 1954). Хөрсний давсжилт буюу цахилгаан дамжуулах чанарыг (EC) анх milli mhos per cm (mmho cm⁻¹) нэгжээр хэмждэг байсан бөгөөд одоо үед оронд нь SI системийн Siemens (S) milli Siemens per centimeter (mS cm⁻¹) болон deci Siemens per meter (dS m⁻¹) хэрэглэж байна. 1 mmho cm⁻¹ = 1 dS m⁻¹ = 1 mS cm⁻¹ = 1000 micro Siemens per cm (1000 μS cm⁻¹).

Гэвч хөрсний ханасан уусмал бэлтгэх нь цаг шаардсан, чимхлүүр ажиллагаа ихтэй учраас хөрс усыг 1:1, 1:2.5, 1:5, 1:10 харьцаагаар бэлтгэн уусмалд хийсэн хэмжилтийг дараах тэгшитгэл ашиглан ханасан уусмалд шилжүүлж болдог:

$$EC_{SE} = (250 \cdot EC_{2.5}) / WC_{SE} \quad (1)$$

Энд: EC_{SE}- ханасан уусмалын цахилгаан дамжуулах чанар
EC_{2.5} -хөрс усны 1:2.5 уусмалын цахилгаан дамжуулах чанар
WC_{SE} –хөрсний ханасан уусмалын чийгийн агууламж, г/100 гр.

Хөрсний ханасан уусмалын чийгийн агууламж нь хөрсний механик бүрэлдэхүүн, ялзмагийн хэмжээнээс хамаарч янз бүр байна. Жишээлбэл хөнгөн шавранцар механик бүрэлдэхүүнтэй, ялзмагийн агууламж 0.5-1 % байх үед хөрсний ханасан уусмалын чийгийн агууламж 26 байна. Мөн ECe болон EC_{1:2.5} хамаарлыг дараах тэгшитгэлээр бодож гаргах боломжтой:

$$\begin{aligned} EC_e &= EC_{1:2.5} * 4.77 \text{ Shahid (2013) – UAE (sandy soil),} \\ EC_e &= EC_{1:2.5} * 4.41 \text{ Sonmez et al. (2008) – Turkey (sandy soil)} \\ EC_e &= EC_{1:2.5} * 3.96 \text{ Sonmez et al. (2008) – Turkey (loamy soil)} \\ EC_e &= EC_{1:2.5} * 3.75 \text{ Sonmez et al. (2008) – Turkey (clay soil).} \end{aligned}$$

Усанд хялбар уусдаг давсаар нь хөрсний давсжилтыг тодорхойлдог уламжлалт аргаас гадна хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар EC-г бид 2007 оноос тодорхойлж байгаа бөгөөд хуурай үлдэгдэл болон EC-н хамаарал, ханасан уусмалын цахилгаан дамжуулах чанар ECe-г тэгшитгэлээр бодож гаргах нь энэ судалгааны ажлын зорилго юм.

Судалгаа явуулсан газар, аргазүй

Баянхонгор, Өмнөговь, Архангай аймгийн нутгаас Шал, Цөлийн бор саарал, Цайвар бор, Бор (Элсэнцэр, Говийн), Хужирлаг бараан, Сайрын хөрснөөс дээж авлаа. Хөрсний дээжийг 0-10, 10-30, 30-50, 50-100 см-ийн гүнээс нийт 10 зүсэлтийн 38 ширхэг хөрсний дээжийг тус бүр 2 давталттайгаар авав.

Лабораторийн задлан шинжилгээ. Хөрсний дээжийг ШУА-ийн Газарзүй-Геозкологийн хүрээлэнгийн Хөрсний лабораторид стандартын дагуу агаарын хуурай нөхцөлд хатааж, 2 мм-ээр шигшин, лабораторийн задлан шинжилгээг хийв. Лабораторийн задлан шинжилгээгээр хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар (ЕС), хөрсний усанд хялбар уусдаг анион, катионууд, хуурай үлдэгдэл зэрэг үзүүлэлтүүдийг тодорхойлсон. Хөрсний урвалын орчин рН, Цахилгаан дамжуулах чанарыг Conductometer-ийн багажаар, Карбонат, гидрокарбонатын ионыг хүчлийн аргаар, хлорын ионыг аргентометрийн аргаар, сульфатын ионыг тунадасжуулж жингийн аргаар, кальци магнийн нийлбэр болон кальци ионыг комплексонометрийн аргаар, магнийн ионыг тооцооны аргаар, кали натрийн ионыг дөлөн фотометрээр тус тус тодорхойлов.

Үр дүн

Судалгааны ажлын хүрээнд явуулсан хээрийн судалгаагаар авсан давсархаг хөрсний үндсэн зүсэлт болон морфологи бичиглэлийг дараах зүсэлтээр төлөөлүүлэв.

Зүсэлт 19-12. Делювийн хурдас дээр тогтсон чулуурхаг бор хөрс: Өмнөговь аймгийн Гурвантэс сумын нутагт уулын хажуугийн доод хэсэгт энэхүү зүсэлтийг хийв. Солбицол 43°38'45.04"N 101°19'35.09"E дтд 1528м. Ургамлын нөмрөгт үсхий, нохойн хэл, харганы бут мэр сэр тааралдана. Гадарга нь хад асгатай, давсны хүчилд өнгөнөөсөө буцална.

0-18 см. Элсэнцэр, чулуу 30-40 %, хуурай, ургамлын үндэсгүй, хэврэгдүү ирмэгтэй бөөм бүтэцтэй, нягт, шилжилт чулуугаар эрс.

18-51 см. Дайрга чулуун үе

51-100см. Дунд ширхэгтэй элс, чийгтэй, том чулуутай, чулууны агууламж 60%.

Table 1. Electrical conductivity and salinity, mEq/100g

Parameters	EC ds cm ⁻¹	Dry residue %	Alkaline		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻						
Min (n=38)	0.130	0.040	0.00	0.45	0.15	0.01	0.30	0.10	0.10	0.03
Max (n=38)	12.470	3.090	0.00	2.65	20.52	12.60	19.31	5.70	12.29	0.34
Mean (n=38)	2.190	0.650	0.00	1.00	4.64	1.93	3.82	1.05	2.53	0.12
SdDev(n=38)	2.840	0.810	0.00	0.49	6.02	3.07	4.54	1.22	2.65	0.08

Хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар, хуурай үлдэгдэл, усанд хялбар уусдаг анион, катионуудын статистик үзүүлэлт болох хамгийн их, хамгийн бага, дундаж, стандарт хазайлтыг үзүүллээ (Table 1). Бор хөрсний өнгөнөөс бусад бүх үе давхарга давсжилт ихтэй, давсныхэмжээ 3.088% цахилгаан дамжуулах чанар 12.470 ds/m хүрч, давсны хайрлагад хлор, кальци, магни, натрийн ион зонхилно. Шал хөрсний хувьд мөн өнгөнөөс бусад бүх үе давхарга давсжилт ихтэй, давсны хэмжээ 2.456% цахилгаан дамжуулах чанар 9.38 ds/m хүрч, давсны найрлагад хлор, сульфат, кальци, магни, натрийн ион зонхилно.

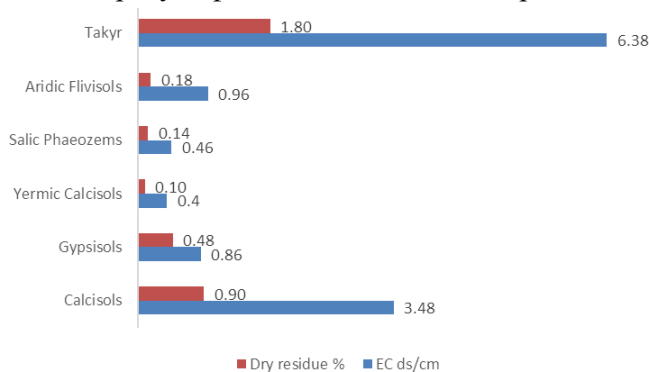


Figure 1. Electrical conductivity and dry residue

Цахилгаан дамжуулах чанар буюу $EC\ ds\ cm^{-1}$ Шал хөрсөнд хамгийн их, Цайвар бор хөрсөнд хамгийн бага утгатай байна. Хөрсийг цахилгаан дамжуулах чанар (EC)-аар нь (ОУ-ын ангиллаар) давсжилтгүй ($0-2\ dS\ m^{-1}$), бага зэрэг ($2-4\ dS\ m^{-1}$), дунд зэрэг ($4-8\ dS\ m^{-1}$), их ($8-16\ dS\ m^{-1}$), маш их давсжилттай ($>16\ dS\ m^{-1}$) гэж 5 ангилдаг (Schoeneberger et al., 2002; Shahid & Rehman, 2011). Энэ ангиллаар Бор, Шал хөрсний зарим үе давхарга нь их давсжилттай байна. Хөрсний усан хандны хуурай үлдэгдлийн хэмжээ мөн Шал хөрсөнд хамгийн их, Хужирлаг бараан хөрсөнд хамгийн бага байна (Figure 1). Өнгөн хөрстэй нь харьцуулахад 30-50 болон 50-100 см-ын гүн дэх цахилгаан дамжуулах чанар (EC) нь 3-7 дахин их байна.

Анионуудаас гидрокарбонатын ион Хужирлаг бараан хөрсөнд хамгийн их 2.05 мг-экв/100г, Шал хөрсөнд хамгийн бага 0.69 мг-экв/100г, хлорын ион Шал хөрсөнд хамгийн их 13.15 мг-экв/100г, Хужирлаг бараан хөрсөнд хамгийн бага 0.58 мг-экв/100г, сульфатын ион шал хөрсөнд хамгийн их 4.90 мг-экв/100г, Хужирлаг бараан хөрс хамгийн бага 0.06 мг-экв/100г тус тус байна (Figure 2). Катионуудын хувьд кальцийн ион Шал хөрсөнд хамгийн их 11.01 мг-экв/100г, Цайвар бор хөрсөнд хамгийн бага 0.68 мг-экв/100г, магнийн ион шал хөрсөнд хамгийн их 2.10 мг-экв/100г, Цайвар бор саарал хөрсөнд хамгийн бага 0.40 мг-экв/100г, натрийн ион Шал хөрсөнд хамгийн

их 5.45 мг-экв/100г, Цайвар бор хөрсөнд хамгийн бага 0.06 мг-экв/100г, калийн ион Хужирлаг бараан хөрсөнд хамгийн их 0.23 мг-экв/100г, Цайвар бор хөрсөнд хамгийн бага 0.05 мг-экв/100г тус тус байна (Figure 3).

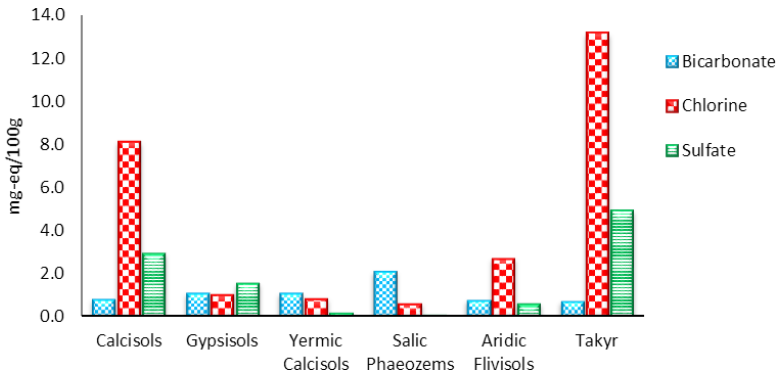


Figure 2. Soil water soluble anion concentration

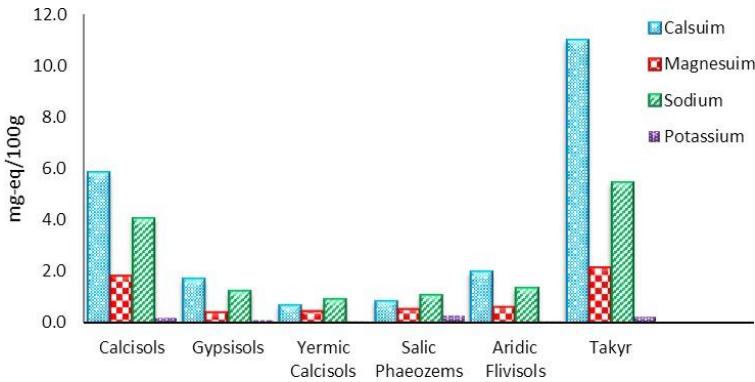


Figure 3. Soil water soluble cation concentration

Давсны үзүүлэлтүүд гүн доошлоход ихсэж байгаа ерөнхий зүй тогтол харагдаж байна. Хөрс бүрээр авч үзэхэд шал хөрсөн дээр энэ зүй тогтол тод харагдаж байна (Figure 4).

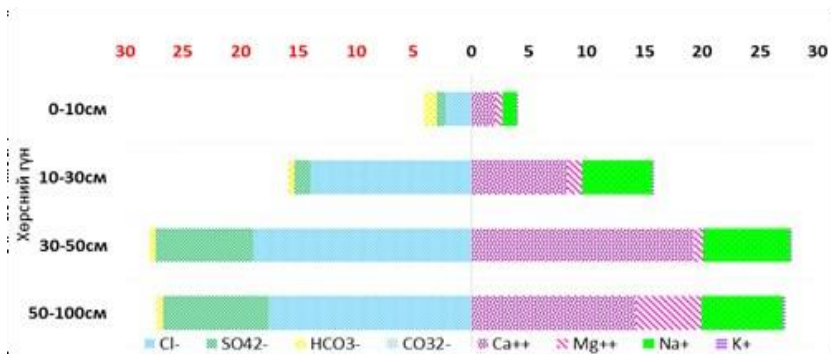


Figure 4. Takyr Calcisols salinity

Хөрс хэдий чинээ давсжин хөрсний чанар мууддаг. Хөрсөнд агуулагдах их хэмжээний уусдаг давснууд нь ургамал өөрт хэрэгцээт усаа хөрснөөс авахад саад болдог бөгөөд энэ нь ургамлын үндэс хөрсний уусмал хоёрын дунд үүссэн осмос даралтын ялгаанаас болдог байна. Хөрсөнд натри агуулагдсанаас болж хөрсний бүтэц нягтарч, үүний улмаас ургамлын үндэс нэвтрэх мөн ус болон тэжээлийн элементүүдийн урсгалд саад болдог. Хөрс, усанд давс хуримтлагдах процесс нь удаан хугацааны турш явагддаг байгалийн үзэгдэл юм. Энэ нь уусдаг давс агуулсан эх чулуулаг өгөрших, салхи бороогоор давс зөөгдөх гэсэн байгалийн 2 үзэгдлээс шалтгаалдаг. Хөрсөнд хэв шинжээс нь хамаарч давс харилцан адилгүй хуримтлагдах бөгөөд элсэрхэг хөрсөнд бага, шаварлаг эрдэс хөрсөнд их хэмжээгээр байна. Мөн жилийн дундаж хур тунадаснаас шууд хамаарна.

Table 2. Correlation between soil EC and water soluble salt parameters, dry residue (r)

Хуурай үлдэгдэл	НСО ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
0.916	0.159	0.835	0.189	0.606	0.214	0.907	0.259

Хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар нь бикарбонат, сульфат, магни, кали зэрэг анион катионуудтай хамаарал бага, харин усанд хялбар уусдаг давсны хуурай үлдэгдэл, хлор, кальци, натри зэрэг анион катионуудтай харилцан хамаарал өндөр байна (Table 2). ЕС нь усанд хялбар уусдаг давсны хуурай үлдэгдлийн хэмжээтэй харилцан хамаарал хамгийн өндөр байна (Figure 5).

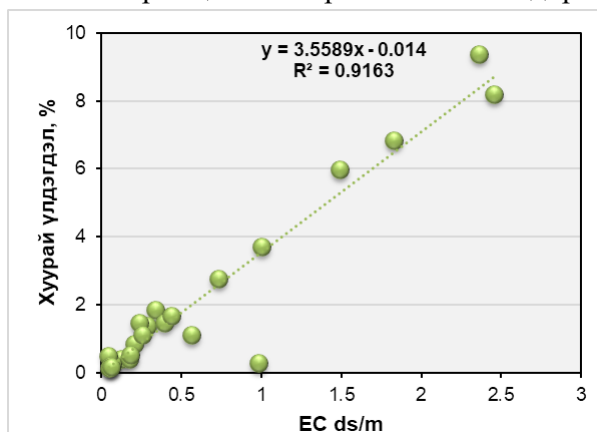


Figure 5. Relationship of soil electrical conductivity and dry residue

Хөрсний ханасан уусмалын цахилгаан дамжуулах чанар.

Хөрсийг цахилгаан дамжуулах чанараар нь тодорхойлох нь хөрсний давсжилтыг тооцох хялбар арга юм. Хөрс усны харьцаагаар тодорхойлдог ЕС-

нь илүү амархан арга учраас ханасан уусмалын E_{ce} тэй харьцуулахад өргөн хэрэглэдэг билээ. Гэсэн хэдий ч хөрс усны харьцаагаар тодорхойлдог EC -гээс E_{ce} тооцоолж гаргах нь чухал ач холбогдолтой. Учир нь ургамлын хариу үйлдэл болон давсжилтаас хамгаалахад E_{ce} утгыг ихэвчлэн хэрэглэдэг. E_{ce} болон $EC_{1:2.5}$ хамаарлын дараах $E_{ce} = EC_{1:2.5} * 4.77$ Shahid (2013) – UAE (sandy soil), $E_{ce} = EC_{1:2.5} * 4.41$ Sonmez et al. (2008) – Turkey (sandy soil) тэгшитгэлээр бодож гаргахад E_{ce} нь $0.62-59.48 \text{ dS m}^{-1}$, $0.57-54.99 \text{ dS m}^{-1}$ тус тус байна.

Хэлэлцүүлэг

Газрын гүний усны түвшин дээшлэх, хур тунадаснаас илүү хэмжээний ууршилт явагдах, хөрсөнд усанд уусдаг давс байх нь хөрс давсжих үндсэн нөхцөл юм. Хөрсөнд давсжилт ($EC \text{ 1 dS/m}$ -р өсөхөд ургац 9.6% буурдаг гэсэн судалгаа байна (Shaw, 1999). Хөрсний давсжилт буюу цахилгаан дамжуулах чанар EC -г ургамлын гарц, ургацтай холбон судалж болох юм. Манай судалгааны дүнгээс харахад Бор хөрсөнд хлор, сульфат, кальци, натрийн ион, Цөлийн Борсаарал хөрсөнд сульфат болон кальцийн ион, Шал хөрсөнд хлор, сульфат, кальци, магни, натрийн ион, Сайр хөрсөнд хлор, кальци, натрийн ион тус тус зонхилж байна. Цайвар Бор хөрсний хувьд хамгийн доод үедээ хлор болон натрийн ион ихэссэн байна. Хужирлаг бараан хөрсний хувьд бикарбонат болон натрийн ион зонхилж байна. Давсархаг хөрсөнд саармаг уусдаг давснууд болох хлорид, сульфат, кальци, магни, кали, натри ионууд давамгайлдаг гэдгийг бидний судалгаа баталж байна. Натрийн хлорид бол хөрсөнд агуулагддаг давснуудаас хамгийн уусамтгай ургамалд хортой давс юм. Хөрсний давсжилтыг илтгэдэг хуурай үлдэгдлийн хэмжээ хөрс усны $1:2.5$ харьцаагаар бэлтгэсэн уусмалын цахилгаан дамжуулах чанар хоорондын харилцан хамаарал өндөр байгаа нь хөрсний EC -р нь давсжилтын зэргийг үнэлэх бүрэн боломжтой нь харагдаж байна. Хөрс усны $1:2.5$ харьцаагаар бэлтгэсэн уусмалын цахилгаан дамжуулах чанар (EC) шинжилсэн дүнг үндэслэж давсжилтын үзүүлэлтүүдийг дэлгэрэнгүй хийх дээжээ сонгох бололцоотой. Хөрсний EC цахилгаан дамжуулах чанарыг тодорхойлно гэдэг нь хийхэд хялбар энгийн шинжилгээний арга юм.

Дүгнэлт

Говь цөлийн 6 хэв шинжийн хөрсөнд усанд хялбар уусдаг давсны үзүүлэлтүүд, цахилгаан дамжуулах чанарыг тодорхойлсны үр дүнд дараах дүгнэлтүүдийг гаргав. Үүнд:

- Цахилгаан дамжуулах чанар буюу $EC \text{ ds cm}^{-1}$ дунджаар Шал хөрсөнд хамгийн их, Цайвар бор хөрсөнд хамгийн бага утгатай байна.

- Давсны үзүүлэлтүүд гүн доошлоход ихсэж байгаа ерөнхий зүй тогтол харагдаж байна. Өнгөн хөрстэй харьцуулахад 30-50 болон 50-100 см-ын гүн дэх цахилгаан дамжуулах чанар (ЕС) нь 3-7 дахин их байна.
- Хөрсний цахилгаан дамжуулах чанар ЕС нь усанд хялбар уусдаг давсны хуурай үлдэгдлийн хэмжээтэй харилцан хамаарал өндөр байна ($R^2=0.92$).
- Хөрсний E_{ce} болон $EC_{1:2.5}$ хамаарлын дараах $E_{ce}=EC_{1:2.5} * 4.77$ Shahid (2013) – UAE (sandy soil), $E_{ce} = EC_{1:2.5} * 4.41$ Sonmez et al. (2008) – Turkey (sandy soil) тэгшитгэлээр бодож гаргахад E_{ce} нь 0.62–59.48 dS m^{-1} , 0.57–54.99 dS m^{-1} тус тус байна.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

- Батхишиг, О. (2002). Шаргын хотгорын давсжилт, *МОГЗА*.
- Батхишиг, О. (2003). Дорнод Монголын хээрийн хөрсний давсжилт, *МОГЗА*.
- Baldock, J.A, & Nelson, P.N. (2000). Soil organic matter. In '*Handbook of Soil Science*'. pp. B25-B84.
- Доржготов, Д. (2003). *Монгол орны хөрс*. Газарзүйн хүрээлэн ШУА. Улаанбаатар.
- Emad, F. Aboukila et al, (2017). Assessment of saturated soil paste salinity from 1:2.5 and 1:5 soil water extracts for coarse textured soils. *Alexandria Science Exchange Journal*, vol 38, № 4 October-December.
- FAO. (2005). Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils. Rome, Italy: FAO land and Plant Nutrition Management Service; 2005.
- Raj Setia et al, (2013). Soil salinity decreases global soil organic stocks. *Science of the Total Environment* 465, 267-272.
- R.Vargas et al, (2018). Handbook for saline soil management. FAO
- US Salinity Laboratory Staff. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *USDA handbook*, 60. Washington, DC: 1954.