

УС, ЦАГ УУР, ОРЧНЫ СУДАЛГАА, МЭДЭЭЛЛИЙН ХҮРЭЭЛЭН

МОНГОЛ ОРНЫ УСНЫ ЭРГЭЛТИЙН ТЭНЦЛИЙН СУДАЛГАА

Шинжлэх ухаан технологийн төслийн тайлан

2013-2015

I Боть (1)

Төслийн удирдагч:	Г.Даваа –доктор (Ph.D), Ус, цаг уур, орчны судалгаа, мэдээллийн хүрээлэн
Санхүүжүүлэгч байгууллага:	Боловсрол соёл, шинжлэх ухааны яам, Шинжлэх ухаан технологийн сан
Захиалагч байгуулагч:	Байгаль орчин, ногоон хөгжил, аялал жуулчлалын яам, Цаг уур, орчны шинжилгээний газар
Тайлан өмчлөгч:	Ус, цаг уур, орчны, судалгаа мэдээллийн хүрээлэн. watersect@yahoo.com , 11-312765, Жуулчны гудамж-5, Улаанбаатар-46

Улаанбаатар · 2015 он

РЕФЕРАТ

БСШУЯ-аас 2013 онд баталсан шинжлэх ухаан, технологийн сангийн “Монгол орны усны эргэлтийн тэнцлийн судалгаа” төслийн үр дүнгийн үндсэн тайлан юм. Энэ тайлан 241 хуудастай, 264 зураг, 104 хүснэгт, 124 томьёо, 3 хавсралттай ба 4 бүлэгтэй, нэгдүгээр бүлэг 4 дэд бүлэгтэй, хоёрдугаар бүлэг 3 дэд бүлэгтэй, гуравдугаар бүлэг 3 дэд бүлэгтэй, дөрөвдүгээр бүлэг 4 дэд бүлэгтэй, дүгнэлт, ашигласан хэвлэлийн жагсаалт зэргээс бүрдэнэ.

Энэ тайлангийн нэгдүгээр бүлэгт Усны эргэц, балансын элементүүдийн загварын туршилт, баталгаажуулалтыг тусгав. Үүнд: Бүс нутгийн уур амьсгалын RegCM ба WRF загвар, газар бүрхэвчийн буюу нарны цацраг, ус, дулааны балансын NOAH, CLM загвар, гол мөрний урсацын HbV, VIC, HEC-GeoHMS, HbV зэрэг загварыг туршсан үр дүн, гол мөрөн, нуурын усны баланс, мөстөл, мөсөн голын масс балансын хээрийн судалгааны үр дүн зэргийг нэгтгэн оруулав.

Хоёрдугаар бүлэгт Гол мөрний сав газрын урсац, ууршлыг Монгол орны гурван үндсэн ай сав тус бүрд 1981-2010 оноор, Нуурын усны балансыг 4296 нуураар 1981-2010 оноор, Мөстөл, мөсөн голын мэдээллийг 42 уулсад тархсан 600 гаруй мөстлөөр 1991-2014 оноор тус тус нэгтгэн боловсруулж мэдээллийн сан, каталоги хэлбэрт оруулан энэ бүлэгт багтаав.

Гуравдугаар бүлэгт Монгол орны усны нөөцийн үнэлгээ болон Уур амьсгалын өөрчлөлтөөс усны горим, нөөцөд үзүүлэх нөлөөллийг тогтоов. Мөн уур амьсгалын загварын ирээдүйн төлөвт үндэслэн усны урсацын өөрчлөлтийн 2100 он хүртэлх төлвийг тодорхойлж, өөрчлөлтийн нөлөөллийг багасгах, дасан зохицох арга замын бодлогыг гарган энэ бүлэгт оруулав.

Дөрөвдүгээр бүлэгт усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг боловсронгуй болгох үндэслэл, зөвлөмжийг олон улсын жишээнд тулгуурлан боловсруулж тусгав. Мөн ус ашиглалт болон хэрэглээний балансыг тогтоох талаар олон улсын болон дотоод туршлагад тулгуурлан санал боловсруулав. Түүнчлэн Экосистемийн төлөв байдлын үнэлгээг зарим гол болон хотуудын түвшинд хийж Гадаргын усны нөөцөд учирсан хохирлыг үнэлэх талаар санал боловсруулан энэ бүлэгт багтаав.

Тайлангийн төгсгөлд дүгнэлтийг бүлэг тус бүрээр хийж, 3 хавсралт, ашигласан хэвлэлийн жагсаалтыг оруулав.

ТҮЛХҮҮР ҮГС: Гол мөрний урт, ус хурах талбай, хэвгий, голдрил, голын сүлжээний нягтшил, голын эрэмбэ, уулсын хяр, хавцал ганга, мөстлийн хайлалт, хуримтлал, масс баланс, ус хуваарилалтын SOBEK загвар, урсацын HBV загвар, өндрийн 100 м тутмын ууршцын шатлуур, өндрийн 100 м тутмын хур тунадасны шатлуур, өндрийн 100 м тутмын агаарын температурын шатлуур, хур тунадасны төлвийг тогтоох зааг температур, температурын дээд хязгаар утга, температурын доод хязгаар утга, хайлсан цасны урсацын параметр, цасны нөөц ус, хөлдөлтийн фактор, хөрсний хээрийн чийг багтаамшил, цас, мөсний хайлалт ба хур борооны мм тутмаас нэмэгдэх хөрсний чийгийн хэмжээ

Гүйцэтгэгчдийн нэрсийн жагсаалт

Алтангэрэлийн Батболд, УЦУОСМХ, доктор (Ph.D), (I бүлэг, I.I бүлгийн 1.1.1)

Бавуугийн Эрдэнэбаяр, УЦУОСМХ, инженер, (I бүлэг, I.III бүлгийн 1.3.1, 1.3.2, 1.3.4, 1.3.5, I.IV бүлгийн 1.4.2, 1.4.3, II бүлэг 2.2)

Ганзоригийн Болоржаргал, УЦУОСМХ, инженер, (I бүлэг, I.III бүлгийн 1.3.4)

Гомбын Даваа, УЦУОСМХ, доктор (Ph.D), (I бүлэг, I.III бүлгийн 1.3.4, 1.3.5, I.IV бүлгийн 1.4.2, I бүлэг, 1.2, II бүлэг, 2.1-2.3, III бүлэг, 3.1-3.3, IV бүлэг, 4.1-4.4,)

Гомбын Оюунхүү, УЦУОСМХ, инженер, (I бүлэг, I.I бүлгийн 1.1.4, I.I бүлэг 2.1, 2.3, III бүлэг, 3.1)

Дамбаравжаа Оюунбаатар, УЦУОСМХ, доктор (Ph.D), (I бүлэг, I.I бүлгийн 1.1.4, 1.3, I.III бүлгийн 1.3.1- 1.3.5, I.IV бүлгийн 1.4.2-1.4.3, , IV бүлэг, 4.1-4.4,)

Жигжидийн Одгарав, УЦУОСМХ, магистр (Ph.D), (I бүлэг, I.I бүлгийн 1.1.3, III бүлэг, 3.2)

Пүрэвжав Гомболүүдэв, УЦУОСМХ, доктор (Ph.D), (I бүлэг, I.I бүлгийн 1.1.1, III бүлэг, 3.2-3.3,)

Халзангийн Пүрэвдагва, УЦУОСМХ, магистр (Ph.D), (I бүлэг, 1.2, I бүлэг, I.IV бүлгийн 1.4.1, III бүлэг, 3.1)

Ренчинсамбуугийн Цагаанмаамаа, УЦУОСМХ, ЭШтуА, (I бүлэг, I.III бүлгийн 1.3.1, III бүлэг, 3.1-3.3, IV бүлэг, 4.1-4.4,))

Самдангийн Сожидмаа, УЦУОСМХ, ЭШтуА, (I бүлэг, I.III бүлгийн 1.3.2, 1.3.3,)

Энхбаярын Батбаяр, УЦУОСМХ, инженер, (I бүлэг, I.I бүлгийн 1.1.2, I.V бүлгийн 1.4.1, 1.4.3, 1.3,)

Гарчиг

Нэгдүгээр бүлэг. Усны эргэц, балансын элементүүдийн загварын туршилт, баталгаажуулалт	9
1.1 Ус-энергийн эргэцийн загвар.....	12
1.1.1 Ус-энергийн эргэцийн NOAH загварын үр дүн.....	12
1.1.2 Газар бүрхэвчийн CLM (Community Land Model) загварын зүгшрүүлэлт баталгаажуулалт	22
1.1.3 Усны баланс, эргэцийн VIC загварын үр дүн	28
1.1.4 Урсацын HbV загварын үр дүн.....	33
1.1.5 Урсацын HEC-HMS загварын үр дүн	51
1.2 Мөстөл, мөсөн голын хээрийн судалгааны үр дүн	57
1.3 Нуурын усны балансын хээрийн судалгааны үр дүн.....	67
1.3.1 Хөвсгөл нуурын усны тэнцлийн судалгаа	67
1.3.2 Ганга, Дуут нуурын сав газрын усны тэнцэл.....	81
1.3.3 Бөөн Цагаан, Орог нуурын усны балансын судалгаа	93
1.3.4 Буйр нуурын усны балансын судалгаа.....	97
1.3.5 Тахилт нуурын усны балансын судалгаа	109
1.4 Байгалийн бүс, бүслүүрийг төлөөлөх жижиг голуудын усны балансын жишиг судалгаа	112
1.4.1 Хустай нурууны Баянгол	112
1.4.2 Хэрлэн голын эхний сав газрын усны баланс.....	144
1.4.3 Сэлбэ голын сав газрын усны баланс	149
Хоёрдугаар бүлэг. Гол мөрний сав газрын урсац, мөстөл, мөсөн гол, нуурын мэдээллийн сан, каталоги	171
2.1 Мөстөл, мөсөн голын 1991-2014 оны мэдээллийн сан, каталоги	171
2.2 Монгол орны нуурын усны балансын 1981-2010 оны мэдээллийн сан, каталоги	183
2.3 Гол мөрний сав газрын усны баланс, 1981-2010 оны мэдээ	189

Гуравдугаар бүлэг. Уур амьсгалын өөрчлөлтөөс усны горим, нөөцөд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээ	194
3.1 Монгол орны усны нөөц.....	194
3.2 Уур амьсгалын өөрчлөлт ба усны нөөц.....	195
3.3 Уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөллийг бууруулах, дасан зохицох арга зам	203
Дөрөвдүгээр бүлэг. Усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг боловсронгуй болгох үндэслэл, зөвлөмж	206
4.1 Усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг боловсронгуй болгох тухай.....	206
4.2 Ус ашиглалт, хэрэглээний балансыг тогтоох тухай.....	210
4.3 Гол мөрний экосистемийг тэтгэх урсац ба гол мөрнөөс авч ашиглаж болох усны хэмжээг тогтоох тухай.....	212
4.4 Экосистемийн төлөв байдлын үнэлгээ	220
4.5 Гадаргын усны нөөцөд учирсан хохирлыг үнэлэх тухай	224

Нэр томьёо, товчилсон үгийн тайлбар

WRF - Weather Research and Forecasting

RegCM - Regional Climate Model

LSM-noah – Land Surface Model-noah

NCEP Final Analysis- National Center for Environmental Prediction

CLM – Community Land Model

VIC – Variable Infiltration Capacity

HbV-

HEC - Hydrological Engineering Center

GeoHMS-Geospatial Hydrologic Modeling System

Оршил

Улсын Их хурлаар батлагдсан “Ус” Үндэсний хөтөлбөрийн зорилт, тэргүүлэх чиглэл, арга хэмжээний 2011-2015 оны төлөвлөгөөний 6.9 дүгээр заалт “Дэлхий нийтийг хамарсан уур амьсгалын өөрчлөлт, түүний Монгол орон дахь илрэл, нөлөө, өөрчлөлтийн хандлага, түүнд дасан зохицох, сөрөг нөлөөг бууруулах, саармагжуулах арга хэмжээг тодорхойлох, усны нөөцийн бүрэлдэн буй болох үйл ажиллагааг дэмжих, хэвээр хадгалах, чиглэлийн судалгааны ажлыг шинжлэх ухаан технологийн сангаас холбогдох яамдын саналыг үндэслэн эн тэргүүнд санхүүжүүлж, үр дүнг нь олон нийтийн хүртээл болгох чиглэлээр эрчимтэй ажиллана”-ыг хэрэгжүүлэх шаардлагад нийцүүлэн энэхүү ШУТ-ийн төслийг хэрэгжүүлэв. Түүнчлэн энэхүү төслийн зорилго, шаардлага, ач холбогдол нь “Монгол улсын засгийн газрын тухай хууль”, “Монгол улсын үндэсний аюулгүй байдлын үзэл баримтлал”, “Төрөөс экологийн талаар баримтлах бодлого”, Хилийн ус буюу олон улсын усны хууль, тунхаглал бусад бичиг баримт зэрэг тулгуур хууль, баримт бичгүүдэд гадаргын усны талаар тавьсан зорилго, зорилт, тусгагдсан үзэл санаатай бүрэн нийцэж байгаа болно.

Энэ төслийн хүрээнд гол мөрөн, нуур, мөстөл, мөсөн голын шинэ мэдээг сансрын тандан судалгаа болон газрын зургаас бүрдүүлэн, усны горимын ажиглалтын үр дүнтэй хослуулан тэдгээрийн динамикийг тогтоох, уур амьсгалын өөрчлөлт, усны тэнцлийн элементүүдийн орон зай, цаг хугацааны өндөр нягтралтай мэдээллийг Уур амьсгал, ус, энергийн эргэц, усны тэнцлийн загваруудаар тогтоож, усны нөөцийг зохистой ашиглах, хамгаалах, дасан зохицох шинэ үр дүнг гаргасан нь энэхүү төслийн шинэлэг үр дүн болно.

Төслийн үр дүнд дараах 4 техникийн даалгаврыг биелүүлнэ. Үүнд:

1. Гол мөрөн, нуур, мөстөл, мөсөн голын усны эргэц, тэнцлийн элементүүдийн динамикийг Монгол орны хэмжээнд Бүс нутгийн уур амьсгалын загварын үр дүнд тулгуурлан орон зайн 10 км хүртэл нарийвчлалтайгаар тогтоох загварын туршилт, баталгаажуулалт;
2. Уур амьсгалын өөрчлөлтийн үнэлгээний Засгийн газар хоорондын мэргэжилтний бүлгийн (IPCC-AR5-2013 он) тайланд, Бүс нутгийн уур амьсгалын загварын үр дүнд суурилсан Уур амьсгалын өөрчлөлтөөс усны горим, нөөцөд үзүүлэх нөлөөллийн нарийвчилсан үнэлгээ;
3. Мөстөл, мөсөн голын хайлалт, хуримтлал, нуурын усны тэнцэл, гол мөрний сав газрын урсац, ууршлын 1981-2014 оны мэдээллийн сан, каталог;
4. Гадаргын усны нөөц, өөрчлөлтийн үнэлгээг хийж, усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг боловсронгуй болгох үндэслэл, зөвлөмж зэрэг болно.

Техникийн эдгээр даалгаврыг хэрэгжүүлэх ажлын хүрээнд Мөстөл, мөсөн голын масс баланс, өөрчлөлтийн хээрийн хэмжилт судалгаа, Өндөр уул, тал, хээр, говийн жишиг нууруудын усны тэнцлийн хээрийн судалгаа, Байгалийн бүс, бүслүүрийг төлөөлөх жижиг голуудын усны тэнцлийн жишиг судалгаа, Усны тэнцэл, газар бүрхэвчийн загварыг турших, шалгах, баталгаажуулах ажлыг хийсний үр дүнд тулгуурлан 42 уулсад тархсан мөстлийн массивийн хайлалтын тооцоо, электрон каталог, 4000 гаруй нуурын усны тэнцлийн элементүүдийн үзүүлэлтийн тооцоо, Гол мөрний 30 сав газрын усны тэнцлийн элементүүдийн тооцоо, уур амьсгалын өөрчлөлтөөс усны горим, нөөцөд үзүүлэх нөлөөллийн

үнэлгээ, усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг боловсронгуй болгох үндэслэл, зөвлөмжийг боловсруулан энэхүү төслийн тайланд нэгтгэн оруулав.

Усны урсацын загварыг үерийн урсацыг урьдчилан мэдээлэх, усны нөөцийн үнэлгээ хийх, Бүс нутгийн уур амьсгалын загвар болон Газар бүрхэвчийн загварыг цаашид дунд ба бичил масштабын уур амьсгалын загварчлалд ашиглах, уур амьсгалын өөрчлөлтийн үнэлгээний үр дүнг уур амьсгалын өөрчлөлтөд нийгэм, эдийн засгийн салбаруудын эмзэг байдлын үнэлгээ хийх, стратеги, төлөвлөгөө боловсруулахад ашиглах зэрэг чиглэлээр Байгаль орчин, Ногоон хөгжлийн яам, Уур амьсгалын өөрчлөлтийн үндэсний алба, Ус цаг уур орчны шинжилгээний байгууллага, Ус, цаг уур, орчны судалгаа, мэдээллийн хүрээлэнд нэвтэрч, судалгаанд ашиглаж байна.

Усны болон энергийн эргэлтийн судалгаа хийдэг шинжлэх ухааны байгууллагууд, байгаль орчны үнэлгээ хийдэг улс, хувийн хэвшлийн байгууллагууд, Их, дээд сургуулийн Байгаль орчин, ногоон хөгжил, экологийн боловсрол олгох сургалтанд төслийн үр дүнд буй болсон эрдэм шинжилгээний өгүүлэл, “Монгол орны гадаргын усны горим, нөөц” номыг ашиглах боломж бүрдэв.

Усалгаатай газар тариалан, усны эрчим хүч, уул уурхайн үйлдвэрлэл, сав газрын захиргаа, зөвлөлүүд зэрэг төр, олон нийт хувийн байгууллагад энэхүү төслийн үр дүнг зөвлөмж болгон ашиглах шаардлагатай.

Гадаргын усны улсын ажиглалт хэмжилтийн сүлжээг чанаржуулан, оновчтой болгох, гадаргын усны мэдээлэл, үйлчилгээг төв, орон нутгийн түвшинд сайжруулахад үндэслэл болгон ашиглана.

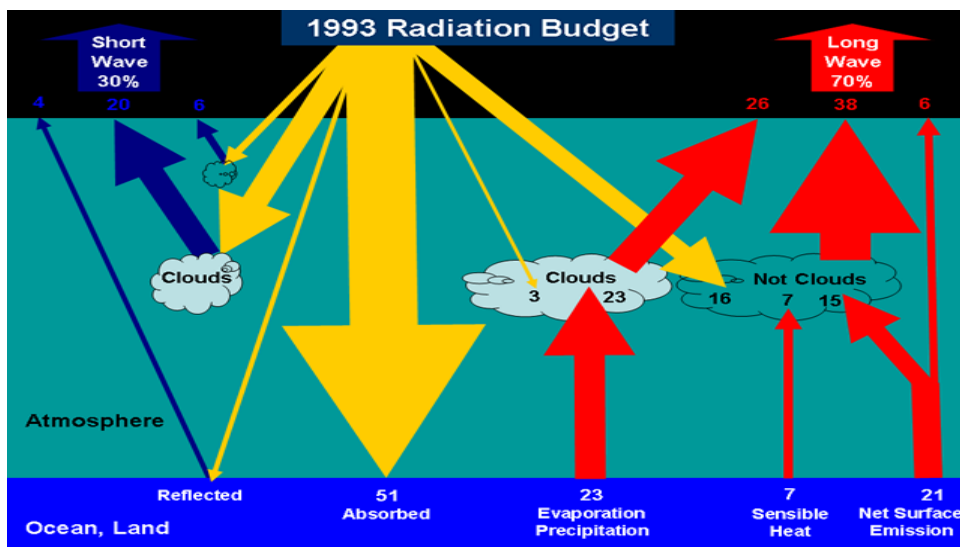
Нэгдүгээр бүлэг. Усны эргэц, балансын элементүүдийн загварын туршилт, баталгаажуулалт

1.1 Ус-энергийн эргэцийн загвар

Бүс нутгийн уур амьсгалын RegCM ба WRF загвар, газар бүрхэвчийн буюу нарны цацраг, ус, дулааны балансын NOAH, CLM загвар, гол мөрний урсацын HbV, VIC, HEC-GeoHMS, HbV зэрэг загварыг туршсан үр дүн, гол мөрөн, нуурын усны баланс, мөстөл, мөсөн голын масс балансын хээрийн судалгааны үр дүнг энд оруулав.

1.1.1 Ус-энергийн эргэцийн NOAH загварын үр дүн

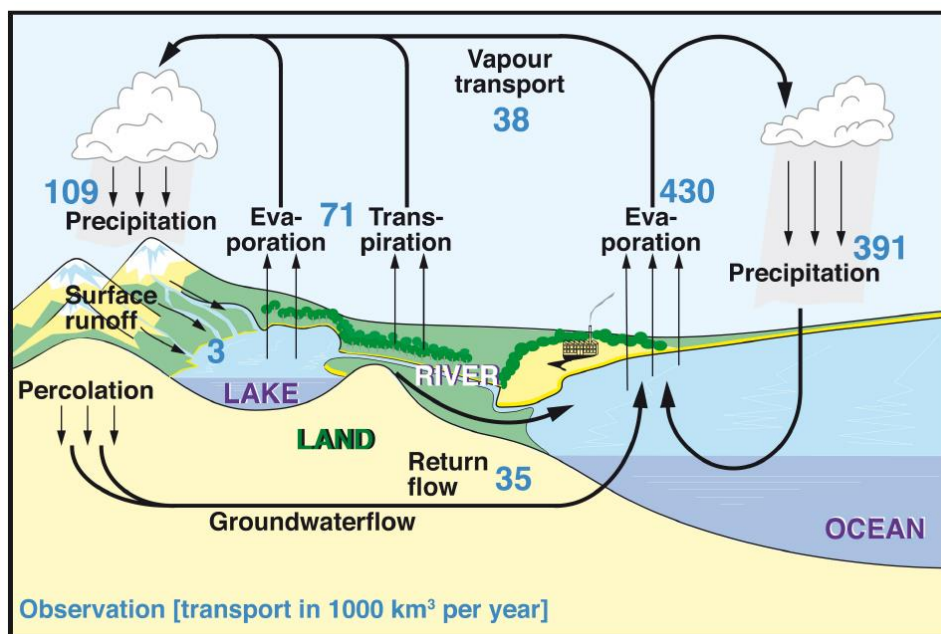
Нарны цацраг нь далай, эх газар, агаар мандлын системийн энергийн гол эх үүсвэр. Нарнаас ирж буй цацрагийн хэмжээг 100% гэж (1.1 дүгээр зураг) үзвэл 19% нь агаар мандалд шингэж (16% нь чөлөөт агаар мандал, 4% нь үүлэнд), 30% нь агаар мандал, газрын гадаргаас буцаж ойж (20% үүл, 6% агаар мандал, 4% газрын гадаргаас), 51% нь газрын гадарга орчмын дулааны энергид зарцуулагдана. Энэхүү үлдсэн энергийн 21% нь газрын гадаргаас цацруулах урт долгионт цацрагаар агаар мандал руу буцаж алдагдана. Үлдэж буй 30% нь хөрсний гүний үе давхаргын дулаан, газрын гадарга орчмын усны төлвийн шилжилт, хязгаарын үе давхаргын дулаан зэрэг энергид шилжинэ.



1.1 дүгээр зураг. Эх газар-агаар мандлын системийн жилийн дундаж энергийн баланс

Усны уур нь газрын гадаргын энергийн балансд гол үүрэг гүйцэтгэнэ. Газрын гадаргад шингэж буй нарны цацрагийн 50% орчим нь ууршилд зарцуулах дулаанд зарцуулагдаж байдаг ба энэхүү энерги нь агаар мандал руу дулааныг дамжуулах, чийгийг доод өргөргөөс дээд өргөрөг рүү зөөх хамгийн гол үүргийг гүйцэтгэнэ. Түүнчлэн усны уур нь хүлэмжийн хийн ихэнх хэсгийг бүрдүүлнэ ба уур амьсгалын дулаарлыг дэмжих нэг хүчин зүйл болно. Дэлхийн нийт усны нөөц $\sim 1.5 \cdot 10^9$ км³ байдаг бөгөөд эдгээрийн ихэнх хэсэг нь ($\sim 1.4 \cdot 10^9$ км³) далайд оршино. Ойролцоогоор $29 \cdot 10^6$ км³ нь статик нөөц байдлаар эх газарт байна. Хэрэв эх газрын бүх мөс хайлж далайд цутгавал далайн түвшин 80 метрээр өргөгдөх болно. Агаар мандалд $13 \cdot 10^3$ км³ усны уур агуулагдах ба энэ нь дэлхийн гадарга дээр үүсэх 26 кг/м² хэмжээний усан давхаргатай дүйцнэ. 1.2 дугаар зурагт газар-агаар мандлын хоорондох чийгийн жилийн дундаж солилцоог

дэлхийн хэмжээгээр тооцсон зураглалыг үзүүлэв. Эх газраас гол, нуураар дамжиж далайд цутгах усны хэмжээ нь далайгаас эх газар руу агаар мандлаар дамжих чийгийн хэмжээтэй ижил байна. Далайн гадаргын ууршил нь хур тунадсаас их байх бөгөөд илүүдэл чийг нь эх газар дээр хур тунадас болон унана. Эх газрын ус гол, нуураар дамжин урсч далайд цутгана. Энэ чийгийн баланс нь 38 нэгж орчим байна. Эх газрын хур тунадасны хэмжээ нь дээрх чийгийн балансаас бараг 3 дахин их байгаа нь эх газарт чийгийн эргэц эрчимтэй байхыг илэрхийлнэ. Энэ нь зуны улиралд илүү эрчимтэй байдаг.



1.2 дугаар зураг. Дэлхийн усны эргэц, ($10^3 \text{ км}^3 \text{ жил}^{-1}$)

Эх газрын усны эргэц нь бүс нутаг болон орон нутгийн уур амьсгалын системд чухал үүрэг гүйцэтгэх бөгөөд энэ нь газрын гадарга - агаар мандлын чийг, дулааны энергийн харилцан солилцоо болно. Цөл, заримдаг цөл, хуурай хээр, хээрийн ургамал бүрхэвч энэ сав газрын усны эргэцийг үндсэндээ тодорхойлно. Энд ургамлын ургалт усан хамгамжаас ихээхэн хамааралтай. Тухайлбал, ургамлын ургалтын үе шат нь чийгийн хангамж, ургамлаар дамжих ууршил нь хөрсний чийгийн нөөцөөс тус тус хамаарна. Ийнхүү, ургамал бүрхэвч нь газрын гадарга дахь нарны цацраг, ил болон ууршилд зарцуулагдах дулааны хуваарилалтыг тодорхойлно (Pielke, 2001). Эдгээр дулааны энергийн хэлбэлзэл нь орчих урсгал, гадаргын цацрагийн болон усны баланс, хур тунадас, температурын орон зай, цаг хугацааны хуваарилалтад голлох нөлөө үзүүлнэ (Aman et al, 1992).

Энэхүү судалгааны ажлаар бүс нутгийн уур амьсгалын загварын үр дүнг ашиглан агаар, газрын гадарга орчмын цацрагийн болон энергийн баланс, түүний элементүүдийн тархац, агаар мандлын болон газрын гадарга орчмын чийгийн баланс, түүний элементүүдийн тархацыг Монгол орны хэмжээгээр сүүлийн 11 жилээр тооцож гаргах, бодит ажиглалтай харьцуулах зорилго тавьсан болно.

Судлагдсан байдал: Энэ чиглэлийн судалгааг олон судлаачид хийжээ.

Нацагдорж Л. (2004, 2005, 2008) Монгол орны ган, цөлжилтийн судалгаатай холбоотойгоор хур тунадас, ууршил, хөрсний чийгийн тархац, хандлагын талаар цөөнгүй өгүүлэл, нийтлэлийг хэвлүүлжээ. Эдгээр судалгаанд цаг уурын ажиглалтын сүүлийн 20-30 жилийн мэдээгээр Монгол орны чийгийн хангамжид

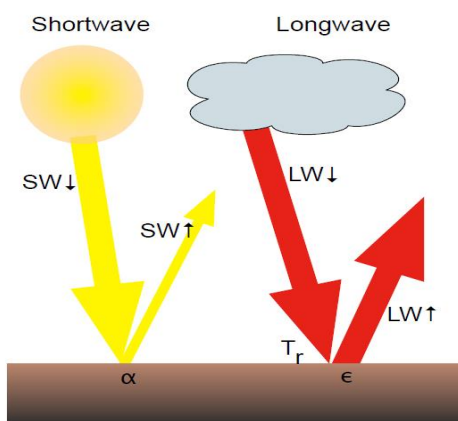
хэрхэн өөрчлөлт орсныг дүгнэж, уур амьсгалын ирээдүйн хандлагаас хамаарч цөлжилт, гангийн давтагдал хэрхэн өөрчлөгдөх талаар таамаг дэвшүүлсэн.

Гомболүүдэв (2006) бүс нутгийн уур амьсгалын загвар ашиглан Монгол орны уур амьсгалын ирээдүйн хандлагад үзүүлэх газар бүрхэвчийн өөрчлөлтийн нөлөөг тооцжээ. Энэ судалгаагаар газрын дориотол, цөлжилтийн нөлөөгөөр хур тунадас, ууршлын хэмжээ багасах хандлагатай байна гэж дүгнэжээ.

Батболд (2012) мөн бүс нутгийн уур амьсгалын загварын ногоон ургамлын бүрхэцийг хиймэл дагуулын мэдээгээр орлуулан Монгол оронд 2002 оны зуны хугацааны хүчтэй гангийн судалгаанд ашиглажээ. Энэ судалгаагаар ногоон ургамлын бүрхэц нь цацрагийн болон чийгийн балансад мэдэгдэхүйц нөлөөтэй ба ууршилд зарцуулагдах дулааны хэмжээ багасч, хөрсний гадаргын температурыг илэрхийлэх ил дулааны хэмжээ нэмэгдсэн гэсэн үр дүнг гарчээ. Түүнчлэн агаар мандлын болон газрын гадарга орчмын чийгийн балансад илэрхий өөрчлөлтүүд гарсан байна.

Батболд (2011) бүс нутгийн уур амьсгалын загвараар 2000-2012 оны хур тунадасны тархацыг тогтоожээ. Энэ судалгааны үр дүнгээр Монгол орны зуны улирлын хур тунадас нь мөн тус хугацааны нийлбэр ууршилтай ойролцоо байв.

Газрын гадарга орчмын цацрагийн баланс: Нарнаас ирж буй богино долгионт цацрагийн тодорхой хэсэг нь агаар мандалд үүлнээс ойж, усны уур, озон, хүчилтөрөгч зэрэгт шингэнэ. Газрын гадаргад шууд цацраг болон агаар мандалд ойсон хэсэг нь ирнэ. Газрын гадаргаас тухайн газрын оптик шинж чанар болох альбедогоос хамаарч агаар мандал руу буцаж ойно. Энэ урт долгионт цацраг нь агаар мандлын үе давхаргын температур, усны уурын тархац, үүлний хэмжээнээс хамаарна. Харин газрын гадаргаас мөн тухайн гадаргын шинжээс хамаарч агаар мандал руу урт долгионт цацраг ойно. Эдгээр нарны цацрагийн болон дулааны цацрагийн харьцаагаар газрын гадаргын цацрагийн баланс тодорхойлогдоно. 1.3 дугаар зурагт цацрагийн балансын ерөнхий бүдүүвчийг үзүүлэв.



1.3 дугаар зураг. Газрын гадарга орчмын цацрагийн баланс

Цацрагийн баланс нь дараах томъёогоор илэрхийлэгдэнэ.

$$R_{net} = SW_{down} - SW_{up} + LW_{down} - LW_{up} \quad (1.1)$$

Үүнд: SW_{down} - нарнаас ирж буй богино долгионт цацраг

SW_{up} - газрын гадаргаас ойж буй богино долгионт цацраг

LW_{down} - агаар мандлаас ирж буй урт долгионт цацраг

LW_{up} - газрын гадаргаас цацруулж буй урт долгионт цацраг

Нарнаас ирж буй богино долгионт цацрагийг дараах тэгшитгэлээр тооцдог.

$$SW_{down} = S \cdot T_{sw} \cdot \sin \theta_s \quad (1.2)$$

Үүнд: $\sin \theta_s = \sin \delta \cdot \sin \phi - \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \cos([\pi \cdot T_{utc} / 12] - \lambda_e)$

$$T_{sw} = (0.6 + 0.2 \sin \theta_s) \cdot (1 - 0.4 s_{hc}) \cdot (1 - 0.7 s_{mc}) \cdot (1 - 0.4 s_{lc})$$

S-Нарны тогтмол ($\sim 1370 \text{ W/m}^2$)

T_{sw} -агаар мандалд нарны шулуун цацрагийн дамжуулалтын итгэлцүүр

θ_s -нарны өндрийн өнцөг

δ -Нарны налууугийн өнцөг

ϕ -тухайн газрын нутгийн өргөрөг

λ_e - тухайн газрын нутгийн уртраг

T_{utc} -тухайн агшны гринвич цаг

S_{hc} , S_{mv} , S_{lc} -дээд, дунд болон доод мандлын үүлний балл

Газрын гадаргаас ойж буй богино долгионт цацрагийг газрын гадаргын албедогоор маш энгийнээр тооцож болно.

$$SW_{up} = \alpha \cdot SW_{down} \quad (1.3)$$

Агаар мандлаас цацруулж буй урт долгионт цацрагийг тооцох маш төвөгтэй байдаг. Энэ нь агаар мандлын усны уур, хүлэмжийн хий, бусад агаар мандал дахь аэрозолын тархац, хэмжээнээс шалтгаалдаг. Ерөнхий байдлаар дараах томъёоллоор тооцоолдог.

$$LW_{down} = \varepsilon_a \cdot \delta \cdot T_a^4 \quad (1.4)$$

Үүнд: $\varepsilon_a \sim f(T_a, e, \text{CO}_2, \text{O}_3 \dots)$ -агаар мандлын цацруулалтын итгэлцүүр

δ -Стефан Болцманы тогтмол ($5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$)

T_a -Агаар мандлын үе давхаргын температур

e -усны уурын даралт

Газрын гадаргаас цацруулж буй урт долгионт цацрагийг тухайн газрын шинж чанараас хамаарсан цацруулалтын итгэлцүүр, гадаргын температураар тодорхойлогдоно.

$$LW_{down} = \varepsilon_s \cdot \delta \cdot T_{sfc}^4 \quad (1.5)$$

ε_a -газрын гадаргын цацруулалтын итгэлцүүр, энэ итгэлцүүр нь тухайн газар нутгийн физик шинжээс хамаарч 0.9 -1.0 гэсэн тоон утгатай байдаг.

T_{sfc} -хөрсний гадаргын температур

Газрын гадарга орчмын энергийн баланс: Цацрагийн баланс нь газрын гадарга орчмын био болон гидрофизикийн харилцан үйлчлэлийн процессуудыг тодорхойлж байдаг. Энэхүү цацрагийн энерги нь гадаргын ил дулаан, нийлбэр ууршлыг тодорхойлогч ууршилд зарцуулах дулаан, хөрсний гүнд түүний бүтэц, ургамал бүрхэвчийн төрөл зүйлээс хамаарч дулаан хуваарилагдана (1.4 дүгээр зураг).

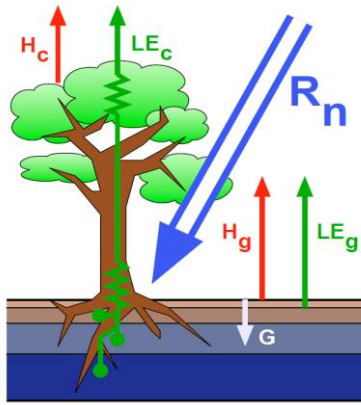
Газрын гадаргын энергийн баланс дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ.

$$R_{net} = H + LH + G \quad (1.6)$$

H-ил дулаан, температурын хэлбэлзлээр илэрхийлэгдэх дулааны энерги

LH- ууршилд зарцуулах, хайлалт, хөлдөх, сублимаци зэрэг процессын үеийн дулаан шингээлт ба ялгаруулалт

GH-хөрсний дулааны энерги, газрын гадаргаас хөрсний гүн руу дулаан шилжих процесс юм.



1.4 дүгээр зураг. Газрын гадарга орчмын энергийн баланс

Ил дулааныг дараах томъёогоор тооцно.

$$H = r \cdot c_p \cdot r_a (T_s - T_r) \quad (1.7)$$

Үүнд: r - агаарын дундаж нягт
 c_p - тогтмол даралтан дахь агаарын дулаан багтаамж
 T_s - газрын гадаргын температур
 T_r - агаарын температур
 r_a - агаарын аэродинамик эсэргүүцэл
Хөрсний гүн руу шилжих дулаан

$$G = -K_t \frac{\partial T}{\partial z} \quad (1.8)$$

Үүнд: K_t -дулаан солилцооны параметр, энэ хөрсний шинж чанар, бүтцээс хамаарна.

∂T -хөрсний үе давхаргын температурын өөрчлөлт
 ∂z -хөрсний үеийн зузаан

Ууршилд зарцуулах дулаан нь усны ууршил, сублимацийн эрчмээр тодорхойлогдоно.

$$LH = \lambda_w E + (\lambda_w + \lambda_m) E_s \quad (1.9)$$

Үүнд: λ_w - усны уур үүсэх хувийн дулаан багтаамж

λ_m - цас болон мөснөөс усны уур үүсэх (сублимаци) хувийн дулаан багтаамж

E - хөрсний чийг, ургамлаар дамжих уурших ба нийлбэр ууршлын хэмжээ

E_s - сублимаци буюу цас, мөсөн гадаргаас уурших ууршлын хэмжээ

Агаар мандлын чийгийн баланс: Агаар мандлын чийгийн баланс нь тухайн газар нутагт агаар мандалд орж буй болон гарч буй чийгийн урсгалын хэмжээг тодорхойлно. Энэ нь тухайн агаар мандалд агаарын урсгалын нийлэлт буюу конвергенци, сарнилт буюу дивергенци хэрхэн явагдаж байгаагаар тодорхойлогдоно. Агаар мандлын усны уурын цаг хугацааны хэлбэлзлийг дараах байдлаар бичиж болно.

$$\frac{\partial W}{\partial t} = P - E - \nabla \cdot \vec{Q} \quad (1.10)$$

Үүнд: $\frac{\partial W}{\partial t}$ -агаар мандлын нэгж багана дахь усны уурын агууламжийн хэлбэлзэл

$\nabla \cdot \vec{Q}$ - агаар мандлын нэгж баганын хөндлөн чиглэл дэх усны уурын урсгал

E - нийлбэр ууршил, P - хур тунадас

\vec{Q} - чийгийн урсгал, үүнийг хэвтээ, босоо байгуулагчаар задлан бичвэл:

$$Q_u = \frac{1}{g} \int_{P=0}^{P=P_0} qu dp \quad (1.11)$$

$$Q_v = \frac{1}{g} \int_{P=0}^{P=P_0} qv dp \quad (1.12)$$

Үүнд: Q_u, Q_v - чийгийн хэвтээ болон босоо урсгал

q - хувийн чийг

u, v - салхины хэвтээ болон босоо байгуулагч

g - хүндийн хүчний хурдатгал

P - даралт

P_0 - газрын даралт

Эндээс усны уурын урсгалыг дараах байдлаар тооцно.

$$-\nabla \cdot \vec{Q} = -\left(\frac{\partial Q_u}{\partial x} + \frac{\partial Q_v}{\partial y}\right) \quad (1.13)$$

Хэрвээ $-\nabla \cdot \vec{Q} > 0$ байвал агаар мандалд чийгийн нийлэлттэй (шилжин ирж буй чийг нь гарч буй чийгээс их) буюу конвергенци, $-\nabla \cdot \vec{Q} < 0$ байвал агаар мандалд чийгийн сарнилттай (гарч буй чийг нь шилжин ирж буй чийгээс их) буюу дивергенцитэй байна.

Газрын гадаргын усны баланс: Газрын гадарга орчмын усны балансын тэгшитгэл нь тухайн газар нутагт хур тунадсаар тэжээгдэж байгаа ус, ургамал, хөрсний чийгийн ууршил болон урсацаар илэрхийлэгдэнэ.

$$W_{res} = ET - P + \Delta S + \text{Урсац} \quad (1.14)$$

Үүнд: P - Хур тунадас, ET - хөрс, ургамлаар дамжин агаар мандалд зөөгдөх чийг буюу нийлбэр ууршил, ΔS - хөрсний чийгийн хэлбэлзэл, Урсац - гадаргын урсац, W_{res} - усны балансын үлдэгдэл

Хөрсний чийг, ургамлаар дамжих нийлбэр ууршил дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ.

$$ET = E_{dir} + E_t + E_c \quad (1.15)$$

Ургамлаар дамжих ууршил буюу транспираци

$$E_t = \sigma_f E_p B_c \left[1 - \left(\frac{W_c}{S} \right)^n \right] \quad (1.16)$$

Ургамал бүрхэвчээр дамжих ууршил

$$E_c = \sigma_f E_p \left(\frac{W_c}{S} \right)^n \quad (1.17)$$

Нүцгэн хөрсний чийгийн ууршил

$$E_{dir} = (1 - \sigma_f) \beta E_p \quad (1.18)$$

Үүнд: σ_f -ногоон ургамлын бүрхэц, E_p - ууршиц (уурших боломжит хамгийн ууршил), B_c -ургамал бүрхэвчийн эсэргүүцлийн функци, W_c -ургамалтай хөрсний чийг, S - хөрсний хамгийн их чийг багтаамшил, β - хөрсний чийгээгээс хамаарсан функци

Гадаргын урсацыг дараах байдлаар тооцно.

$$\text{Урсац} = P_d - I_{\max} \quad (1.19)$$

Үүнд: I_{\max} -хөрсний чийгийн нэвчиц

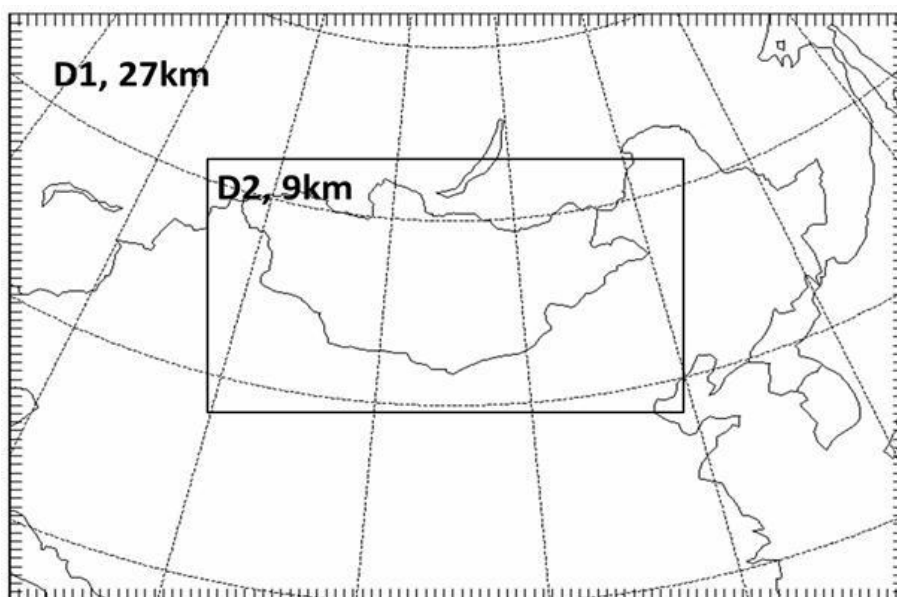
$$P_d = (1 - \sigma_f)P \quad (1.20)$$

$$I_{\max} = \frac{D_x [1 - \exp(-Kt)]}{P_d + D_x [1 - \exp(-Kt)]} \quad (1.21)$$

$$D_x = \sum_{i=1}^4 \Delta Z_i (\theta_s - \theta_i) \quad (1.22)$$

Үүнд: Kt - дулаан дамжуулалтын итгэлцүүроос хамаарсан параметр, энэ нь хөрсний шинж чанар, бүтцээс хамаарна. θ_s - хөрсний ханасан үеийн чийг, θ_i - хөрсний i давхаргын чийг, ΔZ_i - хөрсний ижил бүтэцтэй үе давхаргын зузаан

Загварын үндэслэл: Энэ судалгааны ажилд агаар мандлын бэсрэг хэмжээст тоон загвар (Weather Research and Forecasting (WRF))-ыг, (Skamarock et al., 2008) ашиглав. WRF загвар нь цаг агаарыг урьдчилан мэдээлэх чиглэлээр өргөн ашиглагддаг бөгөөд физикийн олон төрлийн схемийн сонголттой. Загварын туршилтад Kain-Frisch кумулюс схем (Kain and Fritsch 1993), WRF single-moment three-class микрофизик үүлний схем (Hong and Lim, 2006), цацрагийн тооцооны схем /The Rapid Radiative Transfer Model Longwave Radiation Scheme/ (Mlawer et al., 1997), хязгаарын үе давхаргын схем /Yonsei University lanetary Boundary Layer (PBL)/ (Hong and Pan, 1996), газар бүрхэвчийн схемийг [NOAH, (Chen and Dudhia 2001)] сонгож загварыг ажиллуулав. Агаар мандлын босоо чиглэлд газрын гадаргаас дээш 35 түвшинд тооцоог хийсэн бөгөөд, хамгийн дээд түвшинг 100 гПа, доод түвшинг газрын гадаргаас дээш 19 м-ээр авав. Загварын захын болон анхны нөхцөлд NCEP Final Analysis-ийн 6 цагийн зайцтай $1^\circ \times 1^\circ$ хэвтээ нарийвчлалтай мэдээг ашиглав. WRF загварын бүс нутгийн алхмыг 27, 9 км (D1, D2)-ээр (1.5 дугаар зураг) сонгож тооцоог хийв.



1.5 дугаар зураг. Тоон загварын бүс нутаг

Энэ судалгаагаар WRF загварын 2001-2011 оны үр дүнг 11 жилээр дундажлан газар орчмын энергийн болон чийгийн балансын явцыг сар бүрээр Монгол орны 4 бүс нутгаар гаргаж үзүүлэв. Монгол орныг Баруун ($91-97^\circ\text{E}$, $46-50^\circ\text{N}$), Төв ($98-108^\circ\text{E}$, $46-50^\circ\text{N}$), Зүүн ($110-116^\circ\text{E}$, $45-50^\circ\text{N}$), Өмнөд ($96-111^\circ\text{E}$, $43-$

46°N) гэсэн 4 бүс нутагт хувааж тооцоог хийж, үр дүнг эдгээр бүс нутгийн дунджаар гаргав.

Энэхүү судалгааг WRF загварын үр дүнд тулгуурлан хийсэн бөгөөд загварын газар бүрхэвчийн параметрийг (Ургамал бүрхэвчийн ангилал, гадаргын альbedo, ногоон ургамлын бүрхэц, навчны гадаргын индекс) тухайн жилийн MODIS дагуулын мэдээгээр боловсруулж ашиглав.

Загвараар тооцоолсон газрын гадарга орчмын цацраг болон энергийн тэнцлийг 1.1-4 дүгээр хүснэгтэд үзүүлэв. Нарнаас ирж буй шулуун цацраг, урт долгионт цацраг, газрын гадаргаас цацруулж буй урт долгионт цацрагийн хэмжээ нь улирлаас хамаарч байгаа бөгөөд хамгийн их хэмжээ нь 6, 7 дугаар сард ажиглагдаж байна. Ойсон цацрагийн хэмжээ нь хүйтний улиралд их, дулаан улиралд бага хэмжээтэй байна. Энэ нь өвлийн цасан бүрхэц, зуны ногоон ургамлын бүрхэцтэй буюу альбедотой шууд хамааралтай юм. Бүс нутгаар авч үзвэл нарнаас ирж буй шулуун цацраг нь баруун, өмнөд бүс нутгаар харьцангуй их, урт долгионт цацрагийн хэмжээ нь зүүн бүс нутгаар харьцангуй их байна. Энэ нь үүлшлээс голлон хамаарна.

1.1 дүгээр хүснэгт. Загварын газар орчмын энергийн тэнцэл, Баруун бүс

Сар	SWd	SWup	LWd	LWup	Rnet	LH	SH	GH	EB
1	94.0	66.9	147.8	209.0	-34.1	1.1	-26.0	8.7	-0.5
2	145.7	104.7	154.8	218.0	-22.2	3.6	-21.6	3.6	-0.5
3	217.1	147.6	169.6	239.4	-0.3	11.1	-11.3	0.5	0.3
4	291.4	143.4	200.6	284.1	64.6	24.1	24.0	-11.0	5.5
5	352.7	95.4	232.4	341.0	148.6	31.7	91.4	-20.6	5.0
6	366.9	69.7	269.8	387.9	179.1	42.8	116.2	-17.9	2.2
7	345.8	62.9	286.0	402.3	166.6	46.6	106.2	-11.7	2.1
8	292.8	53.8	273.7	385.3	127.3	36.0	87.1	-2.7	1.6
9	224.2	46.6	235.8	340.2	73.2	19.6	59.7	6.9	0.8
10	154.9	46.3	203.1	292.6	19.2	10.0	19.3	10.3	0.1
11	99.9	46.1	176.2	249.0	-19.0	4.0	-10.0	12.4	-0.6
12	74.6	45.2	157.1	218.9	-32.5	1.3	-22.3	11.0	-0.4
Дундаж	221.7	77.4	208.9	297.3	55.9	19.3	34.4	-0.9	1.3

1.2 дугаар хүснэгт. Загварын газар орчмын энергийн тэнцэл, Төв бүс

Сар	SWd	SWup	LWd	LWup	Rnet	LH	SH	GH	EB
1	91.6	59.4	140.0	203.6	-31.4	0.6	-20.4	11.2	-0.3
2	143.9	93.7	145.8	211.6	-15.6	3.3	-13.8	4.8	-0.3
3	221.4	135.3	164.2	235.9	14.4	11.8	1.6	-0.7	0.4
4	293.6	133.7	198.9	280.8	78.0	26.2	38.3	-9.7	3.9
5	342.7	80.1	237.6	339.3	160.9	46.7	94.6	-17.8	1.8
6	346.7	57.4	281.6	384.5	186.4	77.8	93.6	-15.4	-0.3
7	326.5	51.2	299.5	397.7	177.1	89.1	78.0	-10.4	-0.5
8	279.1	44.3	287.6	382.3	140.1	67.3	70.0	-3.4	-0.5
9	224.8	42.2	244.4	340.4	86.6	33.1	56.5	2.9	-0.1
10	153.8	45.6	204.0	288.7	23.4	13.4	19.3	9.7	0.4
11	98.6	46.6	168.0	239.9	-19.8	3.5	-9.4	13.7	-0.2
12	73.8	43.1	147.7	210.3	-31.9	0.7	-20.2	12.2	-0.3
Дундаж	216.4	69.4	209.9	292.9	64.0	31.1	32.3	-0.2	0.3

Газрын гадаргаас ойж буй богино долгионт болон урт долгионт цацраг нь газар бүрхэвчийн төлөв байдлаас хамаарч зуны улиралд Өмнөд бүс нутагт харьцангуй их, өвлийн улиралд гадаргын тогтвортой цасан бүрхүүлтэй холбоотой баруун бүс нутагт их байна. Газрын гадаргад ирж буй цацрагийн баланс нь улирлаас хамаарч 11 дүгээр сараас 2 дугаар сар хүртэл хасах баланстай бусад улиралд нэмэх баланстай, 6 дугаар сард хамгийн их, 1 дүгээр сард хамгийн бага байна. Нийлбэр ууршилд зарцуулагдах ууршилд зарцуулах дулаан нь ой, хээр зонхилсон талархаг төв болон зүүн бүс нутгаар харьцангуй их харин газар орчмын дулааныг илэрхийлэх ил дулааны хэмжээ дээдэхтэй эсрэгээр энэ бүс

нутагт бага байна. Энэ нь ууршилд зарцуулах дулаан болон ил дулаан нь өөр хоорондоо харилцан шилжиж байдгаар тайлбарлагдана.

1.3 дугаар хүснэгт. Загварын газар орчмын энергийн тэнцэл, Зүүн бүс

Сар	SWd	SWup	LWd	LWup	Rnet	LH	SH	GH	EB
1	89.1	60.9	141.24	199.6	-30.0	0.4	-15.4	14.8	-0.2
2	142.8	97.9	147.46	207.1	-14.7	2.4	-10.6	6.3	-0.3
3	224.9	148.7	169.13	234.2	11.1	9.7	1.0	-0.2	0.2
4	295.0	144.0	204.96	283.4	72.6	26.8	30.7	-11.1	4.0
5	328.9	66.7	253.51	354.8	160.9	43.0	98.5	-19.1	0.4
6	343.0	60.4	298.62	403.8	177.4	65.5	98.0	-14.7	-0.7
7	322.8	53.8	318.67	418.5	169.2	76.4	85.2	-8.4	-0.7
8	276.4	46.4	306.58	402.8	133.8	58.1	73.9	-2.5	-0.7
9	224.1	41.1	262.59	358.2	87.4	31.7	58.2	2.1	-0.3
10	152.2	39.4	215.42	299.7	28.6	12.4	25.9	9.9	0.2
11	94.7	44.8	171.53	239.1	-17.6	3.2	-3.9	16.8	-0.1
12	75.0	48.1	146.77	203.1	-29.5	0.2	-16.1	13.4	-0.2
Дундаж	214.1	71.0	219.71	300.3	62.4	27.5	35.4	0.6	0.1

1.4 дүгээр хүснэгт. Загварын газар орчмын энергийн тэнцэл, Өмнөд бүс

Сар	SWd	SWup	LWd	LWup	Rnet	LH	SH	GH	EB
1	111.8	63.9	146.3	214.6	-20.5	1.4	-8.2	13.5	-0.3
2	162.8	91.5	155.4	225.9	0.9	4.0	1.2	4.1	-0.3
3	237.7	115.9	171.5	253.8	39.5	9.3	25.9	-4.1	0.3
4	303.6	95.8	206.2	307.4	106.6	15.3	74.1	-16.5	0.7
5	351.4	76.2	242.0	363.6	153.7	15.3	120.2	-19.3	-1.1
6	366.8	75.8	281.4	410.7	161.7	20.6	126.9	-15.8	-1.6
7	344.9	69.5	301.1	427.1	149.4	25.3	116.1	-9.4	-1.5
8	299.7	60.3	288.7	408.5	119.6	22.2	97.6	-1.0	-1.3
9	241.3	49.8	248.9	360.8	79.5	15.0	71.3	5.9	-0.8
10	173.2	40.7	209.5	307.9	34.1	7.2	38.5	11.2	-0.3
11	117.6	40.3	174.7	256.5	-4.4	3.3	8.2	15.8	-0.2
12	93.6	45.1	152.9	221.8	-20.4	1.6	-6.4	15.4	-0.3
Дундаж	233.7	68.7	214.9	313.2	66.6	11.7	55.4	0.0	-0.6

Загвараар тооцоолсон газрын гадарга орчмын чийгийн тэнцлийг 1.5-8 дугаар хүснэгтэд үзүүлэв. Хур тунадасны жилийн нийлбэр төв болон зүүн бүс нутгаар харьцангуй их 350-440 мм, баруун болон зүүн бүс нутгаар 170-270 мм байна. Харин нийлбэр ууршил, хур тунадасны хоорондох харьцаа ихэнх нутгаар дулаан улиралд 0.92-0.95, хүйтний улиралд 0.3-0.6 харьцаатай байна.

1.5 дугаар хүснэгт. Загварын газар орчмын ба агаар мандлын чийгийн тэнцэл, Баруун бүс

Сар	P	ET	ET/P	Урсац	ΔS	WB
1	7.21	2.76	0.38	0.00	-0.15	-4.60
2	8.40	5.05	0.60	0.05	-0.14	-3.45
3	14.28	13.03	0.91	2.71	3.40	4.87
4	22.48	25.17	1.12	15.43	15.02	33.14
5	28.32	33.55	1.18	11.55	5.74	22.51
6	44.92	43.80	0.98	2.49	0.95	2.33
7	50.33	49.38	0.98	1.37	-0.14	0.28
8	40.62	38.61	0.95	1.58	0.65	0.21
9	19.53	20.72	1.06	1.10	-2.70	-0.41
10	14.33	10.77	0.75	0.73	0.05	-2.78
11	11.78	5.05	0.43	0.34	-1.17	-7.56
12	10.62	2.74	0.26	0.03	-0.28	-8.13
Дундаж	272.83	250.62	0.92	37.39	21.23	36.41

Энэ нь дулаан улиралд орж буй тунадас нь ууршилд зарцуулагддаг гэж үзэж болохоор байна. Гадаргын урсац бүх бүс нутагт 4 болон 5 дугаар сард хамгийн өндөр утгатай байна. Энэ нь хаврын шар усны урсацтай холбоотой юм. Чийгийн балансыг авч үзвэл хаврын улиралд цас хайлалттай холбоотой чийгийн нэмэх баланстай байна. Бүс нутгаар нь авч үзвэл 2001-2011 онд бүх бүс нутгаар жилийн нийлбэрээр чийгийн нэмэх баланстай (нийлэлттэй) байна.

1.6 дугаар хүснэгт. Загварын газар орчмын ба агаар мандлын чийгийн тэнцэл, Төв бүс

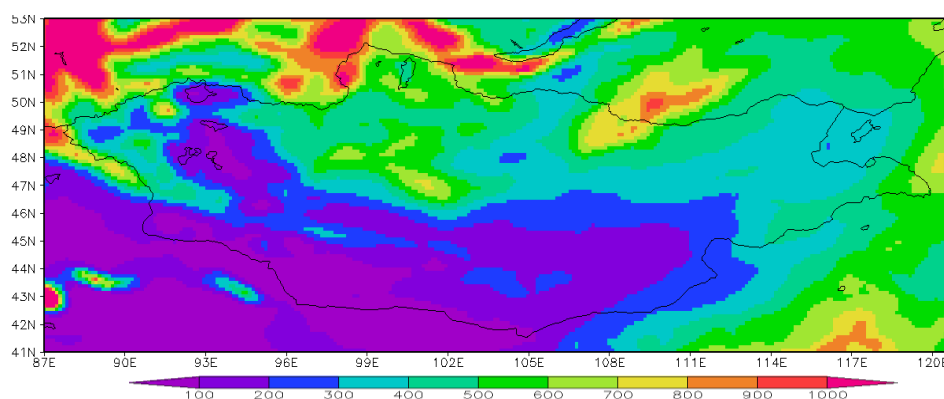
Сар	P	ET	ET/P	Урсац	ΔS	WB
1	5.50	2.33	0.42	0.00	-0.23	-3.40
2	6.73	4.90	0.73	0.02	-0.32	-2.13
3	13.31	13.85	1.04	2.30	1.40	4.24
4	26.00	27.44	1.06	14.62	9.22	25.27
5	50.48	49.99	0.99	11.67	-0.15	11.02
6	89.19	80.92	0.91	3.67	5.09	0.49
7	99.14	96.12	0.97	2.00	1.05	0.03
8	83.38	72.77	0.87	1.93	8.83	0.16
9	31.39	34.41	1.10	1.21	-5.62	-1.40
10	19.91	14.88	0.75	0.92	1.02	-3.10
11	9.01	5.36	0.59	0.47	-1.41	-4.60
12	7.27	2.51	0.35	0.08	-0.35	-5.02
Дундаж	441.32	405.48	0.92	38.88	18.53	21.58

1.7 дугаар хүснэгт. Загварын газар орчмын ба агаар мандлын чийгийн тэнцэл, Зүүн бүс

Сар	P	ET	ET/P	Урсац	ΔS	WB
1	5.38	1.83	0.34	0.00	-0.13	-3.67
2	6.84	3.99	0.58	0.01	-0.18	-3.02
3	13.81	11.96	0.87	1.36	1.40	0.91
4	26.16	28.35	1.08	13.47	12.70	28.36
5	45.21	46.43	1.03	6.24	-1.40	6.07
6	67.23	68.63	1.02	1.47	-2.84	0.03
7	74.66	82.88	1.11	1.53	-9.74	0.00
8	65.53	62.11	0.95	1.43	1.99	0.00
9	36.09	32.33	0.90	0.70	1.91	-1.15
10	17.94	13.85	0.77	0.31	1.19	-2.59
11	9.75	5.06	0.52	0.17	-0.96	-5.48
12	7.04	1.78	0.25	0.06	-0.20	-5.40
Дундаж	375.65	359.21	0.96	26.74	3.76	14.07

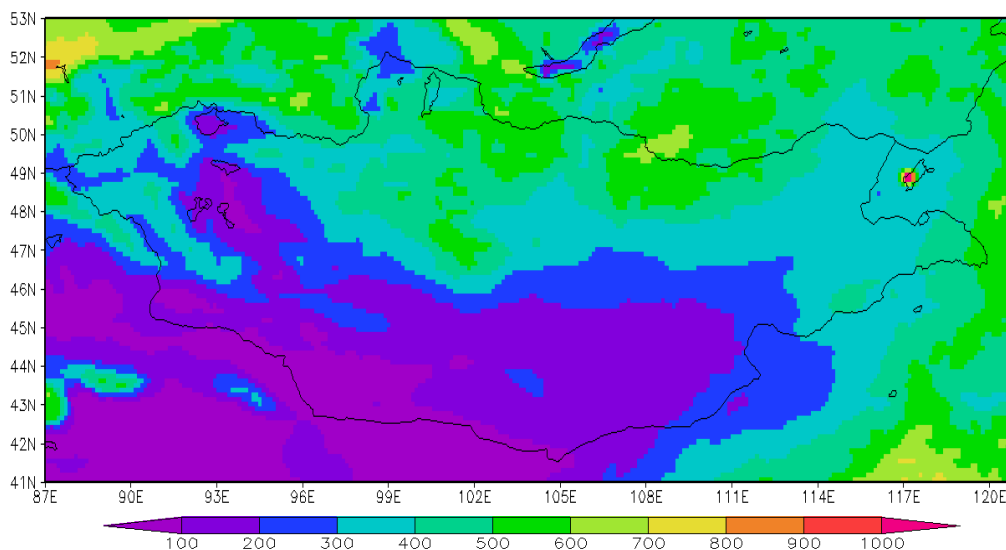
1.8 дугаар хүснэгт. Загварын газар орчмын ба агаар мандлын чийгийн тэнцэл, Өмнөд бүс

Сар	P	ET	ET/P	Урсац	ΔS	WB
1	3.74	2.79	0.75	0.00	-0.49	-1.43
2	4.74	5.08	1.07	0.08	-0.46	-0.05
3	6.92	10.47	1.51	1.47	1.27	6.30
4	10.67	15.82	1.48	3.46	0.87	9.48
5	15.55	16.43	1.06	0.94	-1.02	0.80
6	29.12	21.32	0.73	0.44	7.35	-0.01
7	32.88	27.16	0.83	0.52	5.20	0.00
8	29.82	23.98	0.80	0.58	5.26	0.00
9	17.60	15.55	0.88	0.33	1.67	-0.05
10	7.95	7.60	0.96	0.13	-0.43	-0.64
11	4.85	3.95	0.81	0.05	-1.00	-1.85
12	4.75	2.70	0.57	0.01	-0.31	-2.35
Дундаж	168.59	152.86	0.91	8.01	17.91	10.19



1.6 дугаар зураг. WRF загварын 2001-2011 оны дундаж жилийн нийлбэр хур тунадас

Жилийн нийлбэр хур тунадасны 2001-2011 оны дунджийн тархацыг 1.6 дугаар зурагт үзүүлэв. Энэ загвар нь хур тунадасны тархацыг газарзүйн бүс, бүслүүрээр сайн илэрхийлж байна. Цөлөрхөг хээрийн бүсэд хур тунадас бага, тал, хээр, ойт хээрийн бүсэд ахиу байна. Ажиглалтын мэдээтэй харьцуулахад хур тунадасны тархац сайн таарцтай боловч тоо хэмжээгээр харьцангуй их байна.



1.7 дугаар зураг. WRF загварын 2001-2011 оны дундаж жилийн нийлбэр ууршил

WRF загвараар тооцсон жилийн нийлбэр ууршлын 2001-2011 оны дунджийн тархацыг 1.7 дугаар зурагт үзүүлэв. Тооцсон ууршлын тархац нь ногоон ургамлын бүрхэвчийн тархацтай нягт уялдаатай байна. Өмнө зүгийн цөлөрхөг хээрийн бүсэд ууршил бага, хээр болон ойт хээрийн бүсэд ууршил ахиу байна. Ууршлын тархацыг газарзүйн бүс, бүслүүрээр сайн илэрхийлж, байгаа боловч ажиглалтын мэдээтэй харьцуулахад тоо хэмжээгээр их байна.

1.1.2 Газар бүрхэвчийн CLM (Community Land Model) загварын зүгшрүүлэлт баталгаажуулалт

Агаар мандлын процесст ялангуяа бэсрэг, бичил хэмжээст агаар мандал-газар бүрхэвчийн харилцан үйлчлэл, газрын гадаргын өндөр онцгой үүрэг гүйцэтгэнэ. Иймд энэхүү судалгааны ажлаар агаар мандал-газар бүрхэвчийн харилцан үйлчлэлийн биогеофизикийн процессыг голлон загварчлах зорилго тавьж ажиллав.

Судалгаанд газар бүрхэвчийн CLM3.5 (Community Land Model) загварыг ашигласан бөгөөд уг загвар нь “эко-уур амьсгал” гэсэн онолын үндэслэлийг тоон системээр томъёолжээ. Загвараар биогеофизикийн процесст багтах энерги, усны баланс, урсгалыг агаар мандал, биосфер гэсэн уур амьсгалын систем хоорондын голлон авч үзэв.

Загварыг өөрийн оронд зүгшрүүлэн, олон жилийн тооцоог хийх, үр дүнг ажиглалтын цэгэн мэдээтэй харьцуулан үнэлгээ өгснөөр энерги, усны балансын орон зайн торон мэдээ бүрдүүлэх нь судалгааны ажлын хамгийн гол зорилтуудын нэг юм.

Зүгширч баталгаажсан загварыг Монгол орны усны эргэцийн балансын судалгаа, уур амьсгалын өөрчлөлтийн ирээдүйн тооцоо зэрэгт ашиглав.

Судлагдсан байдал: Дэлхийн усны эргэц хүмүүний амьдралд чухал үүрэг гүйцэтгэхээс гадна энерги, нүүрстөрөгчийн эргэц зэрэг биогеофизик, биогеохимийн процессуудтай салшгүй холбоотой.

Уур амьсгалын загварт усны эргэцийг тооцоолох нь нэлээн төвөгтэй асуудлын нэг бөгөөд түүнийг сайтар тооцоолохын тулд газрын гадарга орчимд явагдах хур тунадас саатах, нэвтрэх, ургамлын титмийн дусал, цасны хуримтлал, нэвчиц, гадаргын нэл болон ул хөрсний усны урсац, хөрсний чийг, нийлбэр ууршлыг тодорхойлох ургамлын титмийн ууршил, транспираци, хөрсний ууршил зэргийг өндөр нарийвчлалтай тооцоолж загварчлах хэрэгтэй болно.

Дээр дурдсан газрын гадарга орчмын төвөгтэй физик процессыг тооцоолох зорилгоор Хамтын нийгэмлэгийн газар бүрхэвчийн загвар CLM3.5-ийг анх хөгжүүлж програмчлалын кодыг бичсэн байдаг (Oleson et al. 2004). Харин Дикинсон (Dickinson et. al, 2006) дэлхийн уур амьсгалын загварт CLM-ыг холбож уур амьсгалын загварын статистик үнэлгээг хийжээ (Collins et al. 2006). Хайк нар (Hack et al, 2006) эх газрын усны эргэцийн дүн шинжилгээг хийж, Бонан, Левис нар нь (Levis, 2006) дэлхийн ургамал бүрхэвчийн биогеограф, биологийн анхдагч бүтээгдэхүүний тооцоо, баталгаажилтыг дэлхийн хэмжээний ургамлын динамик загвартай (DGVM) холболт хийжээ. Судлаач Лавренси (Lawrence, 2007) нь загварт усны урсац, балансын параметрийг тодорхойлох нийлбэр ууршил, түүнийг хур тунадас, улирал хоорондын хөрсний чийгийн агууламж, хэлбэлзэл зэргээс хамааруулан нөлөөллийг судалж тогтоов.

Дикинсон нь (Dickinson et. al, 2006) CLM загвар нь газар орчмын уур амьсгалыг сайн илэрхийлэн тооцоолж байгаа хэдий ч зарим бүс нутагт тухайлбал, Амазон мөрний сав газарт тодорхой алдаатайг тогтоожээ. Тэрээр энэ нь ихэнхдээ усны эргэцийг тооцоолох схемтэй холбоотой гэж үзжээ.

Иймээс энэхүү дутагдлыг арилгах зорилгоор шинэ параметрчлалыг эрдэмтэд хөгжүүлж өөр өөрсдийн тоон туршилтыг хийж үнэлгээг хийсэн байна (Niu et al. 2005, Niu and Yang 2006, Niu et al. 2007, ThoRnetton and Zimmerman 2007, Lawrence ба Chase 2007, Lawrence et al. 2007). Ингэснээр бүс нутагт тооцоолсон усны балансын элементүүдийн алдаа буурчээ.

Монгол оронд бүс нутгийн уур амьсгалын загварт газар орчмын BATS загварыг холбох байдлаар өнөө болон ирээдүйн уур амьсгалын тооцоо, газар бүрхэвчийн өөрчлөлтийн нөлөөллийн урвуу холбооны механизмыг тайлбарласан судалгаа зэргийг хийжээ (Gomboluudev P., Kwon Won-Tae, Nguyen and Quang Dang, 2003); (Gomboluudev P, L.Natsagdorj, 2004); (П.Гомболүүдэв, 2011).

Асанума Ж. гандуу хуурай бүс нутгийг төлөөлүүлэн Хэрлэнбаян-Улааныг сонгож CLM3.5 загварыг ажиллуулж, үр дүнг ажиглалтын мэдээтэй харьцуулж судалсан байна. Энэхүү дүнгээс үзэхэд загвар нь газар орчмын энергийн баланс, усны эргэцийг сайн тооцоолж байна (J. Asanuma et al, 2010).

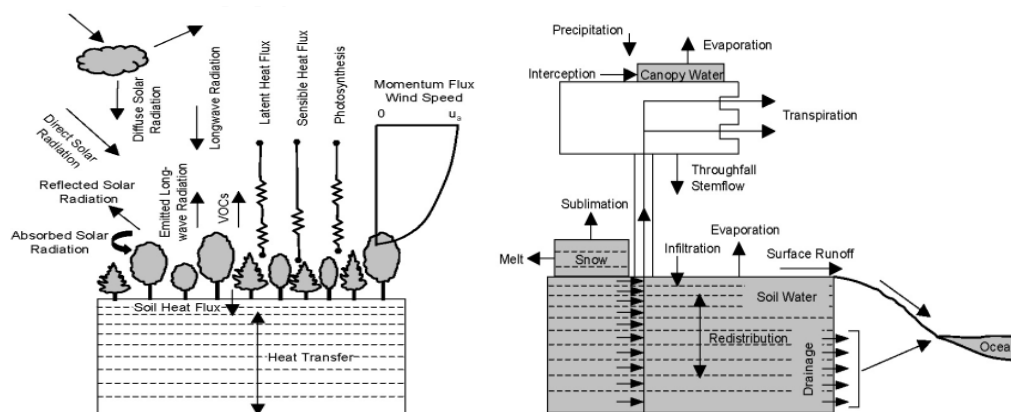
Аргазүй: CLM3.5 загвар нь хамтын нийгэмлэгийн дэлхий-систем загвар (CESM), агаар мандлын загварын (CAM) газар бүрхэвчийн загвартай ажилладаг. АНУ-ын Үндэсний агаар мандлын судалгааны төвийн Эх газрын шинжлэх ухааны хэлтэс, Дэлхийн динамикын хэлтэс болон Дэлхийн систем загварын ажлын хэсгийн хамтарсан судалгааны төслөөр бий болж хөгжсөн загвар юм.

Ерөнхийдөө загвар бол “эко-уур амьсгал” гэсэн онолын үндэслэлийг тоон байдлаар томъёолж байгалийн болон хүний хүчин зүйлийн өөрчлөлт, нөлөөлөл ургамлаар дамжин цаг агаар, уур амьсгалд, буцаад цаг агаар, уур амьсгал нь ургамалдаа хэрхэн нөлөөлөхийг тооцоолно.

Загвар нь биогеофизик, усны эргэц, биогеохими болон ургамлын динамик гэсэн үндсэн бүрэлдэхүүнтэй.

Загварын газрын гадаргын торон цэг (гридийн) газар бүрхэвчийн 5 үндсэн ангилалтай (мөстөл, нуур, намаг, хот, ургамал). Ургамлын ангилал дотроо харилцан адилгүй навч болон ишний талбайн индекс, титмийн өндөртэй ургамлын төрлөөр ангилагдана. Торон цэг болгон ус болон энергийн тооцоог тусдаа багана байдлаар тооцоолно. Загварт газар бүрхэвчийн өөр өөр нөхцөл байдлыг тооцсон 3 түвшний торон сүлжээний мэдээг ашиглана.

CLM3.5 загварт биогеофизик, усны эргэцийг тооцоолох ерөнхий схемүүдийг 1.8 дугаар зурагт үзүүлэв.



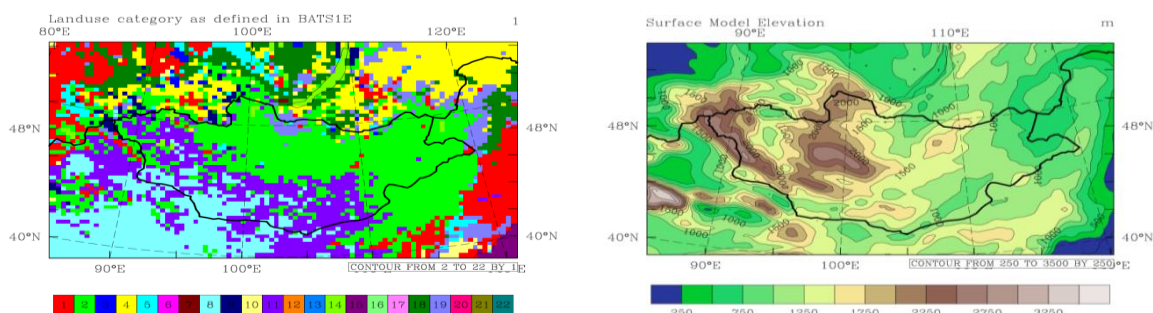
1.8 дугаар зураг. Загварын биогеофизик, усны эргэцийг тооцоолох схем

Загварын биогеофизикийн процессыг тооцоолох үндсэн тэгшитгэлүүдийг техникийн бичиг баримтад тодорхойлон оруулжээ (Oleson, K.W et al 2004).

Үр дүн: Загварын бүс нутгийг Монгол орныг нийтэд нь бүрхэх өргөргийн 48°, уртрагийн 103° цэг дээр төвтэй өөр хоорондоо 30 км зайтай байрших нийт 6000 торон цэгийг багтаасан газар нутгийг сонгож авав. 1.8 дугаар зурагт загварын газрын гадаргын өндрийн мэдээ, газар бүрхэвчийн ангиллын газарзүйн тархацыг үзүүлэв.

Агаар мандлын загварын үр дүнг тооцоолж гаргахад салхины өргөрөг ба уртрагийн байгуулагч, хувийн чийг, даралт, агаарын температур, урт долгионт цацраг, хур тунадас, богино долгионт цацраг зэрэг хувьсагчдыг газар бүрхэвчийн загварын оролтын мэдээ болгон ашиглав.

Загварын тооцоог 1986-2012 оны хооронд нийт 27 жилээр хийж, усны эргэц, энергийн балансын элементүүдийг хоногийн дунджаар, улмаар сар, улирлын дунджийг тооцоолж зураглал хийв.



1.9 дүгээр зураг. Загварын тооцоонд хамарсан бүс нутаг, түүний өндөр, газар бүрхэвчийн ангиллын газарзүйн тархац

Загварын үнэлгээ: Манай оронд энергийн балансын элементүүдийн нарийн хэмжилтийг цөөхөн газар, 10-аад жилийн өмнөөс хийж эхэлсэн байна. Бид загварын тооцооны үр дүнг Монгол-Японы хамтарсан “Зүүн хойт Азийн агаар мандал-гидросфер-биосферийн харилцан үйлчлэлийн туршилт” төслийн хүрээнд Хэрлэнбаян-Улаан суманд хийсэн 2003-2010 оны хэмжилтийн хоногийн мэдээтэй харьцуулав. Ингэхдээ загварыг орон зайн 30 км торон сүлжээгээр ажиллуулж, гаралтын үр дүнгээс тухайн цэгийн байрлал руу интерполяци хийж, диагностик байдлаар усны эргэц, энергийн балансын үндсэн үзүүлэлтийг тооцоолов.

Уг харьцуулалтыг доош чиглэсэн богино долгионт цацраг (Sd), доош болон дээш чиглэсэн урт долгионт цацраг (Ld, Lu), цацрагийн баланс (Rnet), ууршилд зарцуулах дулаан (LE) ба ил дулааны (H) хоногийн явцыг харьцуулж статистик үнэлгээ өгөв. Харин дээш чиглэсэн богино долгионт цацрагийн хэмжилт алдаа ихтэй байсан тул үнэлгээнд оруулаагүй болно (Su, Rnet).

Үзүүлэлт бүрийн жил, хоногийн дунджийг 27 жилийн (2900 орчим тохиолдлын тоотой) мэдээгээр загвараар тооцоолж хэмжилтийн мэдээтэй харьцуулж статистик үнэлгээг хийв (1.9 дүгээр хүснэгт). Үүнд энергийн балансын олон жилийн дундаж, хамаарал, дундаж алдаа зэрэг үзүүлэлтийг сонгов. Үнэлгээгээр газар бүрхэвчийн CLM загвар цацрагийн элементүүдийг хугацааны харьцангуй сайн явцын таарцтайгаар (хамаарал 0.88-0.98), гэхдээ дээш чиглэсэн урт долгионт цацрагаас бусдад нь хасах дундаж алдаа буюу ерөнхийдөө хэмжилтээс доогуур (дунджаар хасах 2.9-11.3 вт/м²) тооцоолсон байна.

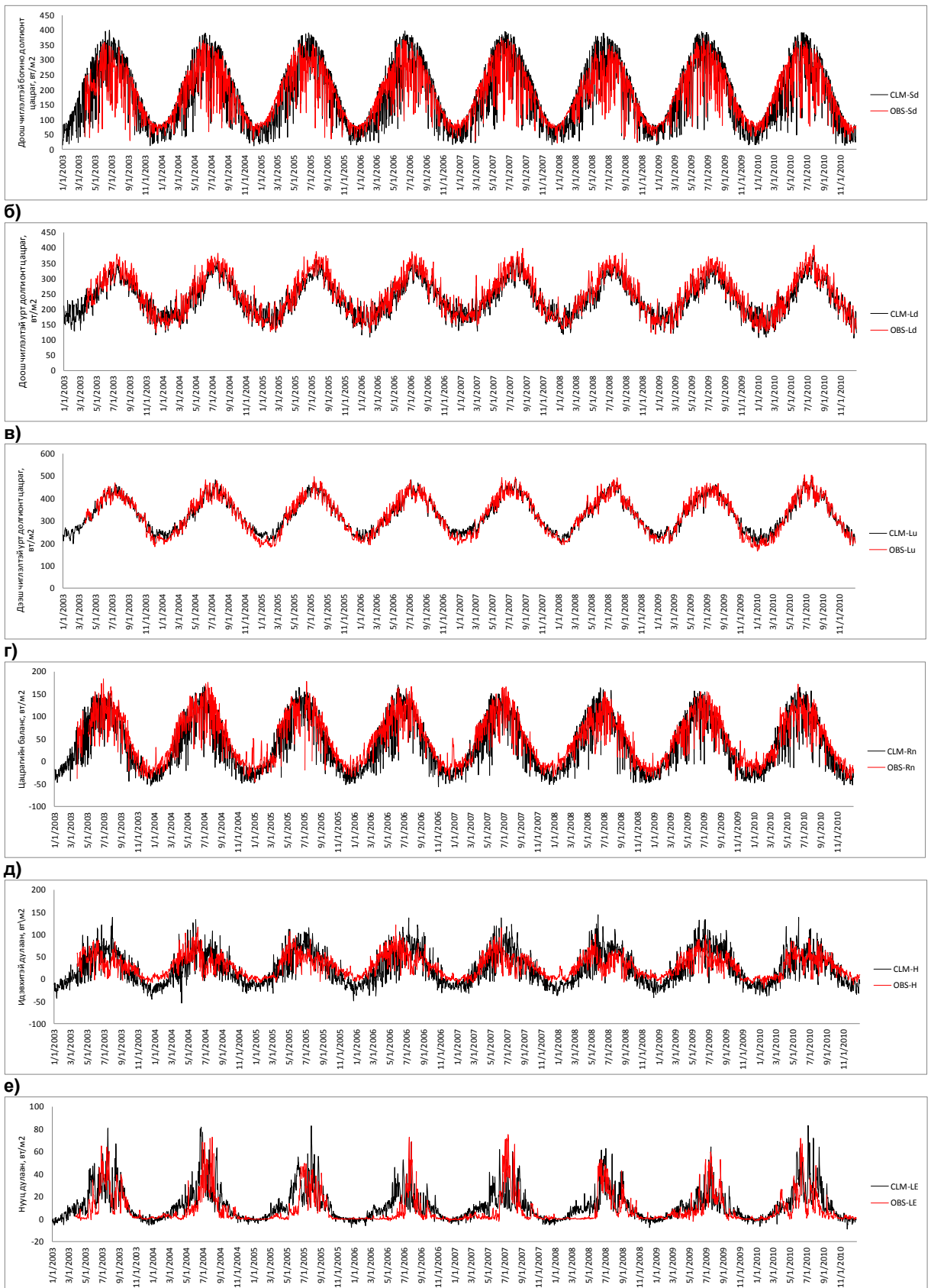
Харин ил ба ууршилд зарцуулах дулааны тооцсон ба ажиглалтын мэдээний хамаарал арай бага, R=0.62-0.73 байна. Энэ нь тухайн орон нутгийн газар бүрхэвчийн ангилал, хөрсний төрөл, бүтцийг загварт нарийвчилж, оруулах, загварын орон зайн нарийвчлалыг сайжруулах хэрэгтэйг харуулж байна.

1.9 дүгээр хүснэгт. Загварын тооцоолсон үр дүнг хэмжилтийн мэдээтэй харьцуулсан үнэлгээ

Статистик үзүүлэлт		Sd	Su	Ld	Lu	Rnet	LE	H
Жилийн дундаж утга, вт/м ²	Загвар	182.6	-	237.0	331.0	37.7	25.5	12.6
	хэмжилт	185.4	-	248.2	328.6	50.1	30.3	8.8
Хугацааны хамаарал		0.86	-	0.96	0.98	0.88	0.73	0.62
Дундаж алдаа, вт/м ²		-2.9	-	-11.3	+4.5	-10.9	-4.6	+3.8

Загвар энерги, цацрагийн үзүүлэлтийн жил бүрийн хэлбэлзлийг (interannual variability) харьцангуй сайн, харин хүйтний улирлын ил ба ууршилд зарцуулах дулааныг зарим жилд харьцангуй их алдаатай тооцоолж байна (1.10 дугаар зураг, а-в, г-д). Тэдгээрийн дундаж алдаа 30%-иас ихгүй байна.

Цаашид загварын эдгээр үр дүнг сар, улирал, жилийн дундаж байдлаар ашиглах боломжтой ба дулааны улирлын хоногийн дундаж үзүүлэлтийн утга харьцангуй алдаа багатай байна.



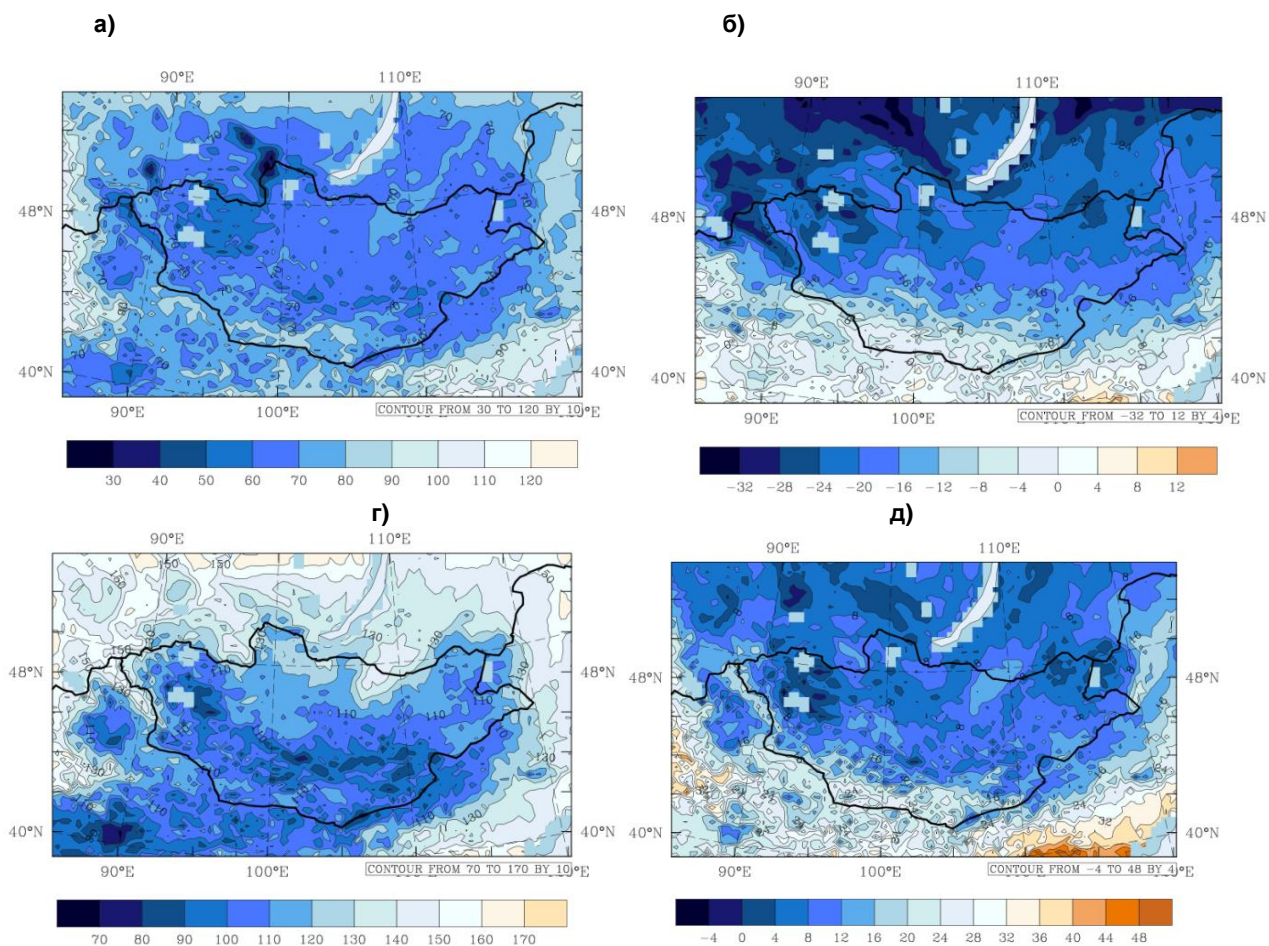
1.10 дугаар зураг. Загварын тооцоолсон болон хэмжилтийн мэдээний уялдаа, а-Sd, б- Ld, в- Lu, г-Rnet, д-H, е-LE

Энергийн баланс: CLM3.5 загварын гаралтын үр дүнгээс диагностик байдлаар цацраг, энергийн балансын элементүүдийг дараах байдлаар тооцов. Үүнд:

- Доош чиглэсэн богино долгионт цацрагийг нил болон үзэгдэх гэрлийн долгионы мужийн шууд болон сарнисан цацрагийн нийлбэр
- Дээш чиглэсэн богино долгионт цацрагийг мөн дээрх долгионы мужид газрын гадаргаас ойсон шууд болон сарнисан цацрагийн нийлбэр
- Доош ба дээш чиглэсэн урт долгионт цацраг
- Цацрагийн балансыг богино болон урт долгионт цацрагийн балансын нийлбэр
- Ил ба ууршилд зарцуулах дулааны нийлбэр
- Энергийн балансыг ууршилд зарцуулах дулаан болон ил дулаан, газрын хөрсөнд дамжих дулааны нийлбэр

Дээрх энергийн балансын элементүүдийг торон цэг бүрд тооцоолж 1986-2012 оны улирлын дундаж байдлаар зураглал хийв. Олон жилийн улирлын энергийн тэнцэл (R_{net}) буюу цацрагийн балансыг газарзүйн тархацаар нь 1.11 дүгээр зурагт үзүүлэв.

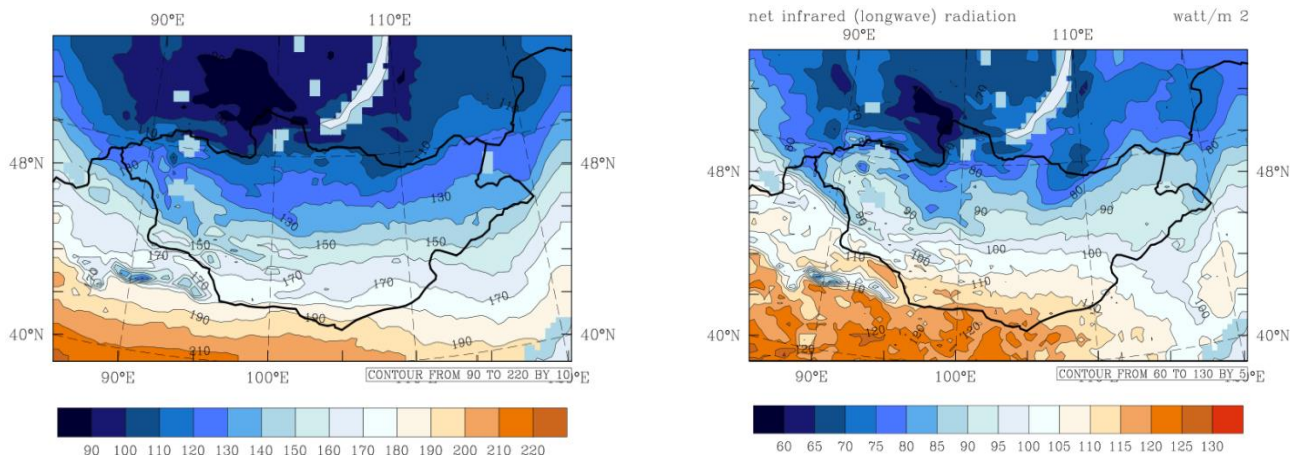
Өвлийн улиралд Монгол орны ихэнх нутгаар энергийн тэнцэл хасах утгатай хамгийн ихдээ -30 вт/м^2 орчим хүрч хойноос урагшлах тутам энэ утга нэмэх рүү дөхөж байна. Бусад улиралд энергийн тэнцэл нэмэх утгатай зуны улиралд дээд өргөрөгт хамгийн их, $+120 \text{ вт/м}^2$ хүрдэг байна. Энэ нь зуны улиралд ялангуяа, манай орны говь цөлийн бүс буюу альбедо хамгийн их байх бүс нутаг харьцангуй бага байна (1.11 дүгээр зураг, г).



1.11 дүгээр зураг. Энергийн балансын газарзүйн тархац, вт/м^2 , а) өвөл, б) хавар, в) зун, г) намар

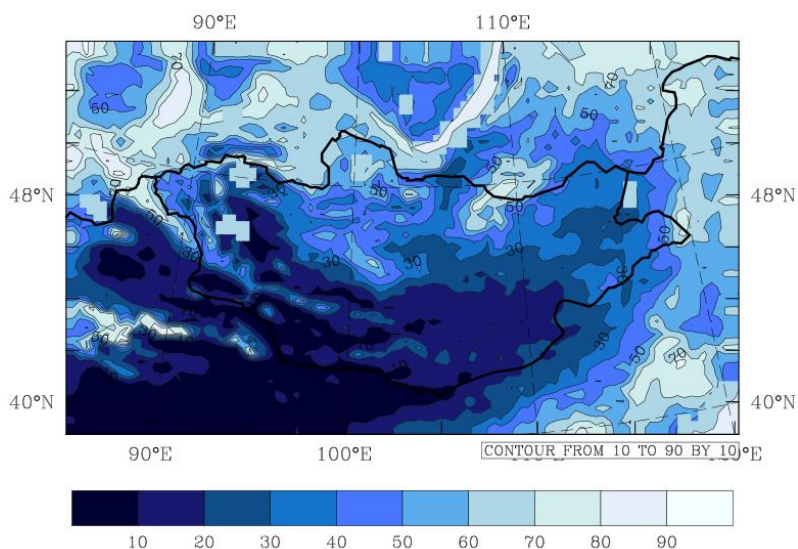
Нэг талаас цацрагийн баланс буюу богино ба урт долгионт цацрагийн балансын нийлбэр, нөгөө талаас энергийн баланс буюу ууршилд зарцуулах ба ил дулаан, газрын хөрсөнд дамжих дулааны нийлбэр хоорондоо тэнцэж байх ёстой.

Зуны улирлын цацрагийн балансын гол элементүүд, тухайлбал, доош чиглэсэн богино долгионт цацраг (Sd), урт долгионт цацрагийн балансын (Ln) газарзүйн тархацыг 1.12 дугаар зурагт үзүүлэв.



1.12 дугаар зураг. Зуны улирлын цацрагийн балансын элементүүдийн газарзүйн тархац, $\text{вт}/\text{м}^2$, а) Sd б) Ln

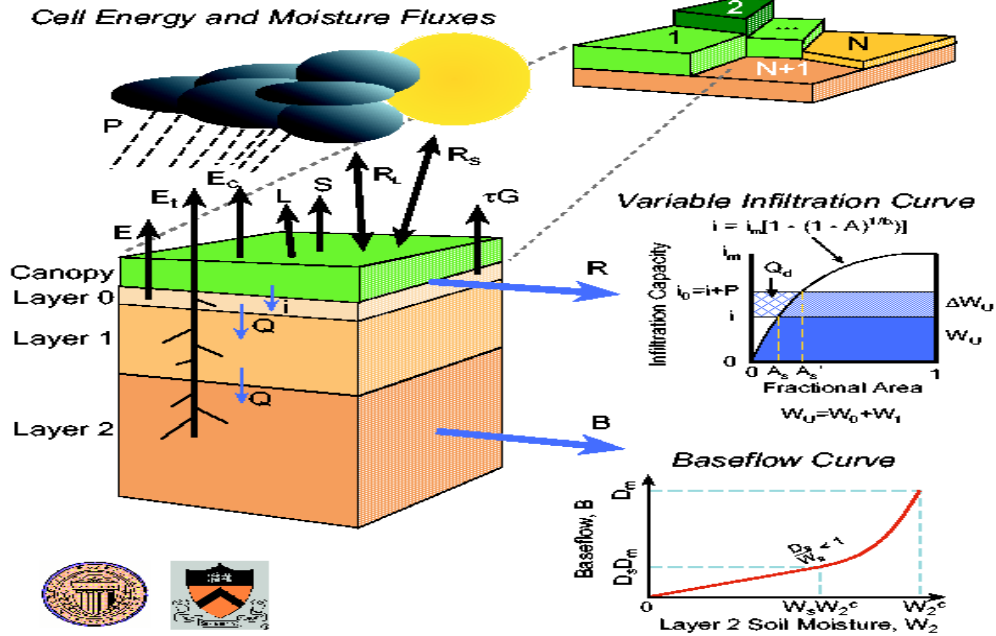
Энергийн балансын гол элемент буюу ууршилд зарцуулагдах дулааны газарзүйн тархацыг 1.13 дугаар зурагт үзүүлэв. Ууршилд зарцуулах дулаан (нэг төлвөөс нөгөө рүү шилжихэд зарцуулагдах) буюу нийлбэр ууршлын тархац болно.



1.13 дугаар зураг. Зуны улирлын энергийн балансын элемент болох ууршилд зарцуулах дулааны тархац, $\text{вт}/\text{м}^2$

1.1.3 Усны баланс, эргэцийн VIC загварын үр дүн

АНУ-ын Вашингтоны их сургуульд анх боловсруулсан VIC (variable infiltration capacity-хэлбэлзэх нэвчицийн загвар) загвар нь ус, энергийн балансын физик онолд үндэслэгдсэн байна. Үүнд газрын гадаргын төлөв байдлыг тооцоолох нь чухал байна. Энэ загвараар гол, түүний сав газрын хөрс, ургамал, агаар мандлын хоорондын ус, чийг, энергийн урсгалыг тооцно. Өнгөн хөрс, давхаргын (хөлдсөн болон хөлдөөгүй) чийг, цас, гол, нуур, чийглэг газрын төлвийг тооцно. VIC загварыг бүх тивийн голуудын сав газарт хэрэглэсэн бөгөөд Колумби мөрний сав газарт өргөн хэрэглэжээ.



1.14 дүгээр зураг. Урсацын VIC загварын ерөнхий бүдүүвч схем

Усны баланс: Усны тэнцэл дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэнэ.

$$\frac{\partial S}{\partial t} = P - E - R \quad (1.23)$$

Ууршил: Энэ загварт 3 төрлийн ууршил тооцогдоно. 1. (E_c , мм) бол ургамлын гадаргын шууд ууршил, 2. (E_t , мм) нь ургамлаар дамжих ууршил (эвапотранспираци), (E_l , мм) нь ургамалгүй хөрсний чийгийн ууршил юм. Эдгээрийн нийлбэрээр нэгж гадаргын нийлбэр ууршлыг тооцож болно. Энэ нь дараах байдалтай байна.

$$E = \sum_{n=1}^N C_n \cdot (E_{c,n} + E_{l,n}) + C_{N+1} \cdot E_l \quad (1.24)$$

Үүнд: C_n, C_{N+1} - ургамалтай ба нүцгэн хөрсний нэгж бүрхэц

Гадаргын шууд ууршил: Ургамлын гадаргад саатсан хур тунадас, шүүдрийн ус эргэж ууршина. Үүнийг дараах томъёогоор тооцно.

$$E_c^* = \left(\frac{W_i}{W_{im}}\right)^{2/3} E_p \frac{r_w}{r_w + r_o} \quad (1.25)$$

Үүнд: W_{im} -тухайн гадаргад тогтох усны хамгийн их хэмжээ (мм), r_o – ургамлын гадарга (s, m^{-1}) ба агаар хоорондын чийгийн шатлуураас хамаарах эсэргүүцэл, энэ нь ургамлын төрөл, зүйлээс хамаарна. r_w - аэродинамик эсэргүүцэл, ургамлын гадаргаас агаарт (s, m^{-1}) уурших, түүнд зарцуулагдах дулаанаас хамаарна. E_p – ууршиц, буюу хамгийн их ууршлын хэмжээ, үүнийг Пенман-Монтейз (Penman-Monteith)-ын тэгшитгэлээр тооцно.

$$\lambda_v E_p = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho_a c_p (e_s - e_a) / r_a}{\Delta + \gamma} \quad (1.26)$$

Үүнд: λ_v - ууршилд зарцуулах нэгж дулаан (J, kg^{-1}), R_n нь цацрагийн баланс (W, m^{-2}), G –хөрсөнд шингэх дулаан (W, m^{-2}), $(e_s - e_a)$ - агаарын ханасан болон тухайн

агаарын чийгийн ялгавар буюу дутагдал чийг (гПа), ρ_a - тогтмол даралттай агаарын нягт, ($\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$), c_p - агаарын хувийн дулаан ($\text{J}, \text{кг}^{-1} \text{K}^{-1}$), Δ – усны уурын даралт ба температур хоорондын шугаман хамаарлын а итгэлцүүр (гПа K^{-1}), γ – психометрийн тогтмол (66 гПа K^{-1})

Аэродинамик эсэргүүцэл $r_w, s, \text{м}^{-1}$) нь дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ.

$$r_w = \frac{1}{C_w u_z} \quad (1.27)$$

Үүнд: u_z – газрын гадаргаас дээших z өндрийн салхины хурд (м/с), C_w - агаарын тогтворжлоор тодорхойлогдох чийгийн урсгалын итгэлцүүр, түүнийг тооцох бүдүүвчийг Louis нар 1979 онд боловсруулжээ.

Хур тунадасны хэмжээ ургамлын гадаргын шууд ууршлаас бага үед энэ ууршил (E_c , мм)-ыг дараах байдлаар тооцно.

$$E_c = f \cdot E_c^* \quad (1.28)$$

Ургамлаар дамжих ууршил (E_t , мм) нь доорх байдлаар тооцогдоно.

$$E_t = (1 - (\frac{W_i}{W_{im}})^{2/3}) \cdot E_p \left(\frac{r_w}{r_w + r_o + r_c} \right) \quad (1.29)$$

Үүнд: r_c – ургамлын бүрхэвчийн эсэргүүцэл ($s, \text{м}^{-1}$) доорх байдлаар тодорхойлогдоно.

$$r_c = \frac{r_{oc} \cdot g_T \cdot g_{vpd} \cdot g_{PAR} \cdot g_{sm}}{LAI} \quad (1.30)$$

Үүнд: r_{oc} – ургамал бүрхэвчийн хамгийн бага эсэргүүцэл ($s, \text{м}^{-1}$), g_T – температураас, g_{vpd} - дутагдал чийгээс, g_{PAR} – фотосинтезийн идэвхит цацрагаас, g_{sm} - хөрсний чийгээс тус тус хамаарах хамаарлыг тооцох итгэлцүүр

Эдгээр хүчин зүйлсийг тооцох аргыг Wigmosta нар (1994) боловсруулжээ.

Цаг хугацааны f зайцад зөвхөн ургамлаар дамжих ууршил, дараагийн f зайцад ургамлын гадаргын шууд ууршил ба ургамлаар дамжих ууршил хамт ажиглагдсан гэвэл эдгээр ууршлын нийлбэрийг дараах байдлаар олно.

$$E_t = (1 - f) E_p \left(\frac{r_w}{r_w + r_o + r_c} \right) + f \cdot (1 - (\frac{W_i}{W_{im}})^{2/3}) \cdot E_p \cdot \left(\frac{r_w}{r_w + r_o + r_c} \right) \quad (1.31)$$

Ургамлаар дамжих ууршил тухайн ургамалтай хөрсний 3 үе давхарга дахь ургамлын үндэс, тэдгээрээс дамжин явагдах ууршлын нийлбэрээр тодорхойлогдоно.

VIC загварт ус хурах талбайд унасан хур тунадас, түүнээс орон зайд жигд бус байдлаар үүсэх шууд урсацын тооцоонд Хэлбэлзэх нэвчицийн муруйг (Zhaо нар, 1980) ашиглана. Энд хур тунадас унасан талбайгаас хугацааны эхний зайцын төгсгөлд хөрсний эхний 2 давхаргаас (хөрсний хээрийн чийг багтаамшлыг давж) урсац үүснэ хэмээн үзнэ. Өнгөн хөрсний усны урсацын Арно загварыг Franchini ба Racciani, 1991; Todini, 1996 нар боловсруулжээ. Хөрсний чийг ба урсацын загварыг Liang нар (1996) дэлгэрэнгүй тайлбарлажээ.

Дээрх хөрсний чийгийн ууршлын нэгэн адил нийлбэр урсацыг дараах байдлаар тооцно.

$$Q = \sum_{n=1}^{N+1} C_n \cdot (Q_{d,n} + Q_{b,n})$$

(1.32)

Үүнд: $Q_{d,n}$ – n төрлийн газар бүрхэвч бүрийн шууд урсац, мм, $Q_{b,n}$ – n төрлийн газар бүрхэвч бүрийн өнгөн ба ул хөрсний урсац буюу суурь урсац, мм

Энэ загварт хөрсний чийгийн хажуугийн шилжилт хөдөлгөөнийг тэг хэмээн үзэж, босоо тэнхлэгийн дагуух чийгийн шилжилт, хөдөлгөөнийг нэгэн хэмжээст Ричардсын тэгшитгэлээр илэрхийлнэ.

$$\frac{\partial \theta_i}{\partial t} \cdot z_i = I - E - K(\theta) \Big|_{z_i} + D(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} \Big|_{z_i} \quad (1.33)$$

Үүнд: I - хөрсөнд нэвчих ус, чийгийн нэвчиц, мм/хоног, θ – хөрсний чийгийн агууламж, $D(\theta)$ – хөрсний чийгийн шилжилтийн (диффузи) итгэлцүүр ($\text{мм}^2 \cdot \text{хоног}^{-1}$), $K(\theta)$ – хөрсний чийгийн гидравлик хурд ($\text{мм} \cdot \text{хоног}^{-1}$), z_i – $i=1, 2$ хөрсний гүн (м)

Хөрсний дээд 2 давхаргын нийт чийгийг дараах томъёогоор илэрхийлнэ.

Нэвчицийн хэмжээ бол шууд урсац ба хур танадасны ялгавар болно. Арно загварт суурь урсацын тооцоог дараах тэгшитгэлээр хийнэ.

$$Q_b = \begin{cases} \frac{D_s D_m}{W_s \theta_s} \cdot \theta_3, & 0 \leq \theta_3 \leq W_s \theta_s \\ \frac{D_s D_m}{W_s \theta_s} \cdot \theta_3 + (D_m - \frac{D_s D_m}{W_s}) \left(\frac{\theta_3 - W_s \theta_s}{\theta_s - W_s \theta_s} \right)^2, & \theta_3 \geq W_s \theta_s \end{cases} \quad (1.34)$$

Үүнд: D_m - ул хөрсний ус ($\text{мм} \cdot \text{д}^{-1}$), D_s - D_m -ийн нэгж хэмжээ, W_s - хөрсний ханасан (θ_s) чийгээс эзлэх нэгж хэмжээ

Суурь урсацын буурцын хэмжээ хөрсний чийг ханасан чийгээс их үед шугаман бус, түүнээс бага үед шугаман хамаарлаар цаг хугацаагаар буурна.

Энергийн баланс дараах томъёогоор илэрхийлэгдэнэ.

$$R_n = H + \rho_w \lambda_v E + G \quad (1.35)$$

Үүнд: R_n – дулааны баланс ($W, \text{м}^{-2}$), H - ил дулаан ($W, \text{м}^{-2}$), $\rho_w \lambda_v E$ - ууршил, хайлалт, хөлдөлт зэрэг процессийн үед зарцуулагдах ба ялгарах дулаан, $W, \text{м}^{-2}$, G - хөрсөнд шингэх дулаан, ($W, \text{м}^{-2}$)

Ил дулааныг дараах томъёогоор тооцно.

$$H = \frac{\rho_a c_p}{r_h} (T_s - T_a) \quad (1.36)$$

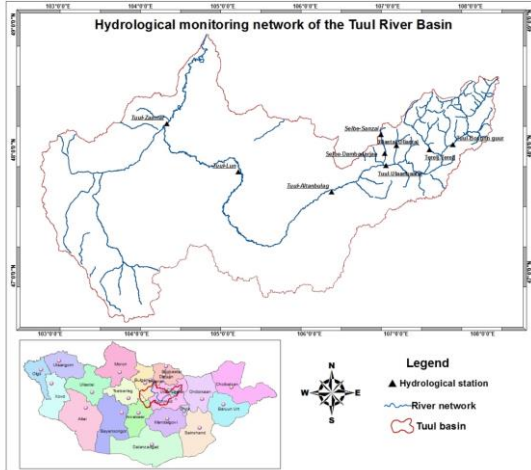
Үүнд: r_h - ил дулааны аэродинамик эсэргүүцэл ($s, \text{м}^{-1}$), T_s - газрын гадаргын температур (К) T_a - агаарын температур (К)

Хөрсний гүн рүү шилжих дулааныг дараах байдлаар олно.

$$G = \frac{k}{D_1} (T_s - T_1) \quad (1.37)$$

Үүнд: k - дулаан солилцооны параметр, ($W, m^{-1} K^{-1}$), энэ нь хөрсний шинж чанараас хамаарна. T_1 -хөрсний үе давхаргын температур, (K), D_1 -хөрсний үе давхаргын зузаан (м). T_1 -ийн тооцооны бүдүүвчийг Liang нар 1999 онд боловсруулжээ.

Загварын үр дүн: VIC загварыг Туул голын сав газарт, 10 жилийн хугацааны мэдээгээр ажиллуулж, шууд урсацыг тодорхойлов. Туул голын сав газрын ус хурах талбай 48868.4 км², сав газрын дундаж өндөр 1300 м, хэвгий 0.002, усан сүлжээний нягт 0.226 км/км² болно.



1.15 дугаар зураг. Туул голын сав газрын байрлал ба усан сүлжээ

Ашигласан мэдээ: VIC загварын оролтын мэдээнд Туул голын сав газрын 2000-2010 оны хур тунадасны мэдээг ашигласан ба хөрсний чийг болон цацрагийн мэдээг Mike загварын үр дүнгээс гарсан мэдээг нарийвчлан ашиглав.

- Урт долгионт цацраг
- Богино долгионт цацраг (WRF)
- Хур тунадас-Хөрсний чийг (AMSPR2)



make_vegetation.tgz



root_prep.tgz

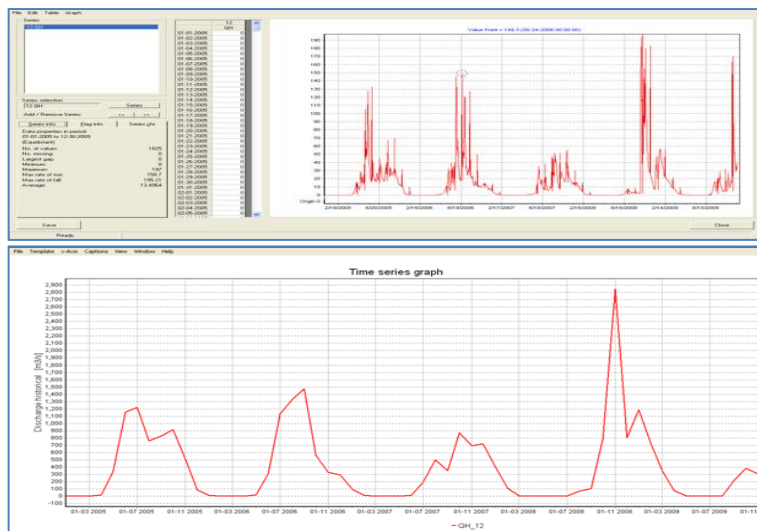


snowband_prep.tgz



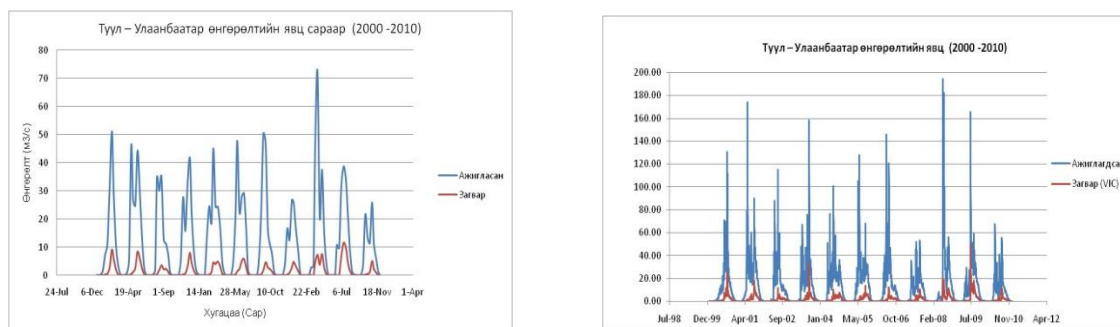
soil_param_prep.tgz

Шууд урсац: Хөрсний болон цасны хайлалтын параметрыг тогтоож тооцоонд ашиглав.

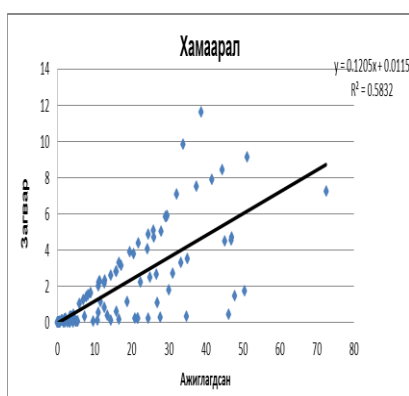


1.16 дугаар зураг. Туул гол –Улаанбаатар харуулын шууд урсац

VIC.nL дээр загвараас гарсан урсацын мэдээг сарын дундаж болгон гаргаж ажиглалтын мэдээтэй харьцуулалт хийсэн байдал (1.17 дугаар зураг).

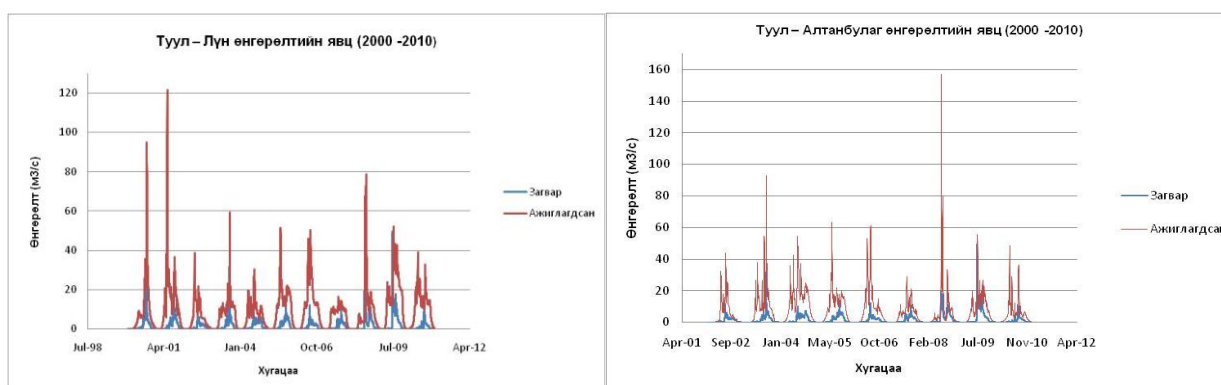


1.17 дугаар зураг. Туул голын 2000-2010 оны урсацын мэдээний харьцуулалт



1.18 дугаар зураг. Загвараар тооцсон болон бодит мэдээний хамаарал

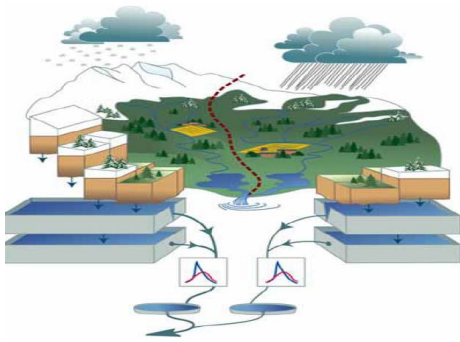
VIC загвараар тооцоолсон шууд урсац болон Туул голын сав газрын дундаж урсацын хамааралыг үзэхэд корреляцын итгэлцүүр нь 0.76 гарч байна (1.18 дугаар зураг). Туул голын сав газарт тооцоолсон дундаж урсацыг Туул – Лүн, Туул – Алтанбулаг ус судлалын харуулын 2000-2010 оны ажиглалтын мэдээтэй харьцуулав (1.19 дүгээр зураг).



1.19 дүгээр зураг. Туул голын сав газарт тооцсон дундаж урсац ба ус судлалын харуулын мэдээний харьцуулалт

1.1.4 Урсацын HbV загварын үр дүн

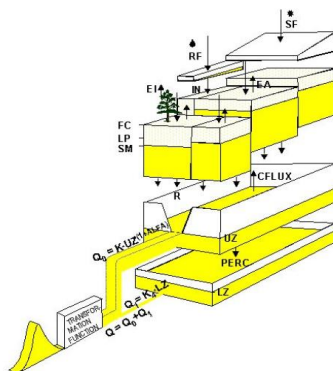
Урсацын HBV загварын параметрүүд нь өөр өөрийн физик утгыг агуулах боловч тэдгээрийг шууд хэмжиж тодорхойлоход хүндрэлтэй. Иймд эдгээр параметрийн тоон холбогдлыг тухайн загварыг зүгшрүүлэх, түүний үр дүнг бодит ажиглалтын мэдээтэй харьцуулах замаар тодорхойлно. Урсацын HBV загварын ерөнхий бүдүүвчийг 1.20 дугаар зурагт үзүүлэв. Энд байгаль дахь усны эргэц, түүний хүрээнд явагдах физик процесс ба эдгээрийг HbV загварт хэрхэн тусгасан тухай дүрслэн үзүүлэв.



1.20 дугаар зураг. Урсацын HBV загварын ерөнхий бүдүүвч ба физик процесс

HbV загвар хөрсний чийгийн хуримтлал ба шилжилт, гадаргын шууд урсац, ул хөрсний урсац бүрдэх гэсэн үндсэн 3 хэсэгтэй. Цасан бүрхүүлтэй бол цасан бүрхүүл тогтох гэсэн дөрөв дэх хэсэг нэмэгдэнэ. Хөрсний гадаргаас доош хөрс, чулуулаг, ул хөрсний уст үеийг босоо тэнхлэгийн дагуу ийнхүү хуваана. Эдгээр хэсэг тус бүр болон тэдгээр хооронд явагдах ус, чийгийн шилжилт хөдөлгөөн буюу физик процессийг загварт бүлэг тэгшитгэлээр илэрхийлнэ. Загварт орох мэдээ нь түүнээс гарах үр дүнтэй уялдаатай байна.

Урсацын HbV загварын хэсгүүд ба тэдгээр хооронд явагдах ус, чийгийн шилжилт, урсац, загвараас гарах үр дүнгийн бүдүүвчийг 1.21 дүгээр зурагт үзүүлэв.



1.1.4.1.1 1.21 дүгээр зураг. Загварын бүтэц

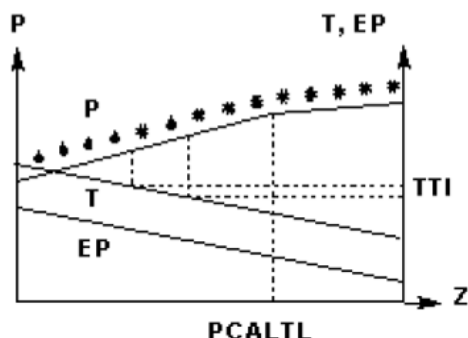
HbV загвар бол голын сав газар эсвэл түүний цутгал голуудын сав газрын хэмжээнд урсацын параметрийг нэгтгэн урсацын тооцоо хийх, үерийн урсацыг урьдчилан мэдээлэхэд зориулсан төвлөрсөн (Lumped) параметрт урсацын загвар юм. Дээрх бүдүүвчид үзүүлсэн загварын хэсэг бүрд усны эргэцийн өвөрмөц процесс явагдана. Иймээс тэдгээрийг илэрхийлэх тэгшитгэл, параметр нь өөр өөр байна. Газар орны өндөр, уулзүйн байршил, газар бүрхэвчийн онцлогтой (хөрс, ургамал, ой, газар тариалан) уялдан нийлбэр ууршил, хур тунадас, гадаргын болон газар доорх усны урсац, хөрсний чийг зэрэг усны балансын элементүүд орон зайн онцлог тархацтай байна.

HBV загварын энэ хувилбар бол төвлөрсөн параметрт буюу сав газар бүрд тооцооны параметрийн утга холбогдлыг нэгтгэж авах учраас голын сав газрыг түүний цутгал голуудын савд хуваах, цутгал голын савыг далайн түвшнээс дээш өндрөөр нь хэд хэд ялгана (Bergstrom, 2002).

Уг загварт хур тунадас, агаарын температур, ууршцын мэдээг ашиглаж голын урсацыг өдөр бүрээр тооцно. Хугацааны алхам нь ихэнхдээ нэг хоног байдаг боловч үүнээс богино хугацааны алхмыг тооцоонд ашиглаж болно.

Агаарын температурын мэдээгээр цасны хуримтлал, хайлалтыг тооцоолно (З.Мөнхцэцэг, 2011).

Зааг температураар (ТТ) хур тунадасны төлвийг тухайлбал, хур бороо эсвэл цасыг ялгана. Сав газрын дундаж өндөр ба усны баланс, уур амьсгалын элементүүд хоорондын хамаарлаар өндрийн тодорхой зайцад ногдох тэдгээрийн холбогдох үтгэ буюу шатлврыг тогтооно (1.22 дугаар зураг).



1.22 дугаар зураг. Ууршиц (EP), агаарын температур (T), хур тунадасны өндрийн хамаарал ба тэдгээрийн шатлуурыг тогтоох бүдүүвч

Хур бороо ба цасны хэмжээг дараах тэгшитгэлээр илэрхийлнэ.

$$R = P \cdot R_{FCF} \quad (1.38)$$

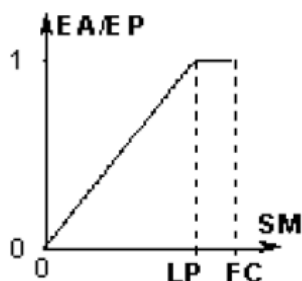
$$S = P \cdot (F_{FO} \cdot F_{OSFCF} + F_{FI}) \cdot S_{FCF} \quad (1.39)$$

Үүнд: R - хур бороо, мм, P - засварлагдсан хур бороо, R_{FCF} – хур борооны засварын итгэлцүүр, S – цас, мм, F_{OSFCF} - ойд унах цасны хэмжээг тооцох итгэлцүүр, S_{FCF} - цасны засварын итгэлцүүр

Урсацын HBV загварт хур цас, мөстөл, мөсөн голын хайлалтын параметрийг тогтоож, холбогдох мэдээг оруулж, урсацыг тооцож болно.

Нийлбэр ууршлыг Пенманы тэгшитгэлээр тооцсон ууршцын мэдээ ба температурын хазайцад дүн шинжилгээ хийх замаар үнэлж болно. Түүнийг сарын дундаж бодит ууршил ба агаарын температурын хамаарлаар тооцох арга, туршилтын томъёо бий. Хөрс чийгээр ханасан үеийн ургамал бүрхэвч, цасан бүрхүүлтэй үед ууршицтай тэнцүү хэмжээгээр бодит ууршил явагдана.

Ууршцын хэмжээ агаарын температур, хөрсний чийг, ургамлан нөмрөг, өндөр, хур тунадасны хэмжээнээс хамаарна.



1.23 дугаар зураг. Нийлбэр ууршил, ууршцын харьцаа ба хөрсний чийгийн уялдаа

Бодит буюу нийлбэр ууршлыг хөрсний тухайн үеийн чийгийн хэмжээ, ууршцаас хамааруулан дараах тэгшитгэлээр тооцно.

$$EA = \left(\frac{SM}{LP} \cdot FC \right) EP; \quad SM < LP \text{ ба } FC \quad (1.40)$$

$$EA = EP; \quad SM \geq LP \text{ ба } FC \quad (1.41)$$

Үүнд: EA - нийлбэр ууршил, мм/хугацаа, SM - хөрсний чийг, мм, LP – нийлбэр ууршил ууршцын хэмжээнд хүрэх чийгийн хязгаар, мм, FC- хөрсний хээрийн чийг багтаамшил, мм, EP – ууршиц, мм/хугацаа

Хөрсний чийг нэмэгдэж, нийлбэр ууршил ууршцын хэмжээнд хүрэх чийгийн хязгаар (LP)-ыг давах үеэс ууршицтай тэнцүү хэмжээгээр нийлбэр ууршил явагдана. Хэрэв хөрсний чийг нь бодит ууршил ууршцын хэмжээнд хүрэх чийгийн хязгаар (LP)- аас бага бол нийлбэр ууршил нь ямагт ууршцаас бага байх ба нийлбэр ууршил, ууршцын харьцаа буюу ууршлын итгэлцүүр ба хөрсний чийг хоорондоо шугаман хамааралтай байна.

Урсацын HBV загварт хөрсний чийгийн тооцоо сав газрын чийгийн хуримтлалын статистик хуваарилалтад үндэслэгдэнэ. Энэ тооцоонд BETA, LP болон FC гэсэн гурван параметр бий. BETA нь цас, мөсний хайлалт ба хур борооны мм тутмаас нэмэгдэх хөрсний чийгийн хэмжээг илэрхийлэх параметр юм.

Хөрсөнд ус нэвчиц хөрсний механик бүтэц, ус-физикийн шинж чанараас ихээхэн хамаарах ба дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэнэ.

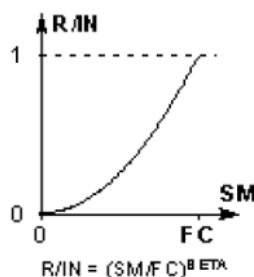
$$R_d = \max(IN + SM - FC, 0) \quad (1.42)$$

Үүнд: R_d – хөрсний ус нэвчиц, мм, IN – хур бороо, цас, мөсний хайлсан усны нэвчиц, мм

Хөрсний чийг болон нэвчицийн нийлбэр нь хөрсний хээрийн чийг багтаамшлаас бага бол хөрснөөс ус шүүрч ул хөрсний усыг тэжээхгүй. Энэхүү усны шүүрлийн хэмжээ дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэнэ.

$$R_{in} = IN \left(\frac{SM}{FC} \right)^{BETA} \quad (1.43)$$

Үүнд, R_{in} - хөрснөөс ус нэвчиж ул хөрсний усыг тэжээх хэмжээ буюу шүүрэл, (мм), BETA - цас, мөсний хайлалт ба хур борооны мм тутмаас нэмэгдэх хөрсний чийгийн хэмжээг илэрхийлэх параметр



1.24 дүгээр зураг. Хөрсний усны шүүрэл, нэвчицийн харьцаа ба хөрсний чийгийн хамаарал

Хөрсөн дэх олон тооны хялгасан гуурс (капилляр), тэдгээрийн хана ба усны гадаргын таталцлын хүчээр ул хөрсний усны түвшин өргөгдөнө. Хялгасан гуурсаар өргөгдөх усны түвшний хэмжээг дараах тэгшитгэлээр илэрхийлнэ.

$$Q_c = CFLUX * \left(FC - \frac{SM}{FC} \right) \quad (1.44)$$

Үүнд: Q_c - Хялгасан гуурсаар өргөгдөх усны түвшний хэмжээ, мм/хугацаа, CFLUX - хялгасан гуурсны ус өргөлтийн параметр, мм/хугацаа

Энэ загварын хөрсний чийгийн хэсгийн балансын тэгшитгэл дараах хэлбэртэй байна.

$$\Delta SM = IN - R_d - R_{in} + Q_c - EA \quad (1.45)$$

Хэрэв хөрс чийгээр бүрэн ханасан бол хялгасан гуурсаар усны түвшин өргөгдөхгүй.

Хур бороо орох, цас, мөс хайлах үед хөрсөнд ус нэвчиж, түүний өнгөн үе, давхрага ус чийгээр ханах явцад ус нэвчиц явагдана. Хур бороо, цас, мөс хайлах эрчим хөрсний нэвчицийг давах үед хүндийн хүчээр гадаргын хэвгий даган шууд урсац үүснэ. Гадаргын шууд урсацыг дараах тэгшитгэлээр илэрхийлнэ.

$$Q_f = k_f \cdot UZ^{(1+ALFA)} \quad (1.46)$$

Үүнд: Q_f – гадаргын шууд урсац, мм, k_f - шууд урсацын буурцын итгэлцүүр, UZ – ус хурах талбай дахь усны эзлэхүүн, мм, $ALFA$ - шууд урсацын шугаман бус итгэлцүүр

Гадаргын усны балансын тэгшитгэл дараах хэлбэртэй байна.

$$\Delta UZ = R_d + R_{in} - Q_f - Q_c - PERC \quad (1.47)$$

Үүнд: ΔUZ – ус хурах талбай дахь усны эзлэхүүний өөрчлөлт, $PERC$ - усны нийт шүүрэл

Ул хөрсний усны урсац бол харьцангуй удаан процесс. Ул хөрсний усны түвшин нэмэгдэж, газар доорх ус гол горхийг тэжээнэ. Ул хөрсний усны урсац дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэнэ.

$$Q_s = k_s \cdot LZ \quad (1.48)$$

Үүнд: Q_s – ул хөрсний ус голыг тэжээх урсацын хэмжээ, мм, LZ – Ул хөрсний усны нөөц, түвшин, м, k_s - шууд хамаарлын итгэлцүүр

Ул хөрсний усны эзлэхүүний өөрчлөлт дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ.

$$\Delta LZ = Q_{perc} - Q_s \quad (1.49)$$

Үүнд: ΔLZ – ул хөрсний усны эзлэхүүний өөрчлөлт, Q_{perc} – усны шүүрэл, мм/хугацаа

Сав газар дахь цаг уурын цөөн тооны өртөөний мэдээгээр хур тунадас ба газар орны өндрийн хамаарал байгуулж, өндрийн 100 м тутамд хур тунадас нэмэгдэх хэмжээ буюу хур тунадасны шатлуур ба цаг уурын өртөөний өндөр, мэдээгээр сав газрын бусад өндөр дэх хур тунадсыг тодорхойлно. Үүнд хур тунадасны өндрийн хамаарлын дараах тэгшитгэлийг хэрэглэнэ.

$$P = P_{obs} \cdot (1 + PCALT \cdot DEP) \quad (1.50)$$

Үүнд: P – тухайн өндөр дэх хур тунадас, мм, P_{obs} - ажигласан хур тунадас, мм, $PCALT$ - сав газарт хур тунадасны хэмжээг тогтоох цэгийн өндөр ба хур тунадасны ажиглалтыг хийж буй цаг уурын өртөөний хоорондох өндрийн ялгавар, 100м өндөр тутмын тоо, DEP – 100 м өндөр тутмын хур тунадасны шатлуур (мм/100 м)

Хур тунадасны ажиглалтын мэдээ хангалтгүй тохиолдолд цутгал голуудын савд хур тунадасны тархацыг ойролцоогоор тооцоолох шаардлага гарна. Хур тунадасны тархацыг тогтоох, интерполяци хийх хамгийн энгийн арга бол арифметик дундаж, Тиссен полигоны арга гэх мэт болно.

Загварт агаарын температурын мэдээг цасан бүрхүүл хайлах хугацаа, хур тунадасны төлөв, ууршцыг тооцоход хэрэглэнэ. Сав газар дахь цаг уурын цөөн тооны өртөөний мэдээгээр агаарын температур ба газар орны өндрийн хамаарал байгуулж, өндрийн 100 м тутамд агаарын температурын буурах хэмжээ буюу температурын шатлуур ба цаг уурын өртөөний өндөр, мэдээгээр сав газрын

бусад өндөр дэх температурыг тодорхойлно. Үүнд агаарын температурын өндрийн хамаарлын дараах тэгшитгэлийг хэрэглэнэ.

$$T = T_{\text{obs}} - \text{TCALT} \cdot \text{DET} \quad (1.51)$$

Үүнд: T - тухайн өндөр дэх агаарын температур, °C, T_{obs} - ажигласан агаарын температур, °C, TCALT - сав газар дахь агаарын температурыг тогтоох цэгийн өндөр ба агаарын температурын ажиглалтыг хийж буй цаг уурын өртөөний хоорондох өндрийн ялгавар, 100 м өндөр тутмын тоо, DET - 100 м өндөр тутмын агаарын температур шатлуур, °C/100м

Загварт бодит нийлбэр ууршлыг тооцоход ууршцын тооцоо хийх хэрэгтэй болно. Дээрх хур тунадас ба температурын нэгэн адил ууршцын орон зайн тархацад ойн талбайг тооцон интерполяци хийх шаардлага гарна. Сав газар дахь цаг уурын цөөн тооны өртөөний мэдээгээр ууршиц ба газар орны өндрийн хамаарал байгуулж, өндрийн 100 м тутамд ууршцын буурах хэмжээ буюу түүний шатлуур ба цаг уурын өртөөний өндөр, мэдээгээр сав газрын бусад өндөр дэх ууршцыг тодорхойлно. Үүнд ууршцын өндрийн хамаарлын дараах тэгшитгэлийг хэрэглэнэ. Ууршцын сарын дундаж болон хоногийн мэдээг хэрэглэнэ.

$$ET_{\text{pot}} = ET_{\text{pot,obs}} \cdot (\text{FFO} \cdot \text{CEVPFO} + \text{FFI}) \cdot (1 - \text{ECALT} \cdot \text{DEE}) \quad (1.52)$$

Үүнд: ET_{pot} - тухайн өндөр дэх ууршиц, мм, ET_{pot,obs} - ажигласан ууршиц, мм, FFO – ойтой талбайн нэгж хэмжээ, FFI - ойн талбай, CEVPFO - ойн талбайн ууршцыг тооцох итгэлцүүр (15 орчим хувь их), ECALT - сав газар дахь ууршцыг тогтоох цэгийн өндөр ба ууршцын ажиглалтыг хийж буй цаг уурын өртөөний хоорондох өндрийн ялгавар, 100 м өндөр тутмын тоо, DEE - 100 м өндөр тутмын ууршцын шатлуур, мм/100 м

Загварт ашиглагдаж байгаа параметрууд нь өөр өөрийн физик утгыг агуулдаг бөгөөд зарим тохиолдолд эдгээр параметруудийг шууд хэмжилтийн аргаар тодорхойлох боломжгүй байдаг.

Урсацын HBV загварын параметруудийг зөв үнэлж загварыг зүгшрүүлнэ. Загварын зүгшрүүлэлт нь загварын үр дүн бодит ажиглалтын мэдээтэй хамгийн сайн таарч байхаар загварын параметрийг тодорхойлж өгөх явдал юм.

1.10 дугаар хүснэгт. Загварын параметр ба түүний тодорхойлолт

Д/д	Параметрын тэмдэглэгээ	Параметрын утга /хязгаар/	Нэгж	Тайлбар
Тогтмол параметр				
1	ECALT	Тооцож гаргана.	мм/100м	Өндрийн 100 м тутмын ууршцын шатлуур
2	PCALT	Тооцож гаргана.	мм/100м	Өндрийн 100 м тутмын хур тунадасны шатлуур
3	TCALT	Тооцож гаргана.	°C/100 м	Өндрийн 100 м тутмын агаарын температурын шатлуур
4	TT	-5 – 5	°C	Хур тунадасны төлвийг тогтоох зааг температур
5	TTI	-1 – 4	°C	Температурын хязгаар (TTI) нь нойтон цас орох нөхцөл
6	Upper T	Тооцож гаргана.	°C	Температурын дээд хязгаар утга
7	Lower T	Тооцож гаргана.	°C	Температурын доод хязгаар утга
8	CFMAX	1 – 10	мм/°C	Хайлсан цасны урсацын параметр
9	WHC	0-0.2	мм	Цасны нөөц ус (d.v. 0.1)
10	CFR	0-0.1	мм/°C	Хөлдөлтийн фактор (d.v. 0.05)
Хувьсах параметр				
11	FC	50 – 800	мм	Хөрсний хээрийн чийг багтаамшил
12	Beta	1 – 6	[-]	Цас, мөсний хайлалт ба хур борооны мм тутмаас нэмэгдэх хөрсний чийгийн хэмжээ
13	LP	0.1 – 1	%	Бодит ууршил ууршцын хэмжээнд хүрэх чийгийн хязгаар
14	CFLUX	0.1 – 3	[ммхоног ⁻¹]	хялгасан гуурсны ус өргөлтийн параметр, (мм/ хугацаа)
15	PERC	0 – 10	[ммхоног ⁻¹]	Усны нийт шүүрэл
16	Kf	0 – 0.75	[хоног ⁻¹]	Шууд урсацын буурцын параметр

17	Ks	0 – 0.5	[хоног ⁻¹]	Ул хөрсний усны урсацын буурцын параметр
18	ALPHA	0.1 -2.5	[-]	шууд урсацын шугаман бус итгэлцүүр

Загварын параметрийн утгыг зөв үнэлэхийн тулд тэдгээрийн хязгаар утгыг тодорхойлох нь нэн чухал юм. Хязгаар утга гэдэг нь тухайн параметрийн хамгийн их ба бага утга болно. Судлаачид байгаль, уур амьсгалын янз бүрийн нөхцөлд эдгээр параметрийн хязгаар утгыг тодорхойлжээ (1.11 дүгээр хүснэгт).

Урсацын HbV загварын параметруудийн анхны хязгаарын утгыг доорх хүснэгтээс харж болно. Параметрийн анхны утгыг хүснэгтэд үзүүлсэн хамгийн их, бага утга хооронд сонгон авах бөгөөд анхны утга нь хамгийн их болон бага утгатай тэнцүү байж болно.

1.11 дүгээр хүснэгт. HbV загварын параметрийн хязгаар утгын судалгааны үр дүн

Reference	Region	FC	BETA	LP	Alfa	Kf	Ks	CFLUX	PERC
		[MM]	[-]	[-]	[-]	[day ⁻¹]	[day ⁻¹]	[MM/day ⁻¹]	[MM/day ⁻¹]
Bergstrom (1990)	Sweden	100-300	1.0-4.0	0.50-1.0	-	-	-	-	-
Booij (2005)	Meuse	100-660	1.0-3.0	0.2-0.8	0.1-1.9	0.06-0.17	-	-	-
Default HBV - 96, SMHI (1997)	-	200	2	0.9	1	0.17	-	1	-
Diermanse (2001)	Mosel, Germany	0-580	3	0.8	-	-	0.01	-	0.6
Harlin and Kung	Sweden	50-274	1.0-5.9	0.73-1.0	-	-	0.08-0.05	-	0.6-2.1
Killingtveit and Saethun (1995)	Various	75-300	1.0-4.0	0.7-1.0	-	-	0.0005-0.002	-	0.6-1.0
Liden and Harlin (2000)	Various	400-800	1.0-6.0	0.50-1.0	0-3.0	-	0.005-0.1	0.1-1.0	0.2-5
Seibert (1999)	Sweden	50-500	1.0-6.0	0.30-1.0	-	-	0.001-0.15	-	0.0-6.0
Velner (2000)	Ourthe, Belgium	180	1.8	0.66	1.1	-	0.023	-	0.4
Deckers (2006)	UK	125-800	1.0-4.0	0.1-1.0	0.1-3.0	0.005-0.15	0.0005-0.15	-	0.1-2.5

HbV загварын таарцыг урсацын загварт өргөн ашигладаг Nash & Sutcliff-ийн шалгуураар ихэвчлэн үнэлнэ. Энэ нь дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ.

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{sim}(i) - Q_{obs}(i))^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}(i) - \bar{Q}_{obs})^2} \bar{Q}_{obs} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{obs}(i) \quad (1.53)$$

Үүнд: E- таарцын шалгуур, Q_{sim} - загвараар тооцсон урсац, Q_{obs} – ажигласан урсац, \bar{Q}_{obs} - ажигласан урсацын дундаж

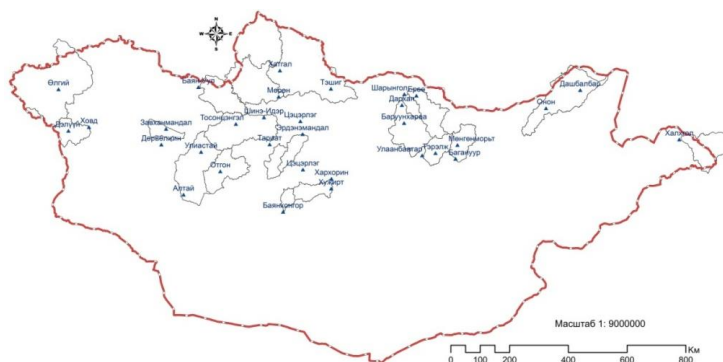
Энэ шалгуурын утга 1 ба хасах хязгааргүй утгын хооронд хэлбэлзэх ба шалгуурын утга 1 рүү дөхөх тутам урсацын загварын таарц сайн болохыг илтгэнэ. Хэрэв энэхүү утга 1-ээс доош буурвал голын тооцсон болон ажигласан өнгөрөлтийн таарц бага байна. Энэ шалгуурт тооцсон болон ажигласан өнгөрөлтийн ялгаврын квадратыг хэрэглэдэг нь энэ аргын дутагдалтай тал болно. Тооцсон их урсац загварын таарцад шийдвэрлэх нөлөө үзүүлдэгт гол учир оршино. Иймээс ажигласан болон тооцсон урсацын мэдээг логарифмчлах эсвэл урсацын тодорхой хязгаар авч түүний хүрээнд үнэлгээ хийх байдлаар таарцын үнэлгээг сайжруулж, дүн шинжилгээ хийж болно.

Загварын таарцыг үнэлэх өөр нэг арга бол эзлэхүүний харьцангуй алдаа (Relative volume error) юм. Энэ арга нь тооцсон болон ажигласан урсацын хэмжээг хооронд нь жишихэд үндэслэгдсэн бөгөөд дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэнэ.

$$RVE = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{sim}(i) - Q_{obs}(i))}{\sum_{i=1}^n Q_{obs}(i)} \quad (1.54)$$

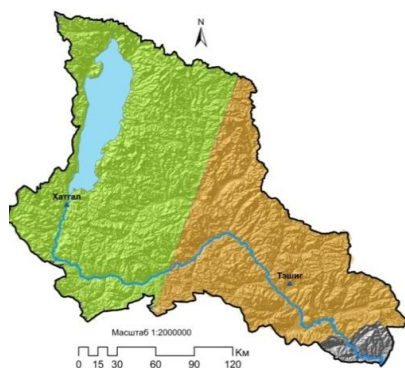
Тэгшитгэлийн харьцааны хүртвэрт сөрөг тэмдгийг эс тооцдогт энэ аргын дутагдал оршино. Иймд энэ арга нь дан ганцаараа хэрэглэгдэх нь ховор бөгөөд өөр аргатай хослуулан хэрэглэх нь чухал ач холбогдолтой юм. Энэ аргыг ихэнхдээ Нэшийн аргатай хамт хэрэглэдэг. Энэ хослол нь үнэлгээний аргын сонгодог жишээ юм.

Оролтын мэдээ: Уг загварт хур тунадас, агаарын температур, ууршцын мэдээг ашиглаж голын усны өнгөрөлтийг хоног бүрээр тооцно. Загварын оролтын мэдээг цаг уурын өртөөний олон жилийн цуваа мэдээг ашиглан бэлтгэв. Эдгээр харуул, өртөөд ус, цаг уурын ажиглалтыг тасралтгүй хийсээр байна. Тооцоонд ашигласан мэдээний Ус, цаг уурын өртөөний байршлыг доорх зурагт үзүүлэв.



1.25 дугар зураг. Цаг уурын өртөөний байршил

NbV загварт хур тунадсыг сонгосон цаг уурын өртөөний хоногийн хур тунадасны мэдээг сав газрын дунджид шилжүүлж тооцно. Сав газрын дундаж хур тунадсыг Тиссений полигоны аргаар тооцов. Энэ арга нь хур тунадас ажигласан цэг тухайн полигоны төвд байхаар сав газрыг дэд хэсэгт хуваана. Үүний тулд хур тунадас хэмждэг өртөөг хооронд нь шулуун шугамаар холбож, холбосон шугамд перпендикуляр шугам татах зэргээр хэсэгт хуваана. Эг голын жишээг 1.26 дугаар зурагт үзүүлэв.



1.26 дугаар зураг. Эг голын сав газрыг Тиссений полигоны аргаар хуваасан байдал

Сав газрын дундаж хур тунадсыг Тиссений полигоны аргаар дараах байдлаар тодорхойлно.

$$P = \sum W_i \cdot P_i \quad (1.55)$$

Үүнд: P- Сав газрын дундаж хур тунадас, W_i –хур тунадасны ажиглалттай тухайн хэсгийн талбайн сав газрын нийт талбайд эзлэх хувь, P_i – хур тунадасны ажиглалттай хэсэг тус бүр дэх хур тунадас

Урсацын HbV загварын оролтын мэдээний хамгийн чухал нь нийлбэр ууршил ба ууршцын мэдээ юм. Манай орны хувьд ууршцын мэдээ дутмаг байдаг тул бид Пенман-Монтейзын тэгшитгэл ашиглан тооцов.

Пенман-Монтейзын тэгшитгэл: 1990 онд Дэлхийн хүнс хөдөө аж ахуйн байгууллагаас ууршцыг тодорхойлох тооцооны болон хэмжилтийн 20 аргыг нэгтгэн судалж, үзээд хөрс, ургамал бүрхэвчээс уурших ууршцыг тооцоолоход Пенман-Монтейз нарын тэгшитгэл хамгийн нарийвчлал сайтай гэсэн дүгнэлтийг гаргажээ [Martin Smith and et.al, 1992]. 1948 онд Пенман анх газар болон усан гадаргын ууршцын томъёог боловсруулжээ. Ууршиц дараах хоёр үндсэн физик нөхцлөөс хамаарна. Үүнд:

1. Усыг уур болгон хувиргахад шаардагдах ууршилд зарцуулах дулаан, түүний эх үүсвэр нь нарны энерги байна.
2. Ууршсан усны уурыг агаар мандалд зөөх турбулент хөдөлгөөн нь салхи болон агаарын чийгшлээс хамаарна.

Пенманы томъёогоор тооцсон ууршиц нь бодит хэмжээнээс их болохыг эрдэмтэд тогтоогоод түүнд засвар хийсэн байна. Монтейз усны уурын турбулент шилжилтэд ургамлын болон аэродинамик эсэргүүцлийн тухай ойлголтыг оруулж ирсэн бөгөөд 1965 онд Пенман-Монтейз нарын тэгшитгэлийг гаргажээ.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1.56)$$

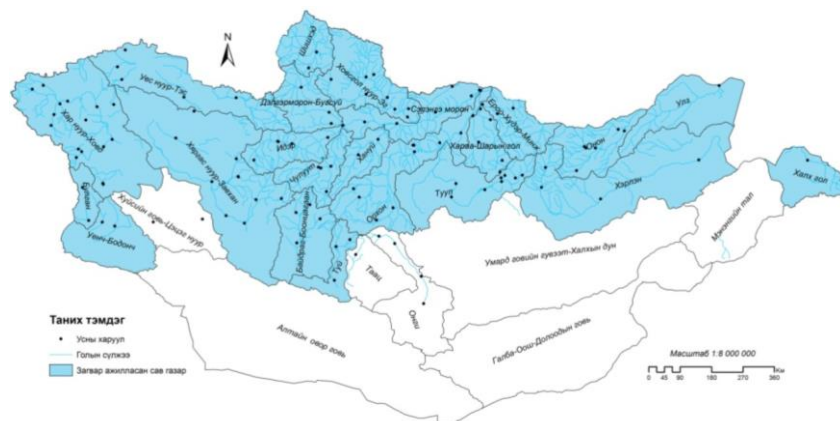
Үүнд: ET_0 – Ууршиц, мм/хоног, R_{net} – ургамал бүрхэвчийн гадарга дээр тусгах цацрагийн баланс, $Mж/м^2$ -өдөр, G – хөрсөнд шингэх дулаан, $Mж/м^2$ -хоног, T – хоногийн дундаж агаарын температур, $^{\circ}C$, u_2 – 2 м-ын өндөр дэх салхины хурд, м/с, $e_s - e_a$ - дутагдал чийг, гПа, Δ - дутагдал чийгийн муруйн налуу, гПа/ $^{\circ}C$, g – Психрометрийн тогтмол, гПа $^{\circ}C$, 900 – хөрвүүлэх үржвэр



Пенман-Монтейз нарын тэгшитгэл ба тооцооны InStat+ v3.36 программ хангамжийн ууршцын модуль [Roger SteRnet and Joan Knock, 1998]-ийг ашиглан тооцоог хийв.

Энэ программаар хоног, сар болон жилийн дундаж ууршцыг тооцох боломжтой.

Мэдээ бүрдүүлэлт: Урсацын HbV загварыг Монгол орны гол мөрний 29 сав газарт ажиллуулах зорилготой болно. Сэлэнгэ мөрний сав газарт Эг, Дэлгэрмөрөн, Идэр, Чулуут, Хануй, Орхон, Туул, Хараа, Шарын гол, Ерөө зэрэг томоохон гол мөрд багтана. Эдгээр голуудад урсацын загварыг зүгшрүүлсэн болон баталгаажуулсан үр дүнг тусгав (1.27 дугаар зураг).



1.27 дугаар зураг. HbV загвараар тооцоо хийсэн голын сав газрууд

Урсацын HbV загварыг ажиллуулахад агаарын температур, хур тунадас, ууршцын мэдээ шаардагдана. Дээрх сав газар дахь ус судлалын харуулуудын хоногийн өнгөрөлтийн мэдээг ашиглав (1.12 дугаар хүснэгт).

1.12 дугаар хүснэгт. Ус судлалын харуулын мэдээ

№	Харуулын нэр	Хэмжилтийн цуваа		Хэмжилт тасарсан он	нэгж
1	Эг-Хантай	1978	2012	1978,1984,1985,1991, 1992, 2006	м ³ /сек
2	Мөрөн-Мөрөн	1947	2012	1947, 1948, 1949, 1957	м ³ /сек
3	Чулуут-Өндөр-Улаан	1977	2012	-	м ³ /сек
4	Халх гол-Сүмбэр	1978	2012	1989	м ³ /сек
5	Тэс-Баян-Уул	1978	2011	1991, 1992, 1994-2001	м ³ /сек
6	Идэр-Зүрх	1959	2012	-	м ³ /сек
7	Ерөө-Дулаанхаан	1982	2012	1993, 1994, 1998, 2000	м ³ /сек
8	Шарын гол-Жимс станц	1977	2012	1989	м ³ /сек
9	Завхан-Алдархаан	1978	2012	1979-1981, 1985, 1987-2001, 2004	м ³ /сек
10	Завхан-Гуулин	1971	2012	1972, 1982-1988, 1990-1996	м ³ /сек
11	Түй-Баянхонгор	1978	2012	1994	м ³ /сек
12	Хануй-Эрдэнэмандал	1978	2012	1992, 1994	м ³ /сек
13	Орхон-Хархорин	1970	2012	-	м ³ /сек
14	Туул-Улаанбаатар	1945	2012	-	м ³ /сек
15	Ховд-Баяннуур	1978	2012	1993-1996	м ³ /сек
16	Хараа-Дархан	1989	2012	1989	м ³ /сек
17	Хэрлэн-Багануур	1978	2012	1985, 1988, 1989, 1990	м ³ /сек
18	Улз-Эрэнцав	1968	2005	1991, 1993	м ³ /сек
19	Буянт-Ховд	1967	2012	1970, 1972, 1978, 1979	м ³ /сек
20	Чигэртэй-Дэлүүн	1991	2012	1992-2002	м ³ /сек
21	Буянт-Дэлүүн	1974	2012	-	м ³ /сек
22	Ганцмод-Дэлүүн	1991	2012	-	м ³ /сек
23	Хүнгүй-Ургамал	1973	2012	1973, 1991, 1992, 1995-1997, 2000, 2001, 2003, 2005, 2008	м ³ /сек
24	Онон-Биндэр	1971	2012	-	м ³ /сек
25	Тэрэлж-Тэрэлж	1982	2013	-	м ³ /сек
26	Шишхэд-Ренчинлхүмбэ	1983	2008	-	м ³ /сек
27	Бодонч-Бодонч	1983	2012	-	м ³ /сек
28	Булган-Байтаг	1969	2012	1972, 1973, 1982	м ³ /сек
29	Байдраг-Баянбүрд	1978	2008	-	м ³ /сек

Загварын цаг уурын мэдээнд доорх өртөөдийн агаарын температур, хур тунадасны хоногийн хэмжилтийн мэдээ, ууршил бодоход ашиглагдах салхины хурд, харьцангуй чийг, нарны гийгүүллийн үргэлжлэх хугацаа зэрэг мэдээг хоног бүрээр авч боловсруулалтыг хийв (1.13 дугаар хүснэгт).

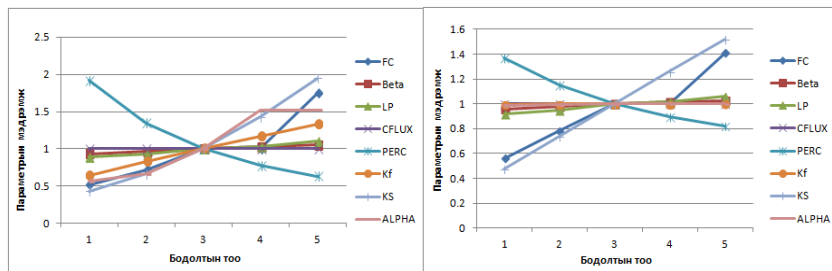
1.13 дугаар хүснэгт. Цаг уурын станцын мэдээ

№	Усны харуул	№	Станцын нэр	Хэмжилтийн цуваа							
				Агаарын температур		Хур тунадас		Салхины хурд		Харьцангуй чийг	
1	Эг-Хантай	1	Хатгал	1963	2013	1963	2013	1963	2013	1963	2013
		2	Тэшиг	2003	2013	2000	2013	2003	2013	2003	2013
2	Дэлгэрмөрөн	3	Мөрөн	1954	2013	1941	2013	1954	2013	1954	2013
2	Чулуут-Өндөр-Улаан	4	Тариат	1969	2013	1970	2013	1970	2013	1970	2013
		5	Халх гол	1961	2013	1961	2013	1961	2013	1961	2013
5	Тэс-Баян-Уул	6	Цэцэрлэг	1984	2013	1984	2013	1984	2013	1984	2013
		7	Баян-Уул	1970	2013	1970	2013	1970	2013	1970	2013
6	Идэр-Зүрх	8	Тосонцэнгэл	1964	2013	1964	2013	1964	2013	1964	2013
		9	Шинэ-Идэр	2003	2013	2003	2013	2003	2013	2003	2013
7	Хануй-Эрдэнэмандал	10	Цэцэрлэг	1936	2013	1936	2013	1936	2013	1936	2013
		11	Эрдэнэмандал	1964	2013	1964	2013	1964	2013	1964	2013
8	Орхон-Хархорин	12	Хархорин	1992	2013	1992	2013	1992	2013	1993	2013
		13	Хужирт	1980	2013	1980	2013	1980	2013	1980	2013
9	Туул-Улаанбаатар	14	Улаанбаатар	1964	2013	1964	2013	1964	2013	1964	2013
		15	Тэрэлж	1986	2013	1986	2013	1986	2013	1986	2013
10	Ховд-Баяннуур	16	Өлгий	1958	2013	1958	2013	1958	2013	1958	2013

		17	Алтай	2000	2013	2000	2013	2000	2013	2000	2013
11	Хараа-Дархан	18	Дархан	1984	2013	1984	2013	1984	2013	1984	2013
		19	Баруунхараа	1940	2013	1940	2013	1940	2013	1940	2013
		20	Ерөө	1960	2013	1960	2013	1960	2013	1960	2013
12	Ерөө-Дулаанхаан	21	Шарын гол	2000	2013	2000	2013	2000	2013	2000	2013
13	Шарын гол-Жимс станц	22	Мөнгөнморьт	1993	2013	1993	2013	1993	2013	1993	2013
		23	Багануур	1993	2013	1993	2013	1993	2013	1993	2013
14	Хэрлэн-Багануур	24	Дашбалбар	1975	2013	1975	2013	1975	2013	1975	2013
		25	Онон	1994	2013	1994	2013	1994	2013	1994	2013
15	Улз-Эрээнцав	26	Отгон	2000	2013	2000	2013	2000	2013	2000	2013
		27	Дөрвөлжин	1962	2013	1962	2013	1962	2013	1962	2013
		28	Улиастай	1937	2013	1937	2013	1937	2013	1937	2013
16	Завхан-Дөрвөлжин	29	Баянхонгор	1962	2013	1962	2013	1962	2013	1962	2013
		30	Ховд	1936	2013	1936	2013	1936	2013	1936	2013
17	Түй-Баянхонгор	31	Дэлүүн	1993	2013	1993	2013	1993	2013	1993	2013
		32	Дэлүүн	1993	2013	1993	2013	1993	2013	1993	2013
18	Буянт-Ховд	33	Дэлүүн	1993	2013	1993	2013	1993	2013	1993	2013
		34	Дэлүүн	1993	2013	1993	2013	1993	2013	1993	2013
19	Чигэртэй-Дэлүүн	35	Завханмандал	2009	2013	2009	2013	2009	2013	2009	2013
20	Буянт-Дэлүүн	36	Отгон	2000	2013	2000	2013	2000	2013	2000	2013
21	Ганцмод-Дэлүүн	37	Биндэр	1940	2014	1940	2014	1940	2014	1940	2014
22	Хүнгүй-Ургамал	38	Тэрэлж	1986	2013	1986	2013	1986	2013	1986	2013
23	Завхан-Гуулин	39	Ренчинлхүмбэ	1973	2014	1973	2014	1973	2014	1973	2014
24	Онон-Биндэр	40	Мөнххайрхан	1993	2014	1993	2014	1993	2014	1993	2014
25	Тэрэлж-Тэрэлж	41	Байтаг	1962	2014	1962	2014	1962	2014	1962	2014
		42	Дөчинжил	1976	2014	1976	2014	1976	2014	1976	2014
26	Шишхэд-Ренчинлхүмбэ	43	Байдраг	1961	2014	1961	2014	1961	2014	1961	2014
		44	Галуут	1956	2014	1956	2014	1956	2014	1956	2014

Загварын параметр: Голуудын сав газарт зүгширсэн параметруудын утгыг бүсчлэн доорх хүснэгтэд үзүүлэв.

Параметруудын утгыг үнэлэх явцад загварын зүгшрүүлэлтийн явцыг хөнгөвчлөх үүднээс уг сав газарт хамгийн мэдрэмтгий болох параметруудийг мэдрэмтгий байдлын шинжилгээгээр тогтоов. Голын сав газарт ихэвчлэн усны нийт шүүрэл буюу PERC, ул хөрсний усны урсацын буурцын параметр буюу K_s, хөрсний хээрийн чийг багтаамшил буюу FC зэрэг параметрууд хамгийн их хэлбэлзэлтэй байна (1.28 дугаар зураг).



1.28 дугаар зураг. Голын сав газруудад параметруудын мэдрэмтгий байдлын шинжилгээний дүн

Д/д	Гол	Харуул	ТТ	ТТ1	ДТТМ	CFMAX	WNC	CFR	FC	LP	Beta	PERC	CFLUX	ALPHA	Kf	Ks
Өндөр уулын бүс																
1	Эг	Хантай	-3.00	5.00	1.00	0.10	0.70	0.08	550	0.99	3.20	8.00	3.25	2.12	0.10	0.02
2	Ерөө	Дулаанхаан	0.23	4.24	2.46	8.65	0.24	0.14	540	0.24	1.66	9.66	0.24	2.13	0.03	0.03
3	Шарын гол	Жимс	-1.00	9.66	6.99	9.56	0.20	0.09	680	0.10	1.66	7.65	2.65	2.13	0.02	0.04
4	Завхан	Алдархаан	4.57	3.66	2.66	7.57	0.12	0.10	970	0.33	0.99	2.36	2.66	2.50	0.63	0.03
5	Завхан	Гуулин	3.21	-6.53	4.33	6.87	0.30	0.07	450	0.85	0.99	7.22	2.65	3.00	0.65	0.07
6	Түй	Баянхонгор	0.00	2.10	1.99	0.40	0.10	0.05	270	0.01	0.30	9.50	0.01	0.01	0.05	0.00
7	Шишхэд	Ренчинлхүмбэ	-2.13	3.652	-2.32	1.266	0.033	0.235	200	4.650	1.600	1.100	3.000	0.230	0.000	0.050
Ойт хээрийн бүс																
8	Дэлгэрмөрөн	Мөрөн	7.33	5.62	1.23	5.00	0.60	0.10	880	0.36	1.66	8.33	2.30	0.10	0.01	0.04
9	Чулуут	Өндөр-Улаан	1.49	2.46	6.99	9.56	1.00	0.08	150	0.57	1.60	13.00	2.98	2.40	0.02	0.10
10	Идэр	Зүрх	10.36	10.00	-2.36	12.50	0.01	0.10	250	0.04	0.86	5.32	4.33	1.65	0.24	0.04
11	Хануй	Эрдэнэмандал	10.36	1.57	-2.36	1.86	0.11	0.09	950	0.03	0.99	5.24	4.33	0.96	0.36	0.02
12	Орхон	Хархорин	-2.33	1.33	11.33	13.26	0.20	0.09	1200	0.10	0.98	13.26	6.60	3.65	0.69	0.05
13	Туул	Улаанбаатар	4.59	0.10	1.02	5.33	0.20	0.03	399	1.00	3.24	7.25	6.36	3.26	0.97	0.10
14	Тэс	Баян-Уул	6.35	1.24	-2.36	7.25	0.36	0.24	400	0.03	0.80	6.33	3.45	0.50	0.68	0.03
15	Ховд	Баяннуур	3.27	-2.33	7.00	8.66	0.20	0.14	680	1.00	0.57	8.66	3.27	3.27	0.87	0.03
16	Хараа	Дархан	-2.33	1.33	11.33	13.26	0.20	0.09	1200	0.10	0.98	13.26	6.60	3.65	0.69	0.05
17	Халх гол	Сүмбэр	8.24	1.01	1.33	8.00	0.20	0.00	660	0.42	1.66	6.25	3.23	0.33	0.01	0.04

18	Хэрлэн	Багануур	1.10	2.12	3.56	7.13	0.65	1.47	800	1.28	3.24	8.65	2.46	4.65	1.35	0.07
19	Улз	Эрэнцав	3.56	0.33	-2.36	5.98	0.12	0.15	450	0.03	1.12	6.33	2.32	0.24	0.10	0.02
20	Буянт	Ховд	0.00	-1.66	4.12	8.43	0.01	0.10	950	0.50	1.02	9.27	3.26	0.52	0.62	0.02
21	Чигэртэй	Дэлүүн	-1.24	1.68	3.68	1.02	0.64	0.10	450	0.98	0.25	9.59	2.35	2.01	0.25	0.06
22	Буянт	Дэлүүн	-0.23	0.12	4.12	2.15	0.33	0.10	250	3.21	1.63	8.24	0.33	1.35	0.75	0.06
23	Ганцмод	Дэлүүн	-1.00	0.33	-2.68	6.90	0.13	0.10	400	0.40	4.13	9.68	0.33	0.60	0.69	0.10
24	Онон	Биндэр	4.13	2.33	-3.25	3.24	0.17	0.15	800	0.04	1.60	12.23	2.99	0.09	0.03	0.05
25	Тэрэлж	Тэрэлж	3.56	0.33	-2.36	5.98	0.12	0.15	450	0.02	6.33	3.65	0.90	0.01	0.00	0.05
26	Булган	Байтаг	6.66	2.33	-3.25	3.24	0.17	0.15	200	0.85	1.60	1.10	3.00	0.23	0.00	0.05
Тал хээрийн бүс																
27	Хүнгүй	Ургамал	-8.65	7.33	11.33	13.26	0.20	0.09	600	0.16	0.83	6.24	2.66	1.99	0.46	0.03
28	Бодонч	Бодонч	2.32	2.33	3.24	4.33	0.65	1.33	350	0.18	1.02	8.24	3.24	1.33	0.09	0.04
29	Байдраг	Баянбүрд	3.24	1.22	2.50	2.32	0.45	1.10	450	0.07	1.02	8.24	3.24	1.33	0.13	0.05

1.14 дүгээр хүснэгт. Зүгширсэн параметруудын утга

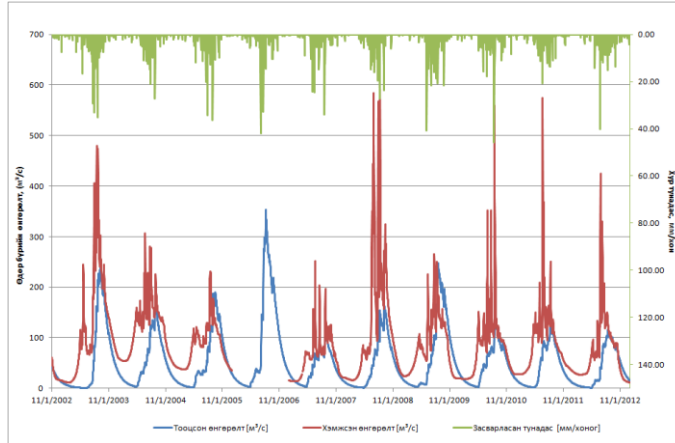
Загварын таарц: Голын сав газруудад ажигласан болон тооцсон өнгөрөлтийн таарцын үнэлгээг дараах хүснэгтэд үзүүлэв.

1.15 дугаар хүснэгт. Загварын таарцын үнэлгээ

Д/д	Гол	Харуул	Зүгшрүүлэлт				Баталгаажуулалт			
			Хугацааны цуваа	NS	R	RVE	Хугацааны цуваа	NS	R	RVE
Өндөр уулын бүс										
1	Эг	Хантай	2002-2006	0.18	0.42	-0.18	2007-2012	0.20	0.44	-0.14
2	Ерөө	Дулаанхаан	2001-2004	0.32	0.56	-0.24	2005-2011	0.27	0.52	0.00
3	Шарын гол	Жимс	1999-2005	0.36	0.60	-0.15	2006-2012	0.10	0.30	-0.26
4	Завхан	Алдархаан	2002-2005	0.61	0.78	-0.28	2006-2012	0.43	0.65	-0.10
5	Завхан	Гуулин	2000-2005	0.48	0.70	-0.22	2006-2012	0.57	0.76	-0.23
6	Түй	Баянхонгор	2001-2004	0.42	0.60	-0.24	2005-2009	0.46	0.68	0.03
7	Шишхэд	Ренчинлхүмбэ	1983-1997	0.38	0.62	-0.15	1998-2008	0.42	0.65	0.09
Ойт хээрийн бүс										
8	Дэлгэрмөрөн	Мөрөн	1990-2000	0.00	0.05	-0.21	2001-2012	0.03	0.16	-0.15
9	Чулуут	Өндөр-Улаан	1980-1996	0.20	0.44	-0.13	1997-2012	0.50	0.70	-0.28
10	Идэр	Зүрх	2003-2007	0.47	0.69	-0.29	2008-2012	0.50	0.71	-0.24
11	Хануй	Эрдэнэмандал	1999-2005	0.42	0.65	-0.33	2006-2010	0.29	0.54	-0.29
12	Орхон	Хархорин	1999-2005	0.22	0.47	-0.23	2006-2010	0.24	0.48	-0.13
13	Туул	Улаанбаатар	1999-2005	0.53	0.73	-0.16	2006-2010	0.39	0.62	-0.26
14	Тэс	Баян-Уул	2002-2005	0.48	0.69	-0.21	2006-2011	0.24	0.49	-0.17
15	Ховд	Баяннуур	1999-2005	0.51	0.71	-0.20	2006-2010	0.56	0.75	-0.18
16	Хараа	Дархан	1990-2000	0.29	0.54	-0.15	2001-2012	0.50	0.71	0.06
17	Халх гол	Сүмбэр	1990-2000	0.49	0.71	-0.14	2001-2012	0.53	0.73	-0.27
18	Хэрлэн	Багануур	1999-2005	0.56	0.75	-0.25	2006-2011	0.62	0.78	-0.18
19	Улз	Эрэнцав	1993-1998	0.45	0.67	-0.25	1999-2005	0.72	0.85	-0.17
20	Буянт	Ховд	1999-2005	0.50	0.71	-0.36	2006-2010	0.57	0.75	-0.18
21	Чигэртэй	Дэлүүн	2003-2005	0.55	0.74	-0.43	2006-2010	0.22	0.47	0.11
22	Буянт	Дэлүүн	1999-2005	0.48	0.69	0.05	2006-2010	0.35	0.59	0.29
23	Ганцмод	Дэлүүн	1999-2005	0.16	0.34	-0.64	2006-2010	0.34	0.58	-0.39
24	Онон	Биндэр	1983-1997	0.42	0.64	0.05	1998-2012	0.31	0.82	-0.28
25	Тэрэлж	Тэрэлж	1987-1999	0.43	0.68	-0.22	2000-2012	0.17	0.73	0.07
26	Булган	Байтаг	1983-1997	0.39	0.63	0.13	1998-2012	0.69	0.83	0.26
Хээрийн бүс										
27	Хүнгүй	Ургамал	1981-1990	0.65	0.80	-0.22	-	-	-	-
28	Бодонч	Бодонч	1993-2003	0.19	0.44	0.14	2004-2012	0.13	0.36	0.08
29	Байдраг	Баянбүрд	1993-2003	0.18	0.42	0.11	2004-2008	0.31	0.55	0.22

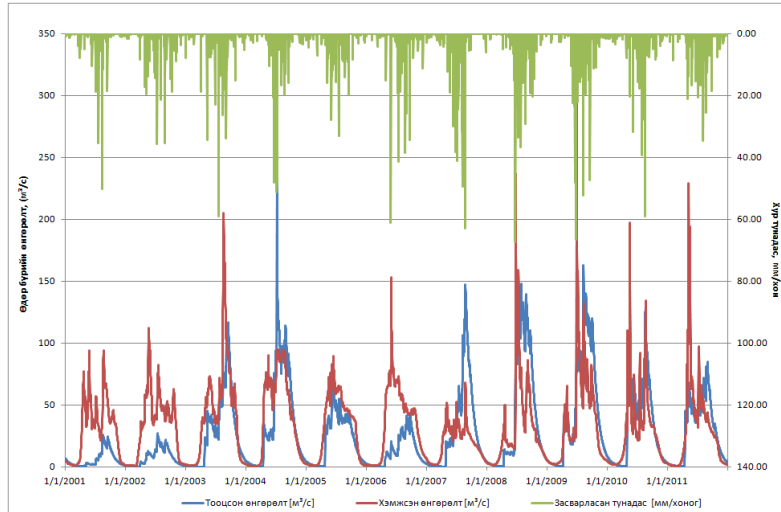
Ажигласан ба тооцсон урсац хоорондын хамаарал: Ус судлалын харуул бүрд хоногийн дундаж өнгөрөлтийн ажиглалтын мэдээний цувааг 2 хувааж, хамаарах цуваагаар загварын параметруудийг зүгшрүүлэн, эдгээр харуулын үл хамаарах ажиглалтын цуваагаар загварыг шалгаж, үнэлэв.

Өндөр уулын бүс: Эг-Хантай харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Хатгал, Тэшиг өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



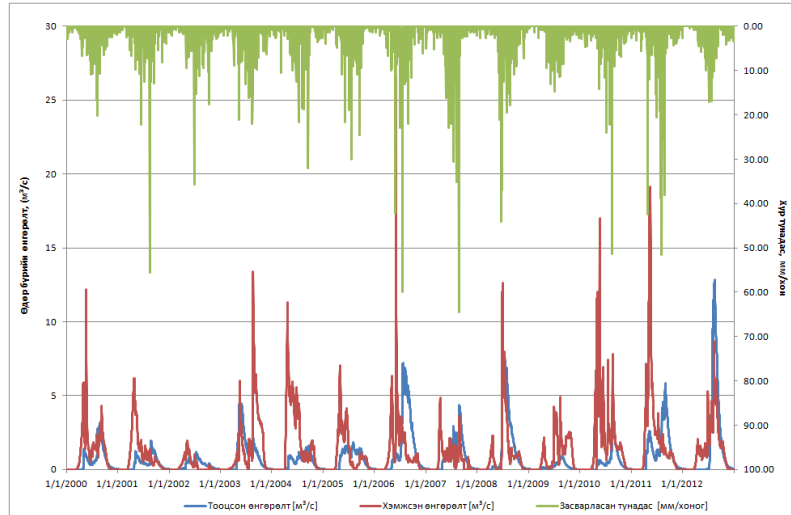
1.29 дүгээр зураг. Эг-Хантай харуулын ажигласан болон тооцсон урсацын явц

Ус судлалын Ерөө-Дулаанхаан харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Ерөө өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



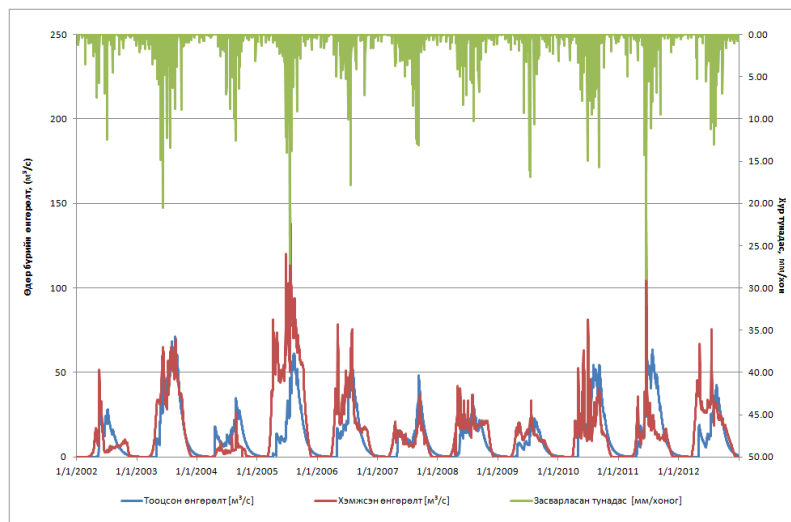
1.30 дугаар зураг. Ерөө-Дулаанхаан харуулын ажигласан болон тооцсон урсацын явц

Ус судлалын Шарын гол-Жимс станц харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Шарын гол өртөөний олон жилийн цуваа мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



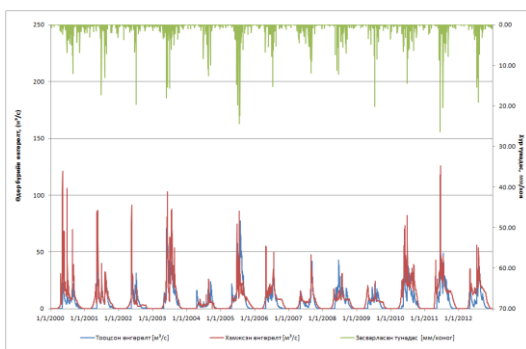
1.31 дүгээр зураг. Шарын гол-Жимс харуулын ажигласан болон тооцсон урсацын явц

Ус судлалын Завхан-Алдархаан харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Улиастай, Отгон, Дөрвөлжин өртөөний олон жилийн цуваа мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



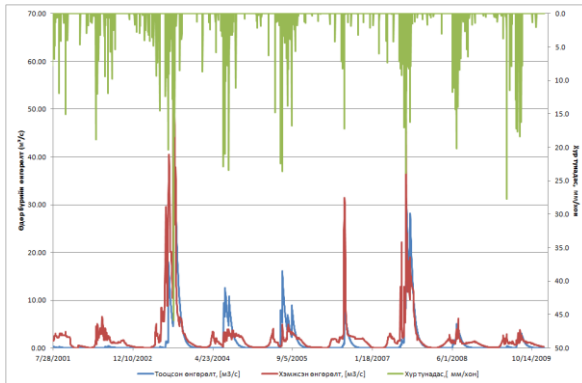
1.32 дугаар зураг. Завхан-Алдархаан харуулын ажигласан болон тооцсон урсацын явц

Ус судлалын Завхан-Гуулин харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Отгон өртөөний олон жилийн цуваа мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



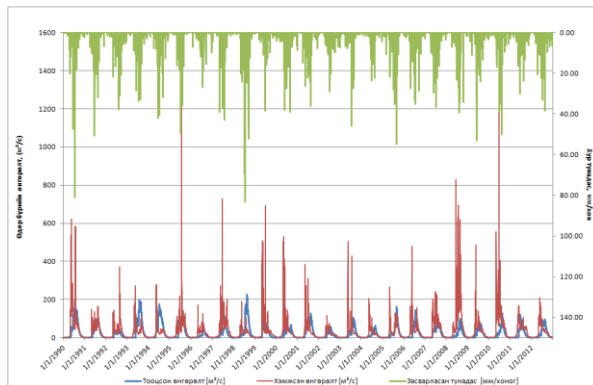
1.33 дугаар зураг. Завхан-Гуулин харуулын ажигласан болон тооцсон урсацын явц

Ус судлалын Түйн-Баянхонгор харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Баянхонгор өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



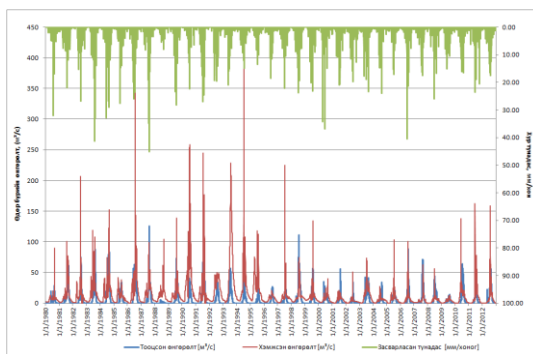
1.34 дүгээр зураг. Түй-Баянхонгор харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн өнгөрөлтийн явц

Ойт хээрийн бүс: Ус судлалын Дэлгэрмөрөн-Мөрөн харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Мөрөн өртөөний олон жилийн цуваа мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



1.35 дугаар зураг. Дэлгэрмөрөн-Мөрөн харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

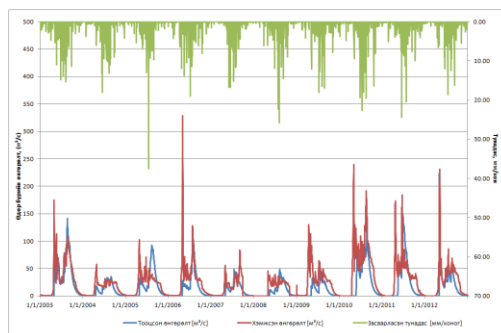
Ус судлалын Чулуут-Өндөр-Улаан харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Тариат өртөөний олон жилийн цуваа мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



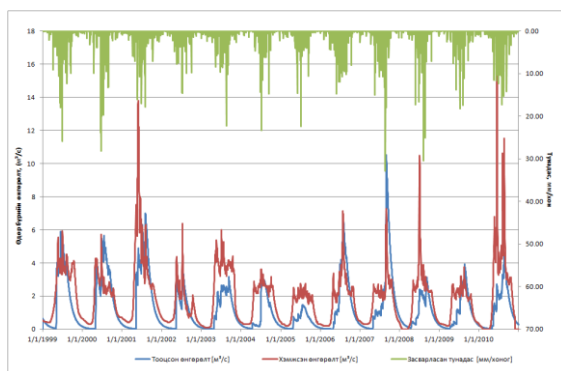
1.36 дугаар зураг. Чулуут-Өндөр-Улаан харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

Ус судлалын Идэр-Зүрх харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Тосонцэнгэл, Шинэ-Идэр өртөөний олон жилийн цуваа мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).

1.37 дугаар зураг.
Идэр-Зүрх харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

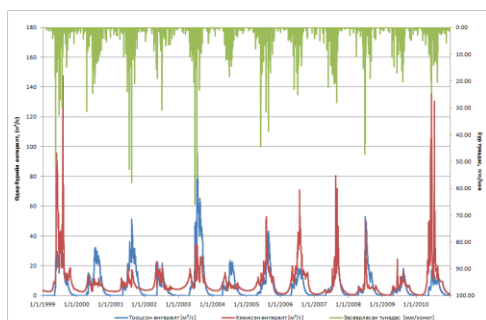


Ус судлалын Хануй-Эрдэнэмандал харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Цэцэрлэг, Эрдэнэмандал өртөөний олон жилийн цуваа мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



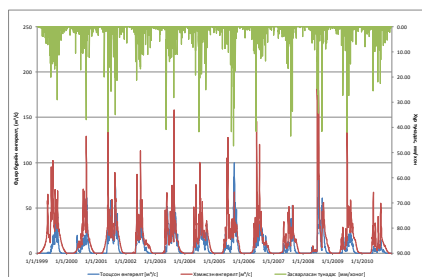
1.38 дугаар зураг. Хануй-Эрдэнэмандал харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

Ус судлалын Орхон-Хархорин харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Хархорин, Хужирт өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



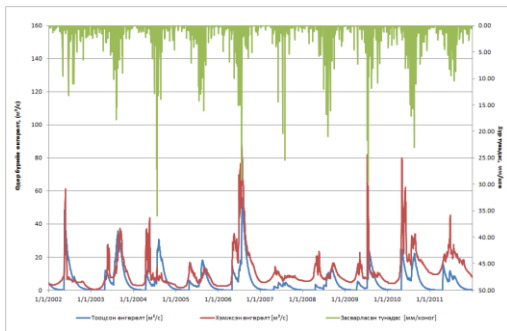
1.39 дүгээр зураг. Орхон-Хархорин харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

Ус судлалын Туул-Улаанбаатар харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Улаанбаатар, Тэрэлж өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



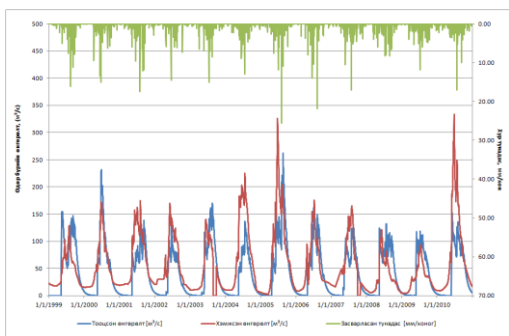
1.40 дүгээр зураг. Туул-Улаанбаатар харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

Ус судлалын Тэс-Баян-Уул харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Цэцэрлэг, Баян-Уул өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).

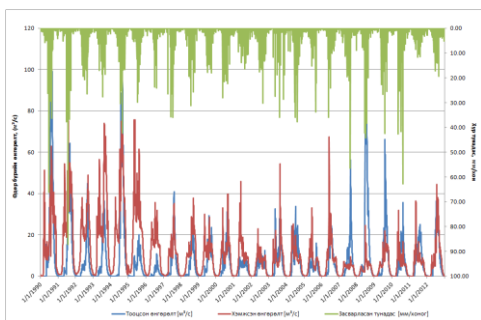


1.41 дүгээр зураг. Тэс-Баян-Уул харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

Ус судлалын Ховд-Баяннуур харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Өлгий, Алтай өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



1.42 дугаар зураг. Ховд-Баяннуур харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

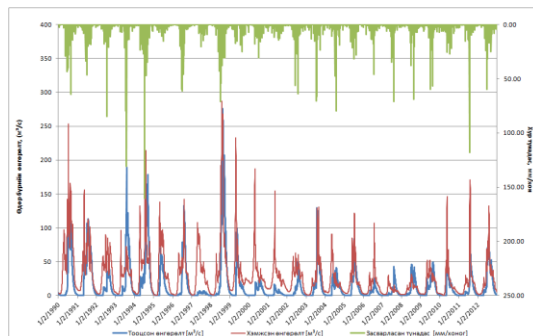


Ус судлалын Хараа-Дархан харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Дархан, Баруунхараа өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).

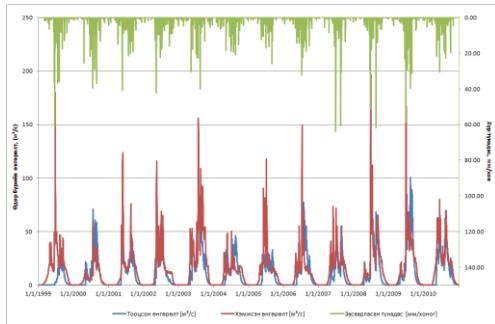
1.43 дугаар зураг. Хараа-Дархан харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

Ус судлалын Халх гол-Сүмбэр харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Халх гол өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).

1.44 дүгээр зураг. Халх гол-Сүмбэр харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

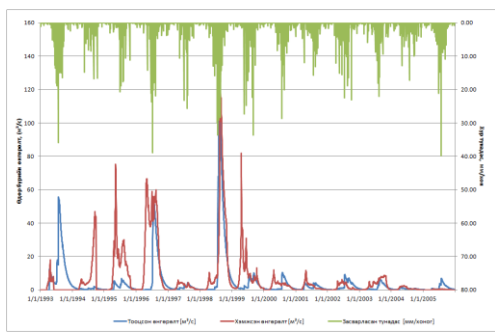


Ус судлалын Хэрлэн-Багануур харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Багануур, Мөнгөнморьт өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



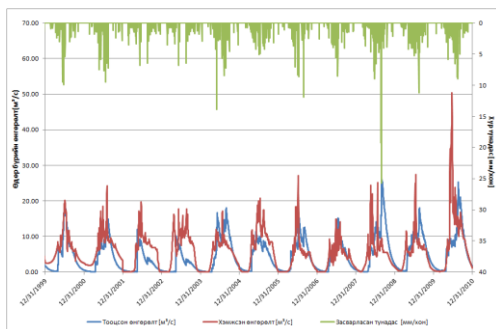
1.45 дугаар зураг. Хэрлэн-Багануур харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

Ус судлалын Улз-Эрэнцав харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Дашбалбар, Баян-Уул өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



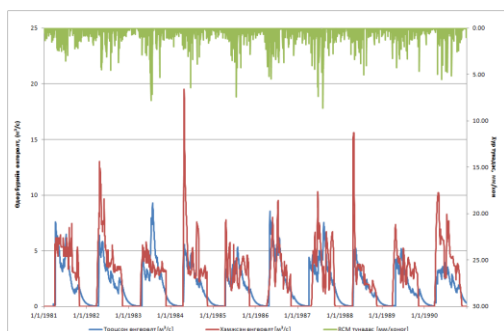
1.46 дугаар зураг. Улз-Эрэнцав харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

Ус судлалын Буянт-Ховд харуулд загварын оролтын мэдээг цаг уурын Ховд, Дэлүүн өртөөний олон жилийн мэдээг ашиглан бэлтгэв (1.13 дугаар хүснэгт).



1.47 дугаар зураг. Буянт-Ховд харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

Тал хээрийн бүс: Ус судлалын Хүнгүй-Ургамал харуулд Бүс нутгийн уур амьсгалын загварын мэдээг авч ашиглав.

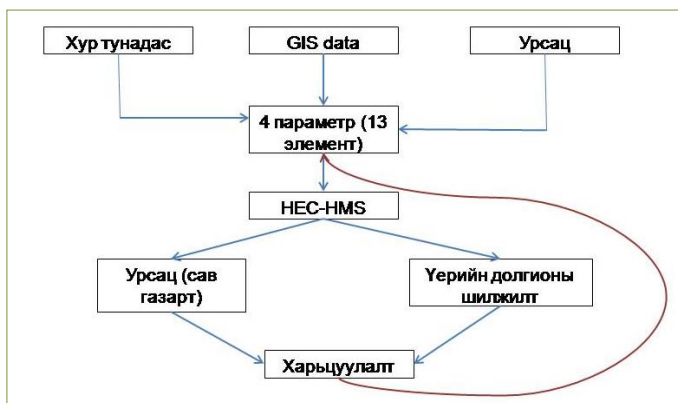


1.48 дугаар зураг. Хүнгүй-Ургамал харуулын ажигласан болон тооцсон хоногийн дундаж өнгөрөлтийн явц

1.1.5 Урсацын НЕС-HMS загварын үр дүн

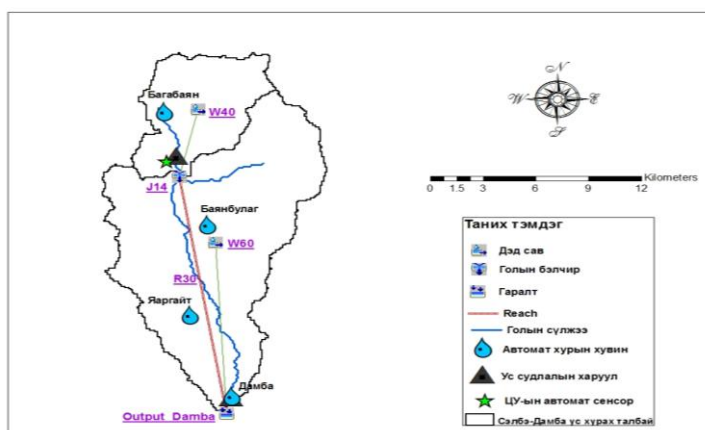
АНУ-ын Байгаль орчны судалгааны хүрээлэн (ESRI)-гээс боловсруулсан урсацын НЕС загвар GeoHMS программ нь болон ArcGis программын өргөтгөлтэй тул гадаргын усны орон зайн тархацыг судлахад тохиромтой. Ус судлалын инженерийн тооцоонд усны урсац, горим, үзэгдлийн газарзүйн мужлал, тархацыг тодорхойлно.

НЕС загварын бүтэц, аргагүй дараах бүдүүвчээр илэрхийлэгдэнэ.



1.49 дүгээр зураг. НЕС загварын ажиллагааны бүдүүвч

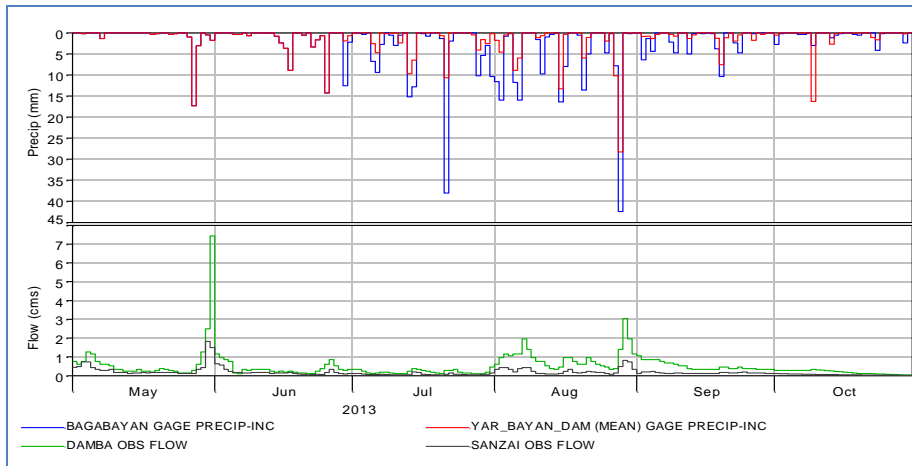
Загварын оролтын мэдээ: Сэлбэ-Санзай харуулын савд Багабаянд автомат хур хэмжүүрээр хэмжсэн 2013 оны дулааны улирлын хоногийн хур тунадасны мэдээ, Сэлбэ-Дамбадаржаа харуулын савд Баянбулаг, Яргайт, Дамбадаржаад автомат хур хэмжүүрээр хэмжсэн 2013 оны дулааны улирлын хоногийн хур тунадасны мэдээ, Сэлбэ-Санзай харуулд хэмжсэн 2013 оны дулааны улирлын хоногийн өнгөрөлтийн мэдээ, Сэлбэ-Дамбадаржаа харуулын 2013 оны дулааны улирлын хоногийн өнгөрөлтийн мэдээ зэрэг болно.



1. 50 дугаар зураг. Загвар ажиллуулах сав газрын схем

Сэлбэ-Дамбадаржаа харуулаар ус хурах талбай 193 км², Сэлбэ-Санзай харуулаар ус хурах талбай 33.1 км², Сэлбэ голын нийт урт 30.9 км юм. 2013 оны 8 дугаар сарын 28-нд хамгийн их хур тунадас Багабаянд 42.5 мм, Баянбулагт 28.3 мм ажиглагдсан бөгөөд энэхүү хур тунадаснаас үүссэн урсац 8 дугаар

сарын 29-нд Санзай харуулд 0.81 м³/с, Дамбадаржаа харуулд 3.04 м³/с ажиглагдсан байна (1.50 дугаар зураг).



1.51 дүгээр зураг. Сэлбэ-Санзай, Сэлбэ-Дамбадаржаа харуулын савд орсон хур тунадаснаас үүссэн урсац

Загварт хур тунадсаар шууд урсацыг тооцох тухай: Шууд урсацыг хур тунадас урсацын хамаарал буюу нэгж гидрографаар тооцно. Нэгж гидрограф гэдэг нь тодорхой хугацаанд орсон нэгж тунадаснаас үүсэн бий болох гадаргын шууд урсац болно. Нэгж гидрографийг хэрэглэх дараах 5 нөхцөл байна. Үүнд :

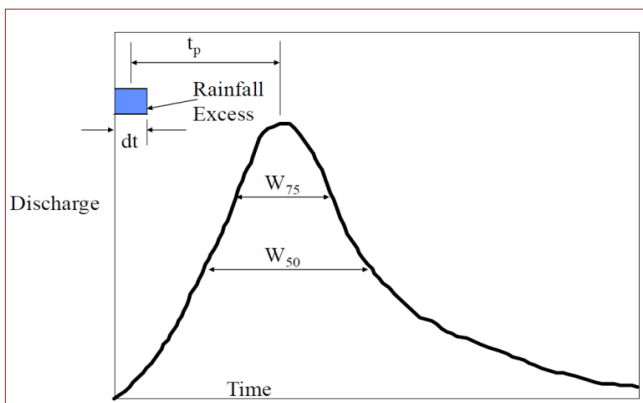
1. Урсац үүсгэгч хур тунадасны эрчим тогтмол байна.
2. Тухайн урсац үүсгэгч хур тунадас нь тухайн сав газарт жигд тархсан байна.
3. Тухайн голын гидрографийн суурийн урт нь харьцангуй тогтмол байна.
4. Урсац үүсгэгч хур тунадас ба түүнээс үүссэн урсац хоорондоо шугаман хамааралтай.
5. Голын сав газарт нийт хур тунадас хэзээ унаснаас үл хамааран шууд урсацын нэгж гидрограф үүснэ.

Нэгж гидрографыг параметрийн ба параметрийн бус гэж 2 ангилна. Параметртэй нэгж гидрографын параметрийг голын сав газрын дүрсзүйн үзүүлэлтээр, параметрийн бус нэгж гидрографыг ажигласан хур тунадас ба урсацын мэдээгээр тус тус тогтооно.

Загварт шууд урсацыг тооцоход Шнайдерийн (Snyder) буюу параметрийн нэгж гидрографын аргыг сонгов. Энэ арга нь нэгж гидрографыг ус хурах талбайн болон голын дүрсзүйн үзүүлэлтээр тодорхойлох бөгөөд 2 параметртэй.

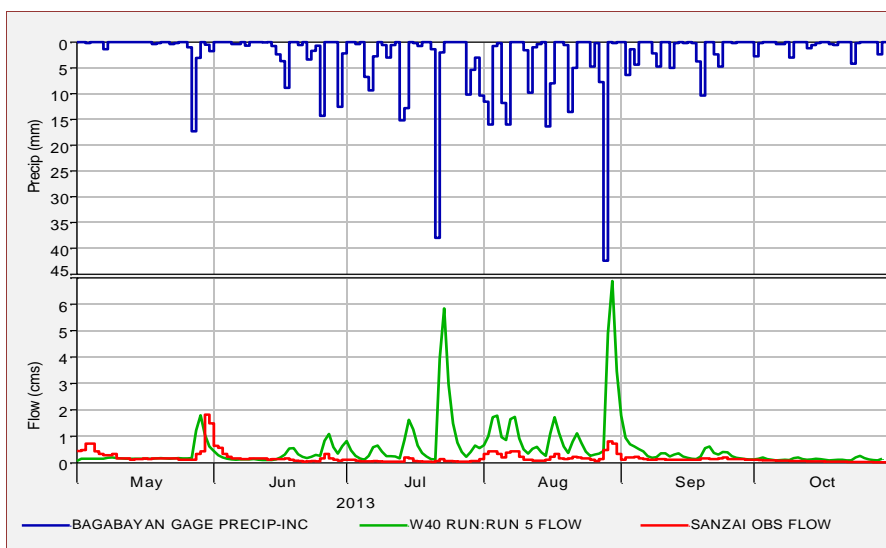
$$t_p = CC_t(LL_c)^{0.3} \quad q_p = \frac{C_2 C_p A}{t_l} \quad (1.57)$$

Үүнд: q_p - үерийн их өнгөрөлт, t_p - үер үргэлжлэх хугацаа, t_p - үер эхэлснээс хойш үерийн хамгийн их өнгөрөлт ажиглагдсан хугацаа, C - нэгжийн шилжүүлэг итгэлцүүр (0.75), A - ус хурах талбай, км², C_p - их өнгөрөлтийн итгэлцүүр, L - голдрилын хамгийн их урт, км, L_c - ус хурах талбайн төвөөс хамгийн урт урсах голдрилын урт, км, t_l - ус хурах талбайгаас урсах хугацаа

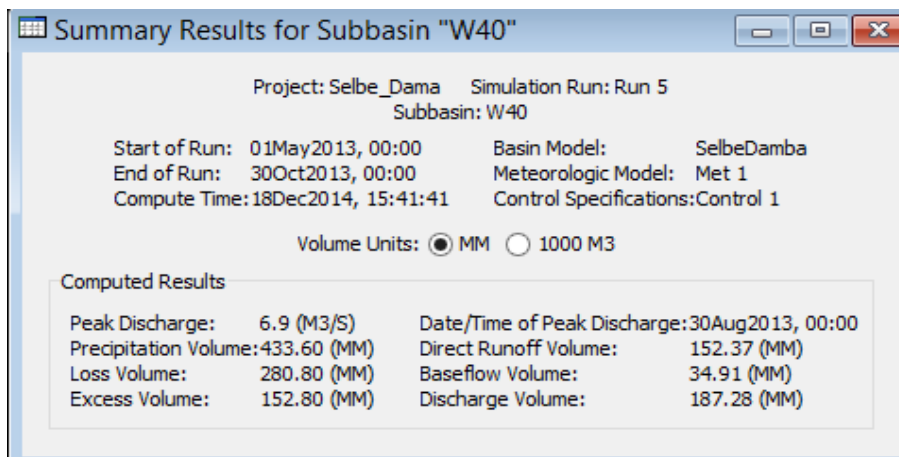


1.52 дугаар зураг. Хур тунадас ба өнгөрөлтийн хамаарал

Сэлбэ гол Санзай харуулд Багабаянд хэмжсэн хур тунадас ба Snyder-ын аргаар тооцсон нэгж гидрографыг доорх зурагт үзүүлэв.



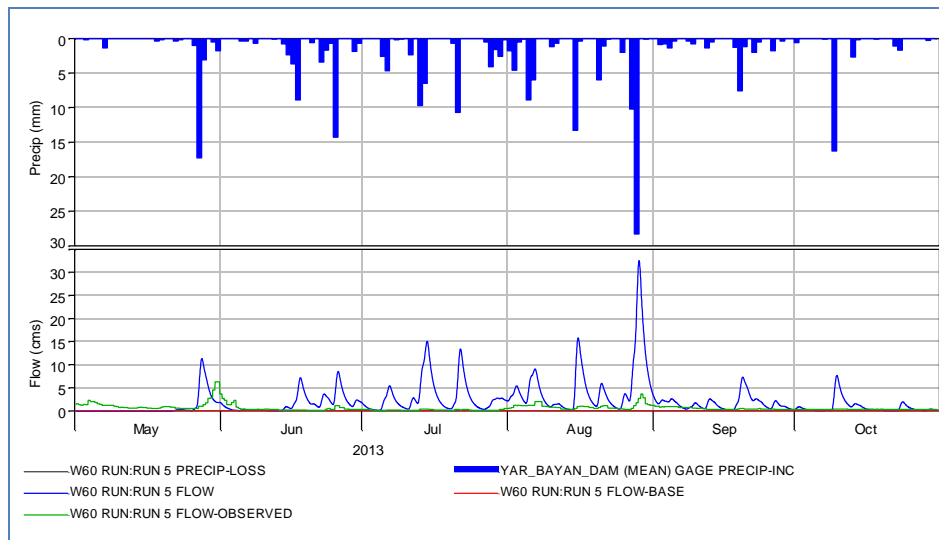
1.53 дугаар зураг. Сэлбэ-Санзай харуулаас дээших савд унасан хур тунадаснаас үүссэн урсац-HMS



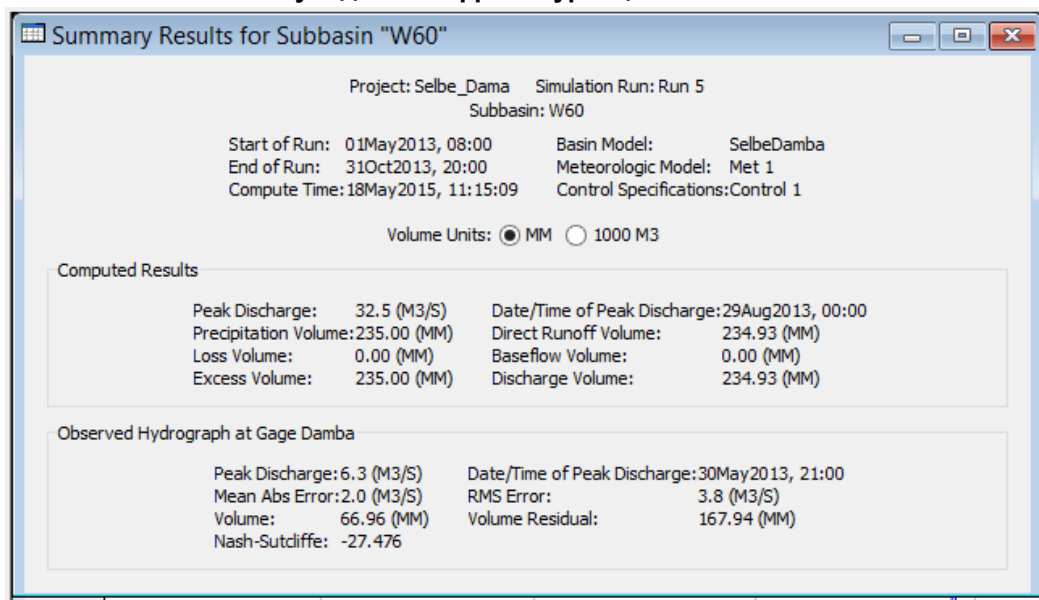
1.54 дүгээр зураг. Сэлбэ-Санзай харуулын савд тооцсон тооцсон ба ажигласан их өнгөрөлтийн таарц -HMS

Ус судлалын Сэлбэ-Санзай харуулд тооцсон хамгийн их өнгөрөлт 6.90 м³/с байхад энэ нь ажиглалтын мэдээгээр 1.82 м³/с байна. Энэ загварт хур тунадасны хэмжээг 433.6 мм гэж тооцон оруулж эндээс 280 мм нь урсац үл үүсгэх хур тунадас ба урсац үүсгэгч 152.8 мм хур тунадаснаас үүссэн өнгөрөлт нь 6.9 м³/с гэж тооцож байна.

Ус судлалын Сэлбэ-Дамбадаржаа харуулаас дээших савд Баянбулаг, Яргайт, Дамбадаржаад хэмжсэн хур тунадас ба Snyderгийн аргаар тооцсон нэгж гидрографыг доорх зурагт үзүүлэв.



1.55 дугаар зураг. Сэлбэ-Дамбадаржаа харуулаас дээших савд унасан хур тунадаснаас үүссэн урсац-HMS



1.56 дугаар зураг.Сэлбэ-Дамбадаржаа харуулаас дээших савд тооцсон ба ажигласан их өнгөрөлтийн таарц - HMS

Ус судлалын Сэлбэ-Дамбадаржаа харуулд тооцсон хамгийн их өнгөрөлт 32.5 м³/с байхад ажиглалтын мэдээгээр хамгийн их өнгөрөлтийн хэмжээ 6.3 м³/с

байна. Энэ загварт хур тунадасны хэмжээг 235 мм гэж тооцож, үүнээс урсац үүсгэгч 235 мм хур тунадаснаас үүссэн өнгөрөлт нь $32.5 \text{ м}^3/\text{с}$ гэж тооцсон байна.

Энэ аргаар тооцсон их үерийн өнгөрөлт ажигласан их өнгөрөлтөөс нэн их байгаа нь цаашид нарийвчлан судлах шаардлагатайг харуулж байна.

Голдрил дахь үерийн долгионы шилжилтийг тооцох нь: Голын голдрилын урсацын шилжилтийг үндсэн 2 хэсэгт хуваана.

1. Гидравлик шилжилт буюу өнгөрөлтийг орон зай, цаг хугацаанд зэрэг тооцох

- Кинетик долгионы арга
- Маскингем-Канчийн арга

Гидравлик шилжилтийн загвар нь Сен-Венаны тэгшитгэлд үндэслэгдсэн бөгөөд энэ тэгшитгэл нь урсацын тасралтгүйн тэгшитгэл /масс хадгалагдах хууль/ ба моментын тэгшитгэлийн /момент хадгалах хууль/ хослол юм. Энэ загварт эдгээр тэгшитгэлүүдийг төгсгөлийн эсвэл элементийн ялгаварт зэрэг дифференциаль тэгшитгэлийг бодох тоон аргуудаар тооцно.

2. Үерийн долгионы шилжилт ба түүний өнгөрөлтийг зөвхөн хугацаанаас хамааруулан тооцох

- Голдрилын тодорхой урт дахь усны баланс (Modified Puls эсвэл linear reservoir routing-усан сангийн шугаман зохицуулалтын арга)

- Маскингемийн арга
- Харьяалах түвшний уялдааны арга (Lag method)

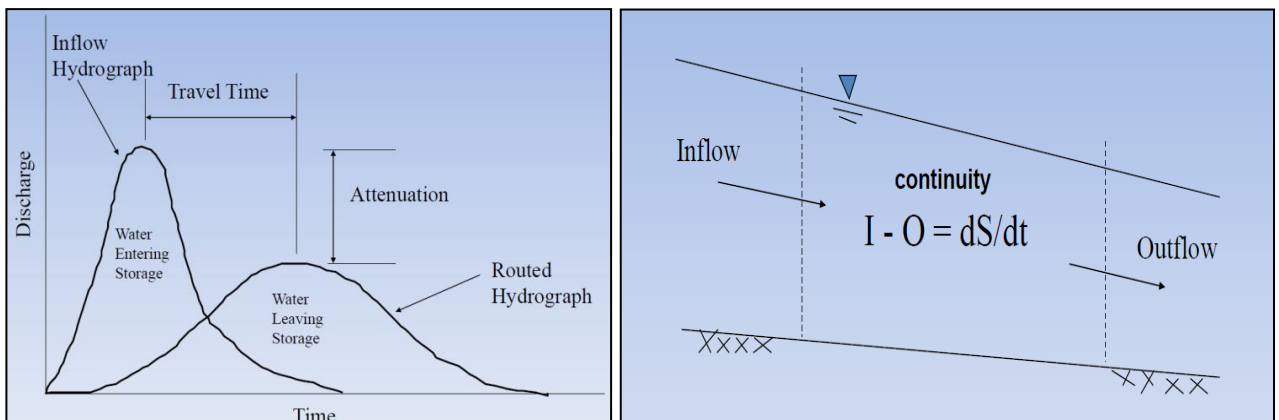
Үерийн долгионы шилжилтийн загварт урсгалын тасралтгүйн тэгшитгэлийг голдрил дахь хуримтлалын тэгшитгэлтэй хослуулан хэрэглэнэ.

$$I(t) - Q(t) = \frac{dS}{dt} \quad (1.58)$$

Үүнд : $I(t)$ - дээд харуулын өнгөрөлт

$Q(t)$ - доод харуулын өнгөрөлт

dS/dt - дээд ба доод харуул хоорондох голдрилын хуримтлалын хэлбэлзэл



1.57 дугаар зураг. Үерийн долгионы шилжилт

Голын голдрилын тодорхой уртад усны 2 төрлийн хуримтлал бүрдэнэ. S_1 буюу үерийн усны хуримтлал $S_1 = KQ$ (зөвхөн өнгөрөлтөөс хамаарна), S_2 буюу

голдрил дахь усны хуримтлал $S_2 = KX \cdot (I - Q)$ (дээд ба доод харуулын өнгөрөлтөөс хамаарна.)

Загварт голдрил дахь үерийн долгионы шилжилтийг тооцоход Маскингемийн аргыг сонгов. Энэ нь 2 параметртэй байна. Үүнд:

K- шугаман хамаарлын итгэлцүүр буюу үерийн долгионы урсах хугацаа,
X- дээд ба доод харуул өнгөрөлтийн хувийн жинг тооцсон параметр

$$K = \frac{\Delta X}{C} \quad (1.59)$$

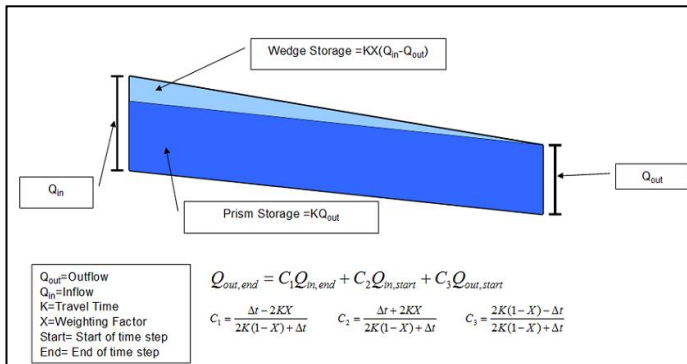
Үүнд : ΔX - зай, C-үерийн долгион шилжих хурд

$$S = (K(XI + (1 - X) \cdot Q)) \quad (1.60)$$

Үүнд : KQ -призм хуримтлалын хэмжээ

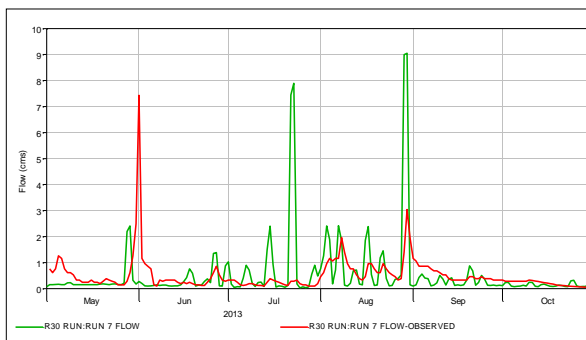
K- шугаман хамаарлын итгэлцүүр

X- дээд ба доод харуулын өнгөрөлтийн хувийн жинг илтгэх параметр



1.58 дугаар зураг. Урсацын хуримтлал

Сэлбэ голын дагуу Санзайгаас Дамбадаржаа хүртэлх үерийн долгионы шилжилтийг тооцож, үр дүнг дараах зурагт үзүүлэв.



1.59 дүгээр зураг. Сэлбэ-Дамбадаржаа харуулд тооцсон ба ажиглагдсан өнгөрөлт-HMS

1.60 дугаар зураг. Сэлбэ-Дамбадаржаа харуулд тооцсон ба ажигласан үерийн их өнгөрөлтийн таарц -HMS



Сэлбэ-Санзай харуул дээр 8 дугаар сарын 29-нд ажиглагдсан урсац Сэлбэ-Дамбадаржаа харуул дээр 12 цагийн дараа буюу 8 дугаар сарын 30-нд ажиглагдаж байна. Сэлбэ-Дамбаржаа чиглэлд тооцсон урсацын хэмжээ нь $6.90 \text{ м}^3/\text{с}$ бол загвараар ажигласан их өнгөрөлт $7.4 \text{ м}^3/\text{с}$, 6.8 хувийн алдаатайгаар их өнгөрөлтийг урьдчилан мэдээлэх боломжтойг харуулж байна.

1.2 Мөстөл, мөсөн голын хээрийн судалгааны үр дүн

Манай орны мөстөл, мөсөн голын судалгааг саяхнаас эхэлж, судлаачид хийж иржээ. ОХУ-ын С.В.Колесников 1963 онд 270 км^2 талбайтай 130 мөсөн гол Монгол Алтайд тархсан хэмээн тэмдэглэсэн байхад Н.Т.Кузнецов (1968) мөсөн голын талбайг 350 км^2 гэжээ. Ж.Цэрэнсодном (1981) Орос-Монгол-Хятадын хил дагуу судалгаа хийж, Монгол Алтай нурууны мөсөн голын тоог 240 хүргэж, талбайг 702.7 км^2 хэмээн тодорхойлжээ. Ийнхүү мөсөн голын тоо, талбайг судлаачид тухайн үед бүрдсэн мэдээний чанараас хамаарч янз бүрээр тодорхойлсон байна. Харин 1983 онд Н.Дашдэлэг, П.Хишигсүрэн, Р.Евелхан нар агаарын гэрэл зураг болон $M1:100000$ масштабтай топозураг, өмнөх судалгааны мэдээнд тулгуурлан улмаар динамик явцыг тодруулах судалгаа хийж, Монгол оронд 659 км^2 талбайтай 262 мөстөл, мөсөн гол байна хэмээн нарийвчлан тогтоожээ. Тэдгээрийн ихэнх нь Монгол Алтай нурууны Алтайн Таван Богд, Хүйтэний оргилын орчимд орших ба түүнээс өмнө тийш багасч цөөрнө. Зүүн Саяны Мөнхсарьдаг, Хангай нурууны Отгонтэнгэр уулын оройд бага хэмжээний хур цас, мөстөл оршино.

Мөстлийн дийлэнх хэсэг нь Монгол Алтай нуруунд орших ба манай оронд хамгийн томд тооцогдох Потанин, Александр, Гранегийн хөндийн мөсөн голууд тэнд бий. Потанины мөсөн гол хойт өргөгийн $49^{\circ}09'$, зүүн уртрагийн $87^{\circ}55'$ солбицол хооронд, Монгол Алтай нурууны эхэнд ($49^{\circ}09'$, $87^{\circ}55'$) Хүйтэн оргил (4374 м)-оос эх аван, 24.34 км^2 (2000 он) талбайг хамран оршино. Түүний урт 10.4 км , түүний өргөн хайлалтын бүсэд 1.5 км , хуримтлалын бүсэд 5 км , мөсний хэл 2900 м өндөрт эхэлж, хуримтлалын бүс 4374 м өндөр хүртэл үргэлжилнэ (Коня нар, 2014). Түүний гадаргын хэвгий 8.0θ ба мөсний хамгийн их зузаан 229 м хүрнэ (Кадота нар., 2011).

Цамбагарав уулын салбар Хөх уулын 4130 м өндрийн хавтгай оройн мөстөлд суурь чулуу хүртэл 72 м өрөмдлөг хийж, сорьц авч байгалийн усны тогтвортой болон цацраг идэвхт ^{14}C зэрэг изотопын шинжилгээ хийж, өнөөгийн мөстөл сүүлчийн мөстлөгийн максимумаас хойш одоогоос 6000 жилийн өмнө Голоцены 2 дугаар хагаст тохиосон шинэ мөстлөгийн үед үүсчээ хэмээн дүгнэжээ (Негген нар, 2013). Үүнээс өмнө 1991 онд Цамбагарав уулын Цаст уул (4193 м)-ын мөстөлд 11 м цооног өрөмдөж, 3 м -ээс дооших гүнд мөсний температур нэлээд тогтвортой, -18°C орчим байгааг тогтоожээ. Түүнчлэн Цаст уулын мөсөн дэх ^{18}O , ^2H , тритийн 20 гаруй жилийн агууламж ба мөсний хуримтлал жилд дунджаар 23 см усны зузаантай тэнцүү хэмээн үзжээ (С.Санждорж, П.Бааст, 1996). Энэхүү судалгааны үр дүнгээр тогтоосон хур тунадасны тритийн мэдээг боловсруулж, гадаргын болон газар доорх усны нас, нөхөн сэлбэгдэх хугацааг тогтоох зорилгоор экспоненциал ба пистон урсгалын загварын үр дүнг гаргажээ (Г.Даваа, 1998). Эдгээр мэдээг ашиглан Алтай нуруунаас усжих гол, газар доорх усны нас, урсах хугацаа зэргийг тогтоож болох юм.

Монгол Алтай нуруу, түүний салбар уулс, Отгонтэнгэр, Мөнхсарьдаг зэрэг 42 уулсад мөстлийн массив, тэдгээрт 600 орчим мөстөл, мөсөн гол бий.

Мөстлийн массивыг талбайн хэмжээнээс хамааруулан ангилав. Мөстлийн том массив Таванбогд уулс, түүний орчимд, томоохон массив Цамбагарав, дундавтар массив Түргэн, Хархираа, Мөнххайрхан уулсад, дунд хэмжээний массив Өндөрхайрхан, Их Түргэн (Асгат), Сутай уулсад, багавтар массив Нарийн голын эх, Нортын нуруу, Өмнөхайрхан, Хүрэмт, Буянт, Сайр уулсад, бага массив Баатар, Хайртын нуруу, Тахилт, Хатуугийн Мөнх цаст, Цагаан уул, Самартай уулсад, жижиг массив Их Түргэн, Асгатын даваа, Хажимын салаа, Баян, Хайртын даваа, Хойт бөөрөг, Мөнх цаст Цагаан, Бага Түргэн (Сыргаль), Хөх Сэрх, Дэлүүний эхэн уул, Цэнгэлхайрхан, Бугат уулсад, маш жижиг мөстлийн массив Чандмань, Сарьдагийн даваа, Ганц модны даваа, Отгонтэнгэр, Мөнхсарьдаг, Сийлхэм, Цагаан-Асга, Халагаш, Мараа, Салбан голын эхэн уулсад тархжээ.

Монгол оронд шовх оройн цогц, хөндийн цутгал, хөндийн мөсөн гол, хунх, хунх-хөндийн, дүүжин (Өлгүү), хажуугийн, ханан, хавтгай оройн зэрэг хэв шинжийн мөстөл бий.

Монгол орны мөстөл, мөсөн голын дийлэнх хувийг (75.2 хувь) уулын хажуугийн мөсөн гол эзлэх ба багахан хувь нь хөндийн (21 хувь), хавтгай оройн мөстөлд 3.8 хувь ногдоно (Н.Дашдэлэг нар, 1983, П.Бааст, 1999). Цамбагарав уулын мөстөл ерөнхийдөө хавтгай орой ба хажуугийн, Потанин, Александр, Гранэгийн мөсөн голууд хөндийн, Мөнххайрхан уулын хунхын, бусад олон мөстөл хажуугийн хэв шинжийг агуулна. Таван Богд, Хархираа, Түргэн зэрэг уулсын мөстлийн массив цогц хэв шинжтэй, шовх оройн болон өндөр уулын мөстлийн цогцолбор үүснэ.

Цамбагарав уулын хавтгай оройн мөстөлд 2004-2015 он, Таван Богд уулын Потанины мөсөн голд 2003-2015 онд хийсэн мөстлийн хайлалт, хуримтлал, Цамбагарав уулын хавтгай оройн мөстөлд 2004-2015 онд, Таван Богдод 2007-2015 онд, Мөнххайрхан ууланд 2008-2015, Түргэний уулын Бага Түргэн голын эхний мөстөлд 2013-2015 онд хийсэн автомат цаг уурын станцын мэдээ, Улаан-Амны голын урсацын 2008-2015 он, Цагаан голын урсацын 2007-2014 он, Долоон нуурын голын урсацын 2008-2015 оны тус тус мэдээг ашиглаж өндөр уулын уур амьсгал, мөстлөөс усжих голуудын урсац, мөстлийн масс баланс зэргийг тодорхойлов. Түүнчлэн Таванбогд уулын Потанины мөсөн гол, Цамбагарав уулын Таванбэлчирийн хажуугийн мөстөл, Улаан-Амны голын эхний хавтгай оройн Урд ба Хойт мөстөл, Баатархайрханы хавтгайн оройн зэрэг мөстөлд хийсэн мөсний зузааны хэмжилтийн мэдээгээр мөстлийн талбай, эзлэхүүний хамаарлыг тус тус тогтоов.

Цамбагарав уулын Улаан-Амны эхний хавтгай оройн Урд мөстөл (3567 м), Таван Богд уулсын Потанины мөсөн гол (3084 м), Мөнххайрхан уулын салбар Улаан Цүнхэгийн Цахир уул (3600 м), Түргэний уулын Бага Түргэн голын мөстөл (2900 м) зэрэг уулсад байрлуулсан цаг уурын автомат станц агаарын температур, чийг, салхины хурд, зүг чиг, нарны нийт ба ойсон цацраг, хөрсний гадаргын температур, хур бороо зэрэг үзүүлэлтүүдийг хэмждэг.

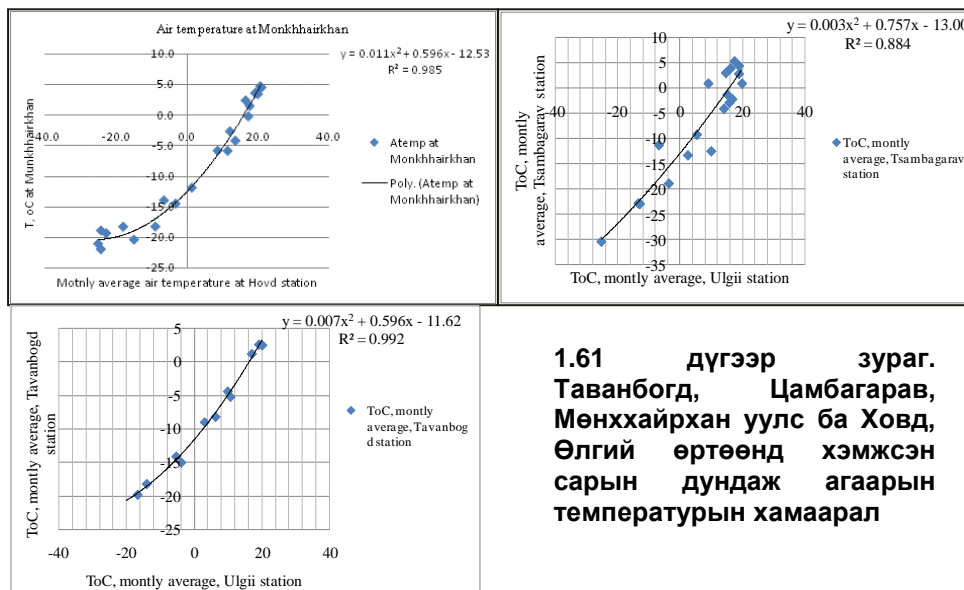
Өндөр уулсын уур амьсгалын онцлог бол нэн эрс тэс хийгээд эх газарлаг шинжийг агуулдагт оршино. Ажиглалтын мэдээнээс үзэхэд өндөр ууланд

агаарын температурын хоногийн хэлбэлзэл нэн их учраас дулаан улирлын нэг хоногт бараг дөрвөн улирлын цаг агаар ажиглагдах нөхцөлтэй. Иймээс хоногийн дундаж агаарын температурын хувьслын итгэлцүүр (вариаци) (C_v) эдгээр ууланд голын хөндий, нууруудын хотгорынхоос бараг 5-10 дахин их, тухайлбал, Таванбогод 1.2, Мөнххайрханд 1.1, харин Цамбагаравт 1.8 хүрнэ. Эл шалтгаанаар өндөр уулс ба түүний орчмын нам дор газрын хоногийн дундаж агаарын температурын хамаарал хоорондоо нэлээд сул байна. Тухайлбал, Таванбогод уулын цаг уурын автомат станц ба Өлгий өртөөний хоногийн дундаж агаарын температурын хамаарлын итгэлцүүр 0.77, арав хоногийн дунджийнх 0.94, сарынх 0.99 болж нэмэгдэнэ. Үүний зэрэгцээ эл хамаарал салхины зонхилох чиглэл, хэмжилтийн цэгийн байрлалын онцлогоос хамаарна. Тухайлбал, Цамбагарав уулын цаг уурын автомат станц ба Ховд өртөөний хоногийн дундаж агаарын температурын хамаарлын итгэлцүүр 0.73 бол зэргэлдээ орших цаг уурын Баяннуур өртөөнийхтэй 0.77, харин салхины дээд талд нь орших Өлгий өртөөнийхтэй хоногийнх нь 0.86, сарынх нь 0.94 болно.

Өвлийн улиралд Монголын эсрэг циклоны нөлөөгөөр газрын гадарга хүчтэй хөрч, Их нууруудын хотгор, томоохон голуудын хөндийд хүйтэн агаар хадгалагдаж, газар орон өндөрсөх тутам агаарын температур нэмэгдэх учир температурын тонгоруу үе тогтоно. Иймээс өвлийн улиралд ууланд дулаан, голын хөндий, хотгорт хүйтэн байна. Эл шалтгаанаар ажиглалтын урт цуваа бүхий Ховд, Өлгий өртөө ба эдгээр уулс дахь агаарын температур хоорондын хамаарал улирлын хөдлөлзүйтэй байна.

Ажиглалтын хугацаанд Мөнххайрханд агаарын хамгийн их температур 11.6°C (2009-7-12, (17^{00})), хамгийн бага температур -43.0°C (2010-1-20, 15^{30}) градус ажиглагдсан ба Мөнххайрхан ба Ховд өртөөний агаарын температураас үзэхэд температурын тонгоруу үе 2008 онд 93 хоног, 2009 онд 86 хоног тус тус үргэлжилж байна.

Энэ бүхэнтэй уялдан эдгээр уулс ба цаг уурын өртөө хоорондын агаарын сарын дундаж температур дараах хамааралтай байна (1.61 дүгээр зураг).

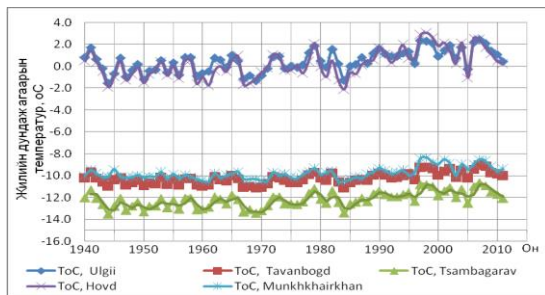


1.61 дүгээр зураг.
Таванбогод, Цамбагарав,
Мөнххайрхан уулс ба Ховд,
Өлгий өртөөнд хэмжсэн
сарын дундаж агаарын
температурын хамаарал

Энэхүү энгийн хамаарлыг ашиглан өндөр уулсад хийсэн ажиглалтын богино цувааг ажиглалтын урт цуваа бүхий Ховд, Өлгий өртөөний мэдээгээр уртасгаж, өндөр уулын уур амьсгалын хэлбэлзэл, өөрчлөлтөд дүн шинжилгээ хийх бололцоо олгож байгаа нь туйлын ач холбогдолтой юм. Жилийн дундаж агаарын температур Таванбогд, Цамбагарав, Мөнххайрхан уулсад 1940-2011 онд 1.0, 1.3, 1.1°C градусаар тус тус нэмэгдсэн бол 6-8 дугаар сарын дундаж агаарын температур эдгээр уулсад 1.7-1.8°C градусаар нэмэгдсэн байна (1.98 дугаар зураг).

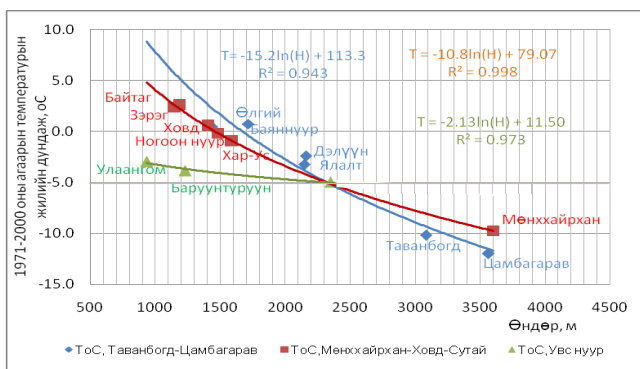
Таванбогд, Цамбагарав, Мөнххайрхан уулс ба Ховд, Өлгийд агаарын температурын 30 жилийн дундаж өмнөх 10 жилийнхээс сүүлийн 2 арван жилд 0.2-0.7 °C/10 жил, үүнээс өндөр уулсад 0.2-0.3°C/10 жил градусаар нэмэгджээ.

Агаарын температур Ховд ба Өлгий хотод өндөр уулсынхаас их нэмэгдсэн байгаа нь уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөө нам дор газар их хийгээд хотжилтын хам нөлөө байж болох юм.



1.62 дугаар зураг. Таванбогд, Цамбагарав, Мөнххайрхан уулс ба цаг уурын Ховд, Өлгий өртөөний агаарын температурын олон жилийн явц

Олон жилийн хугацааны агаарын температурыг өндөр уулсад тогтоосноор мал аж ахуй, газар тариалан болон аж ахуйн бусад олон зориулалтад нийцүүлэн агаарын температурын зураглалыг хийхэд тус дөхөм үзүүлнэ. Алтай нуруу, Их нууруудын хотгорт агаарын олон жилийн дундаж температур (1971-2000 оны дундаж) ба газар орны өндрийн хамаарлаар температурын тархацын 3 муж илэрч байна. Үүнд: Увс нуурын хотгор, Таванбогд, Цамбагарав, Хархираа, Түргэний уулс, Ховд, Буянт голын эхэн хэсэг, Ховд голын сав газрын дунд хэсэг ба Мөнххайрхан, Сутай хайрхан ба Монгол Алтай нурууны өвөр зэрэг болно (1.63 дугаар зураг).



1.63 дугаар зураг. Алтай нуруу, Их нууруудын хотгорын олон жилийн дундаж температур ба газар орны өндрийн хамаарал

M1:100000 топозураг ба LANDSAT дагуулын янз бүрийн хугацааны мэдээгээр хийсэн мөстлийн массивын тархацын зургийг хооронд нь харьцуулан үзвэл мөстлийн массивын тархацын хэлбэр нэлээд өөр, M1:100000 топозурагт мөстөлгүй зарим уул нуруудад мөстөл тэмдэглэгдсэн байх ба зарим мөстлийн дэргэд мөстөлгүй талбай мөстөлтэй хэмээн зурагджээ.

M1:100000 топозурагт зарим мөстлийн массивын талбай нэлээд ялгаатай зурагдсан учраас энэ зураг дахь мөстлийн бүх талбайг сүүлийн үеийн агаарын гэрэл зураг, сансрын хиймэл дагуулын мэдээгээр олсон талбайтай харьцуулах нь учир дутагдалтай байна. Гэхдээ уг зурагт тэмдэглэгдсэн зарим мөстлийн массивын хэлбэр, тархац сансрын мэдээнийхтэй ойролцоо байгаа учраас зарим мөстлийн талбайг топозургийнхаар авч харьцуулж болох юм. Тухайлбал, M1:100000 топозурагт Самартай, Чандмань, Цагаан уул, Хайртын даваа, Хажимын салаа, Сутай, Хатуугийн Мөнх цаст уулын мөстлийн талбай алдаа багатай 3.31, 2.83, 6.69, 2.79, 4.04, 14.0, 5.89 тус тус км² байсан бол 1989-1992 оны Landsat дагуулын мэдээгээр эдгээр мөстлийн массивын талбай 3.05, 1.15, 6.60, 2.96, 4.25, 10.81, 5.89 тус тус км² болжээ. Эдгээр мөстлийн талбай дурдсан 2 хугацаа хооронд дунджаар 12.3 хувиар багасчээ.

Сийлхэм нуруу, Салбан голын эх, Хөх Сэрхийн нуруу, Халагаш уул, Их Түргэний уул, Отгонтэнгэр уулын мөстлийн массив M1:100000 топозурагт тэмдэглэгдээгүй, харин эдгээр нь LANDSAT дагуулын мэдээгээр илэрч байна.

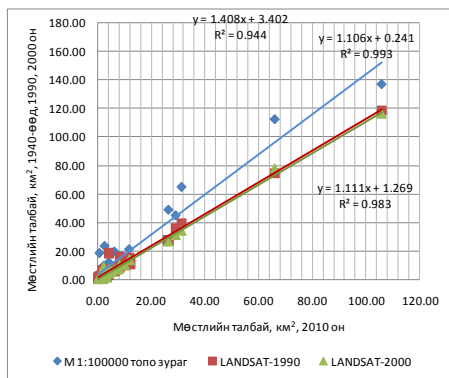
Landsat дагуулын 1989-1992 оны мэдээгээр 25 уулсын мөстлийн массивын талбайг тодорхойлж, мөн дагуулын 1999-2002 оны мэдээгээр тодорхойлсон талбайтай харьцуулж үзвэл эдгээр мөстлийн талбай 9.8 хувиар багасчээ.

Монгол орны мөстөл, мөсөн голын нийт талбай M1:100000 топозургаар 667.77 км², тэгэхдээ нийт мөстлийг хамраагүйгээр тогтоогдож байна. LANDSAT дагуулын 2000-2002 оны мэдээгээр 42 уулсад (1.100 дугаар зураг) тархсан мөстлийн массивын нийт талбай 451.0 км² байна. Эдгээрээс үзвэл Монгол орны нийт мөстлийн талбай 1940-өөд онд 535.0 км² орчим байсан байж болзошгүй юм. Ингэж үзвэл M1:100000 топозураг дахь мөстлийн талбайн алдаа ойролцоогоор 20 орчим хувь байж болзошгүй юм (1.100 дугаар зураг).

Энэ бүхнээс дүгнэж үзвэл Монгол орны мөстөл, мөсөн голын талбай 1940-өөд онд 535 орчим, 1990 онд 470 орчим, 2000 онд 451, 2011 онд 389 тус тус км² байжээ. Мөстлийн талбай 1940-өөд оноос 1990 он хүртэл 12.1 хувь, 1990-2000 онд 4.0 хувь, 2000-2011 онд 13.7 хувь, сүүлийн 70 орчим жилд нийтдээ 29.9 хувиар багасчээ. Мөстөл мөсөн голын хайлалт 1990 он хүртэл харьцангуй бага, түүнээс хойш эрчимжиж, сүүлийн 10 жилд хамгийн их байна.

Мөстлийн хайлалт хавтгай оройн мөстөл зонхилох Цамбагарав зэрэг уулсад хамгийн их, хөндийн мөсөн гол, өлгүү, хажуугийн болон шовх оройн мөстлийн цогцолбор бүхий Таванбогд, Хархираа, Түргэн зэрэг уулс, хажуугийн мөстөл зонхилох уулсад харьцангуй их, хунхын мөстөл бүхий Мөнххайрхан уулсад харьцангуй бага байна.

Мөстөл, мөсөн голын гулсалтын хурд тэдгээрийн эхэнд их, шилжилтийн бүсийн төгсгөлд огцом буурч, хайлалтын бүсэд бага, мөсний хэл орчимд гулсах хөдөлгөөнгүй болно. Тухайлбал, Потанины мөсөн голын гулсалтын хурд 2008-2009 онд 1 дүгээр хөндлүүрийн дунд (1C) жилд 0.79 м, уг хөндлүүрийн баруун төгсгөл орчим буюу дунд морений дэргэд (1R) 2.26 м, 2 дугаар хөндлүүрийн дунд (2C) 0.84 м, энэ хөндлүүрийн баруун, дунд морений орчимд (2R) 2.39 м, 3 дугаар хөндлүүрийн дунд (3C) 2.63 м, энэ хөндлүүрийн баруун, дунд морений орчимд (3R) 3.05 м, зүүн захад нь 1.09 м болж буурна. 4 дүгээр хөндлүүр буюу гөлчир мөсний шугамын доод талд гулсалтын хурд, тэгэхдээ мөсний төв ба баруун зах буюу дунд морений орчимд эрс нэмэгдэнэ.

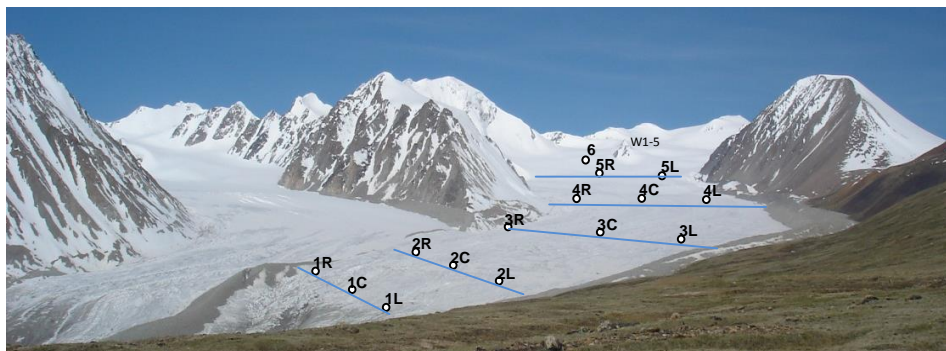


1.64 дүгээр зураг. Янз бүрийн хугацаанд тодорхойлогдсон мөстлийн талбай ба LANDSAT дагуулын 2010 оны мэдээгээр тогтоосон талбайн уялдаа

Гулсалтын хурд энэ хөндлүүрийн баруун зах орчимд (4R) 17.07 м, дунд 17.03 м, зүүн захруу (4L) буурч 9.22 м болно. Үүнээс дээш 5 дугаар хөндлүүрийн зүүн зах орчимд (5L) гулсалтын хурд 23.64 м, дунд орчимд (5R) хамгийн их 31.78 хүрнэ (1.64 дүгээр зураг).

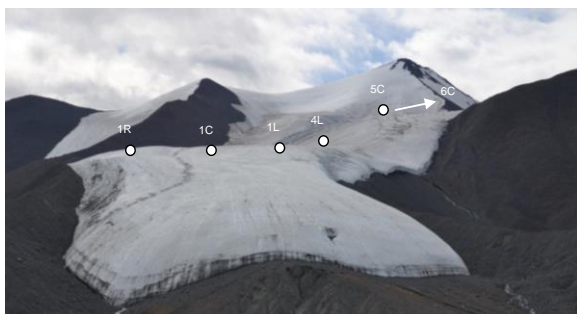
Цамбагарав уулын арын Таванбэлчирийн хажуугийн мөстлийн дагуу хойноос урагш буюу доороос дээш хайлалт, хуримтлал хэмжилтийн шонгуудыг суурилуулж, ажиглалтыг хийж байна (1.102 дугаар зураг). Энэхүү ажиглалтын зарим дүнгээс үзвэл гулсалтын хурд 1L шонгийн байрлалд 2007-2008 онд 12.58 м/жил, 2L-д 14.68 м/жил, 3L-д 16.38 м/жил, 4R-д м/жил, 4C-д 17.53 м/жил, 5C-д 23.83 м/жил байна.

Мөстөл, мөсөн голын зузаан, талбайг тодорхойлж, түүн дэх нөөц усыг үнэлэх нь онолын хийгээд практик үлэмж ач холбогдолтой.



1.65 дугаар зураг. Потанины мөсөн гол дээрх мөстлийн хайлалт (1-6 хөндлүүр) ба хуримтлал (W1-5) хэмжүүрийн шонгууд ба автомат цаг уурын станцын байршил

Мөсний зузааныг Потанины мөсөн гол, Цамбагарав уулын арын Таванбэлчирийн хажуугийн мөстөл, Улаан-Амны эхний хавтгай оройн Урд, Хойт мөстөл, Баатархайрханы мөстөлд 2007-2014 онд мөсний радараар хэмжив.



1.66 дугаар зураг. Цамбагарав уулын арын Таван бэлчирийн мөстөл дээрх хайлалт, хуримтлал хэмжүүрийн шонгуудын байрлал

Мөсний зузаан том талбайтай хөндийн мөсөн голуудад, тухайлбал, Потанины мөсөн голын хуримтлалын төв орчимд хамгийн их, 229 м, үүнээс дээш ба доош буурах хийгээд ууландаа 70 орчим м, мөсний хэл, зах орчимд 50-71 м болно. Харин хажуугийн мөстөлд мөс харьцангуй жигд хийгээд зузаавтар тархацтай, тухайлбал, Цамбагарав уулын арын Таванбэлчирийн хажуугийн мөстлийн мөсний зузаан, түүний хэл орчимд 107-116 м, түүнээс дээш нэмэгдэж хуримтлалын бүсэд 147-178 м хүрнэ (Кадота нар, 2011).

1.16 дугаар хүснэгт. Мөсний зузаан, 2007-2010 он

Хөндлүүрийн дугаар	Мөсний зузаан, м			Хөндлүүрийн дугаар	Мөсний зузаан, м	Хөндлүүрийн дугаар	Мөсний зузаан, м
	L	C	R				
Потанины мөсөн гол				Цамбагарав уулын Улаан-Амны эхний урд мөстөл		Цамбагарав уулын арын Таванбэлчирийн хажуугийн мөстөл	
1	51	77	71	6	60	1	107
2	50	104	130	5	71	2	116
3	91	148	153	4	79	3	125
4	93	157	160	3	54	4	135
5	94	-	116	2	30	5	116
W1		100		1	-	6	178
W2		157		-	-	+	147
W3		150					
P1		229					
P2		74					
P3		69					

Уулсын оройн мөстөл харьцангуй нимгэн, тухайлбал, Цамбагарав уулын Улаан-Амны эхний хавтгай оройн Урд мөстөл 30-80 орчим м зузаан байна (1.16 дугаар хүснэгт).

Потанины мөсөн гол, Цамбагарав уулын Улаан-Амны Урд ба Хойт мөстөл, Баатархайрханы хавтгайн оройн мөстлийн талбай 22.49, 6.39, 3.7, 5.1 тус тус км², мөсний зузаан дунджаар 84.7, 68.8, 68.2, 43.3 тус тус метр байна. Мөсний эзлэхүүн Потанины мөсөн голд 1.91 км³, Цамбагарав уулын Улаан-Амны Урд мөстөлд 0.44 км³, Улаан-Амны Хойт мөстөлд 0.25 км³, Баатар уулын хавтгайн оройн мөстөлд 0.22 км³ тус тус байна.

Мөстлийн эзлэхүүнийг тэдгээрийн талбайгаас хамааруулан дараах тэгшитгэлээр тодорхойлж болно (Г.Даваа нар, 2012).

$$V = 0.0410 \cdot A^{1.220} \quad (r=0.97) \quad (1.61)$$

Үүнд: V – мөстлийн эзлэхүүн, км³, A- мөстлийн талбай, км²

Орос Алтай нуруунд 1983-2003 буюу үндсэндээ 1996-2003 онд мөстөл, мөсөн голын талбай, зузааны хэмжилтийг 120 мөстөлд, үүний дотор Катун нурууны 40, Хойт Чуйн 41, Өмнөд Чуйн 39 мөстлийг хэмжиж, дараах тэгшитгэлүүдийг боловсруулж, мөстлийн усны нөөцийг тогтоожээ (Никитин С. болон бусад, 2000, Нарожный Ю., ба Никитин С. 2003, 2006). Үүнд:

$$\text{Хөндийн мөсөн голд: } V = 0.0444 \cdot A^{1.334} \quad (r=0.94) \quad (1.62)$$

$$\text{Хунх, хөндийн мөсөн голд: } V = 0.0464 \cdot A^{1.028} \quad (r=0.89) \quad (1.63)$$

$$\text{Хунх, хунх-өлгүү мөстөлд: } V = 0.0487 \cdot A^{1.244} \quad (r=0.91) \quad (1.64)$$

Дээрх хэв шинжийн мөстөл ба хавтгай оройн мөстлүүдийг оролцуулан Орос Алтайн бүх мөстлийн эзлэхүүнийг дараах тэгшитгэлээр тодорхойлжээ.

$$V = 0.0451 \cdot F^{1.128} \quad (R=0.95) \quad (1.65)$$

Монгол Алтай ба Орос Алтай нурууны мөстлийн эзлэхүүн ба талбайн хамаарлын тэгшитгэл хоорондоо маш төсөөтэй, үр дүн нь тун ойролцоо байна.

БНХАУ-ын мөстөл, мөсөн гол судлаачид Тэнгэр уулын (Тянь-Шань) 16 мөстөл, Цилян (Qilian) уулын 6, Гонга (Gongga) уулын 4, Баруун Кунлун (Kunlun) уулын 1, нийт 27 мөстлийн зузааны хэмжилтийг хийж, мөстлийн эзлэхүүн, түүн дэх усны нөөцийн үнэлгээ хийжээ (Wang Zongtai ба Zhu Guocai, 2007). Энд мөстлийн талбайн хэмжээнээс хамааруулан тэдгээрийн талбай ба эзлэхүүний дараах 3 тэгшитгэлийг тогтоожээ. Үүнд:

$$A < 1.0 \text{ км}^2 \quad \text{бол} \quad V = 0.0305 \cdot A^{1.11} \quad (1.66)$$

$$1.0 \text{ км}^2 \leq A \leq 3.0 \text{ км}^2 \quad \text{бол} \quad V = 0.5420 \cdot A^{1.06} \quad (1.67)$$

$$A > 3.0 \text{ км}^2 \quad \text{бол} \quad V = 0.0674 \cdot A^{1.16} \quad (1.68)$$

Монгол Алтай нурууны мөстөлд хийсэн бидний хэмжилтээр тогтоосон тэгшитгэл (10.9) ба Орос Алтай (10.13), БНХАУ-ын мөстөл, мөсөн голуудын эзлэхүүний тэгшитгэлээр (10.14-10.16) Монгол Алтай нурууны хэмжилтэд хамрагдсан мөстөл, мөсөн голын эзлэхүүнийг тогтоож үзэхэд Орос Алтай нуруунд зориулж гаргасан тэгшитгэл 7 орчим хувиар багасгаж, БНХАУ-ынх 47 орчим хувиар ихэсгэх, бидний гаргасан тэгшитгэл 2.4 орчим хувийн алдаатай тус тус тодорхойлж байна.

Дээр дурдсан 1.61 дүгээр тэгшитгэлээр Монгол орны нийт 600 мөстөл, мөсөн голын эзлэхүүнийг тогтоовол 2000 оны байдлаар 21.57 км^3 мөс буюу нийт 19.4 км^3 орчим усны нөөц агуулагдаж, тэдгээрийн дундаж зузаан 31.3 м байна.

Орос Алтай нурууны нийт 748 км^2 талбайтай 829 мөстөл, мөсөн голд 2000 оны байдлаар 34.5 км^3 усны нөөц (Нарожный Ю., ба Никитин С. 2006), 1964 оны М1:100000 топозургийн мэдээгээр Алтай нуруунаас усжих БНХАУ-ын нутаг дахь Эрчис мөрний сав газрын 289.29 км^2 талбайтай 403 мөстөл, мөсөн голд 16.4 км^3 мөсний нөөц (Liu Chaohai, Wang Zongtai, Pu Jianchen, 2007) тус тус агуулагдаж байжээ.

Дашдэлэг нарын 1983 онд хийсэн судалгаагаар Монгол орны мөстөл, мөсөн голд 62.6 км^3 усны нөөц агуулагдаж байна хэмээн тогтоожээ. Энэ судалгаанд М1:100 000 топозургийг ашиглан мөстлийн талбайг, тухайн үед ЗХУ-д өргөн хэрэглэгдэж байсан Н.В.Ерасовын дараах тэгшитгэлийг ашиглан мөстлийн эзлэхүүнийг тодорхойлжээ. Үүнд:

$$V = 0.027 \cdot F^{1.5} \quad (1.69)$$

Энэ тэгшитгэлийг ашиглан мөстлийн эзлэхүүнийг тодорхойлоход М1:100000 масштабтай топозураг дахь мөстлийн талбай бодит байдлынхаас 20 орчим хувь их, 1940-өөд оноос хойш 2000 он хүртэл манай орны мөстөл мөсөн голын нийт талбай 16 хувиар буурсан, 600 орчим мөстөл, мөсөн голыг 187 мөстөл, мөсөн гол хэмээн цөөрүүлснээс нэг мөстөлд ногдох талбайг ихэсгэж тооцсон зэрэг шалтгаанаар мөстөл дэх усны нөөц ихээр үнэлэгдсэн байна.

Орос Алтай нурууны мөстлийн судалгаанаас үзэхэд 1952-2003 оны хооронд мөстлийн талбай 7 хувь, эзлэхүүн 10 хувиар багасчээ. Үүнээс үзвэл Монгол

орны мөстлийн талбай сүүлийн 70 орчим жилд нийтдээ 29.9 хувиар багассан бол эзлэхүүн түүнээс илүү (40 орчим) хувиар буурсан байх магадлалтай юм.

Английн Газарзүйн нийгэмлэгийн нэрт судлаач Дуглас Каррутерс 1910 онд Түргэн уулын мөстлийн зургийг авчээ. Монгол-Америкийн хамтарсан хайгуул судалгааны экспедиц 2010 оны 8 дугаар сард зураг авч, газрын хэмжилт хийж, сансрын зураг ашиглан үр дүнг дээрх зурагтай харьцуулан үзэж, Бага Түргэн голын эхний мөстөл энэ зуун жилд 600 м огшиж, 70 м нимгэрсэн гэсэн дүгнэлтийг хийжээ (Камп нар, 2013).

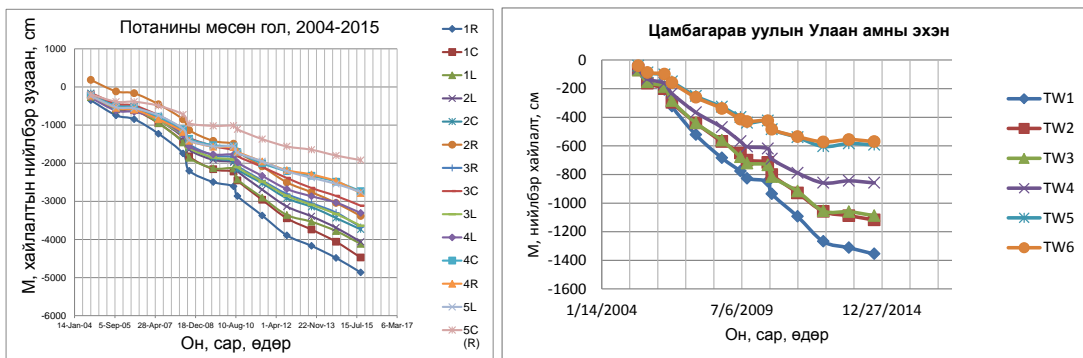
Потанины мөсөн голын хайлалтын нийлбэр 2004-2015 онд 2977-2998 м өндөрт 41.15-48.65 м, 3033-3057 м өндөрт 33.85-40.63 м, 3116-3123 м өндөрт 31.15-36.76 м, 3234-3247 м өндөрт 27.33-33.04 м, 3339-3366 м өндөрт 19.18-27.57 м зузаан мөс хайлсан байна (1.103 дугаар зураг).

Цамбагарав уулын Улаан-Амны эхний Урд хавтгай оройн мөстлийн хайлалтын нийлбэр 2005-2014 онд 3607 м өндөрт 13.56 м, 3621 м өндөрт 11.18 м, 3700 м өндөрт 10.88 м, 3732 м өндөрт 8.59 м, 3771 м өндөрт 5.93 м, 3814 м өндөрт 5.70 м зузаан мөс хайлсан байна (1.103 дугаар зураг).

Дээрх ажиглалтын мэдээг ашиглан 2005-2011 онд мөстлийн жилийн дундаж хайлалт ба мөстлийн гадаргын өндрийн хамаарлыг тогтоож болно (1.104 дүгээр зураг). Илэрхийлбэл:

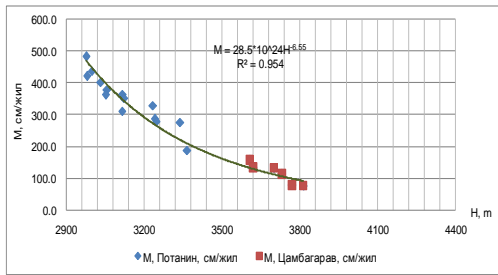
$$M = 28.5 \cdot 10^{24} \cdot H^{-6.55} \quad (r = 0.97) \quad (1.70)$$

Энэхүү тэгшитгэлийг Монгол орны мөстлийн жилийн дундаж хайлалтын тархацын зургийг зохиоход ашиглаж болно.



1.67 дугаар зураг. Потанины мөсөн гол ба Цамбагарав уулын хавтгай оройн мөстлийн хайлалтын нийлбэр

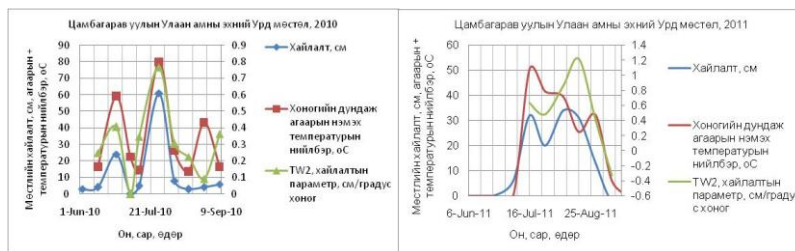
Мөстлөөс усжих гол мөрний урсац мөстөл, мөсөн голын хайлалт, хуримтлал буюу масс баланс, хур борооны горимоор зохицуулагдана. Мөстлийн хайлалт мөстөл, хур цасны дулааны баланс буюу температураас хамаарна. Хоногийн дундаж агаарын температурын нэг градуст ногдох хайлалтын хэмжээ буюу хайлалтын параметрийг (см/градус·хоног) тогтоож, гол мөрний урсацыг тодорхойлж болно. Дулаан улиралд мөстөл, мөсөн голын гадарга хайлж, харлах, шинэ цас орох зэргээр альбедо байнга хэлбэлзнэ. Үүнтэй уялдан хайлалтын параметр дулаан улирлын турш байнга хэлбэлзнэ.



1.68 дугаар зураг. Мөстлийн хайлалт ба өндрийн хамаарал

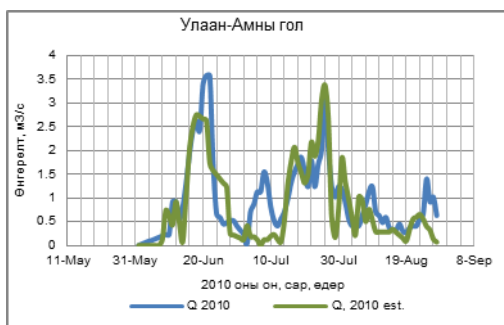
Цамбагарав уулын Улаан-Амны Урд мөстлийн хайлалтын параметр 2010 оны дулаан улиралд дунджаар 0.44 см мөс/°C·хоног ба шинэ цас орж хүйтрэх үед 0.001 хүрч, мөстлийн гадаргад шинэ цасгүй үед 0.76 см/°C·хоног хүрч хэлбэлзэж байна. 2011 онд энэхүү параметрийн утга дунджаар 0.65 см/°C·хоног ба 0.40-1.22 см/°C·хоног хооронд хэлбэлзэж байна (1.68 дугаар зураг).

Потанины мөсөн голын хайлалтын параметр 12.06 мм/°C·хоног хүрнэ (Копуа нар 2010).



1.69 дүгээр зураг. Цамбагарав уулын Улаан-Амны эхний Урд мөстлийн хайлалт, хоногийн дундаж агаарын нэмэх температурын нийлбэр ба хайлалтын параметрийн явц

Цамбагарав уулын Улаан-Амны голын урсацыг Улаан-Амны Урд мөстөл дээр хийсэн мөстлийн хайлалт, уур амьсгалын мэдээ ба 3 ба 4 дүгээр томъёогоор тооцож, ажиглалтын мэдээтэй харьцуулж үзэхэд Нэш-Сатклафын шалгуурын утга өндөр ($r=0.80$) байна (1.69 дүгээр зураг).



1.70 дугаар зураг. Улаан-Амны голын хэмжсэн ба тооцсон урсац

Энэ загварыг ашиглан мөстлөөс усжих голын урсацыг загварчлах, уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөгөөр ирээдүйд өөрчлөгдөх урсацын хандлагыг тодорхойлох нь чухал байна.

1.3 Нуурын усны балансын хээрийн судалгааны үр дүн

Өндөр уулын бүсийг төлөөлүүлэн Хөвсгөл, хээрийн бүсийг төлөөлүүлэн Буйр, Тахилт, Ганга нуур, говийн бүсийг төлөөлүүлэн Орог, Бөөн Цагаан, Хар-Ус нуурын усны балансын хээрийн судалгаа хийж, усны балансыг тооцоо, судалгааны үр дүнг энд нэгтгэв.

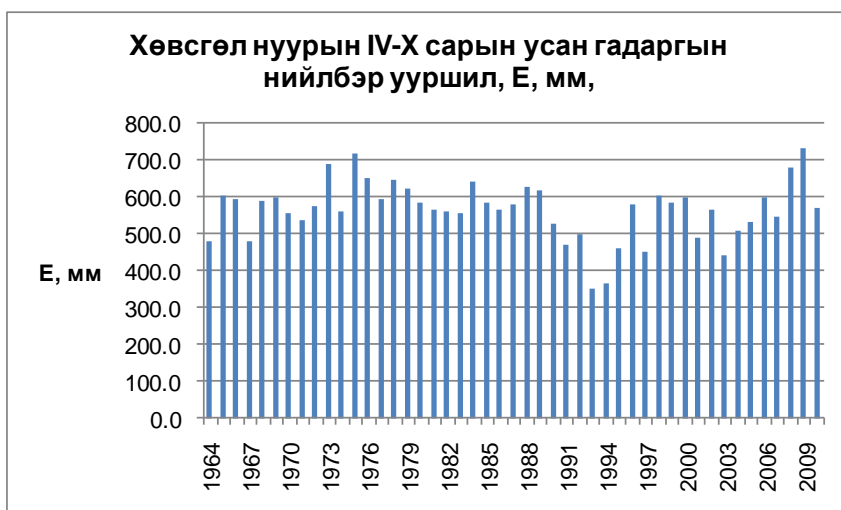
1.3.1 Хөвсгөл нуурын усны тэнцлийн судалгаа

Хөвсгөл нуурын усны балансын судалгааны хүрээнд 2013-2015 онд нуурын усан захын солбицол, ууршлыг эмпирик тэгшитгэлээр тооцох, нуурын цутгал зарим жижиг голын савд хур борооны хэмжилт, жижиг голын түвшинг автомат багажаар хэмжих зэрэг ажлуудыг хийж гүйцэтгэв.

Хөвсгөл нуурын усан гадаргын ууршил олон жилийн дунджаар 562 мм байх ба Хөвсгөл нуурын усны түвшний дулааны улирлын агууриг 2013-2015 онд 26-49 см байна.

1.17 дугаар хүснэгт. Хөвсгөл нууруудын усан гадаргын ууршлын олон жилийн дундаж, мм

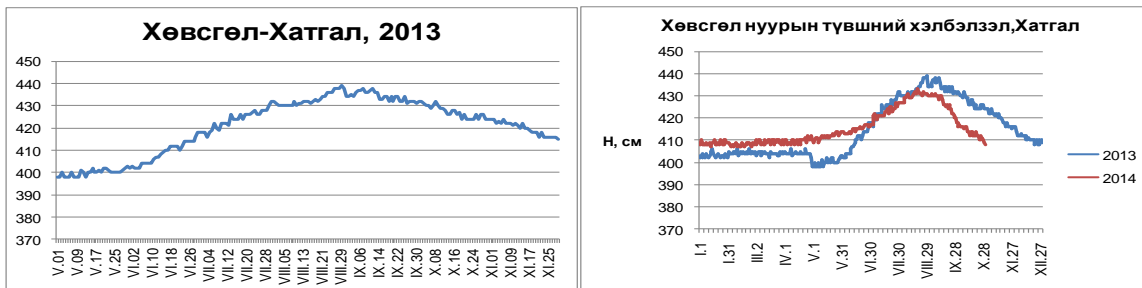
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X
ОЖД	75.8	58.0	53.2	64.6	90.7	110.5	109.6	562.4



1.71 дүгээр зураг. Хөвсгөл нуурын усан гадаргын ууршлын олон жилийн өөрчлөлт

1.18 дугаар хүснэгт. Хөвсгөл нуурын усны түвшний хэлбэлзэл, 2013-2015

Нуур	Он	Дундаж түвшин, см	Түвшний хэлбэлзлийн агууриг, см
Хөвсгөл-Хатгал	2013	415	41
	2014	433	26
	2015	427	49
Хөвсгөл-Ханх	2013	505	42
	2014	517	29
	2015	510	28

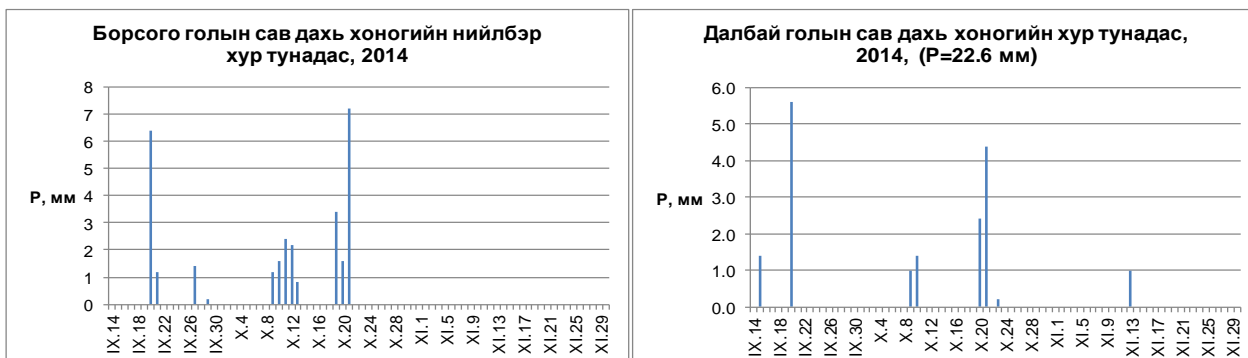


1.72 дугаар зураг. Хөвсгөл нуурын усны 2013-2014 оны түвшний хэлбэлзэл

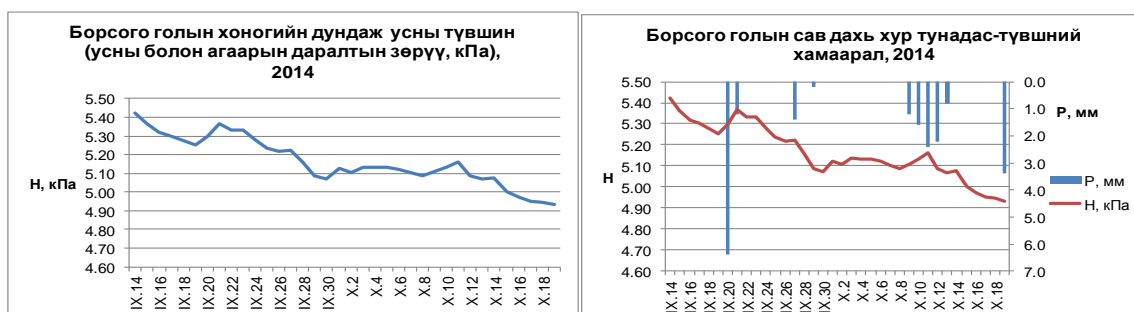
Төслийн хүрээнд 2014 Хөвсгөл нуурын зүүн эргийн Далбай, Борсого голын савд хур тунадас, голын усны түвшинг хэмжих автомат багажуудыг суурилуулан ажиглалт зохион байгуулав. Эдгээр голуудын савд өмнө нь тодорхой хугацаанд явуулсан усны балансын болон усны горим, уур амьсгалын ажиглалтын мэдээ бий (Н.Батсүх, Т.Цэнгэл, С.Төмөрчөдөр, Д.Оюунбаатар, Н.Нандинцэцэг нар).

1.18 дугаар хүснэгт. Хөвсгөл нуурын зарим цутгал голуудын савд зарим автомат багаж суурилуулсан байршил, 2014

№	нэр	Хурын хувин		Автомат түвшин	
		Уртраг	Өргөрөг	Уртраг	Өргөрөг
1	Хөвсгөл Далбай	100 44' 21,8"	51 02' 08,0"	100 43' 42,4"	51 02' 15,8"
2	Хөвсгөл Борсго	100 43' 44,9"	50 58' 57,4"	100 43' 06,6"	50 58' 49,7"



1.73 дугаар зураг. Хөвсгөл нуурын цутгал-Борсого, Далбай голын савд хэмжсэн хоногийн хур тунадас, 2014 он



1.74 дүгээр зураг. Хөвсгөл нуурын цутгал Борсого, Далбай голын савд хэмжсэн хур тунадас ба усны түвшин, 2014 он

Далбай, Борсого зэрэг голын савд хур бороо болон усны түвшинг цаг хугацааны өндөр нягтралтай автомат багажаар хэмжсэнээр хур тунадас, урсацын хамаарал, урсах хугацаа зэргийг тооцох, нарийвчлах боломж бүрдэж, улмаар голын савд урсац бүрдэх зүй тогтол, үерийн прогнозын аргазүйг нарийвчлах боломж бүрдэх юм.

Төслийн хүрээнд хийсэн хээрийн хэмжилт судалгааны явцад жижиг голууд дээр хяналтын өнгөрөлт хэмжсэн болно.

1.19 дүгээр хүснэгт. Хөвсгөл нуурын цутгал голуудын савд зарим автомат багаж суурилуулсан байршил, 2014

№	Гол-харуул	Голын өргөн, м	Дундаж гүн, м	Дундаж хурд, м/с	Өнгөрөлт, м ³ /с
1	Далбай гол-Хөвсгөл	3.25	0.25	0.23	0.19

Хөвсгөл нуурын усны горим, нөөц, балансын судалгааны үр дүнд нуур, түүний онцлогийг харгалзан байгалийн нөөц, баялгийг нийгмийн хэрэгцээнд шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр зөв ашиглах, нуурын экосистемийг хамгаалах зохистой харьцааг тогтоож болно.

Хөвсгөлийн уулс, түүний дотор Хорьдолсарьдаг, Мөнхсарьдаг уулсаас эх авах хийгээд мөстөл, олон жилийн цэвдэг, ой ба шохойн чулууны массив өргөн тархацтай байх сав газрын голуудын усаар Хөвсгөл нуур тэжээгдэнэ. Энд Мөнхсарьдаг уулын цас, мөстлөөс голлон тэжээгдэх Жаргалантын зүүн горхи, Баян голын Баруун цутгал горхи байна. Нуурын баруун урд эргийн дагуух шохойн чулууны хөндийлжийн нөлөө бүхий горимтой, түр урсацтай гол, горхиуд болон хур бороо, улирлын цасны усаар тэжээгдэх олон арван жижиг голууд байна. Нуурын цутгал бүх голын усны горимд ой, цэвдгийн динамикзохицуулах нөлөө үзүүлнэ. Иймээс голын усны горимыг тодорхойлогч сав газрын анхдагч зохицуулалт нь мөстөл-цэвдэг, ой эсвэл ой- цэвдэг, намаг, түүнчлэн ой, шохойн чулууны хөндийлж, дөрөвдөгчийн хурдас гэх мэт нэн хам шинжтэй байна. Хөвсгөл нуур орчныхоо агаарыг сэрүүсгэн чийгжүүлэхийн зэрэгцээ Эг голын урсацыг зохицуулна. Энэ нь Хөвсгөл нуурын сав газрын голын урсацын хоёр дахь буюу нуурын зохицуулалт болно. Үүнд: Өлхөн сайраар зөөгдөн Эг голын голдрилын эхэнд хуримтлагдах хурдас чулуулаг зохих нөлөө үзүүлнэ. Харин Эг голын хөндий дагуух гуравдагч, дөрөвдөгчийн хошуу туудас, сэвсгэр хурдас хуримтлал ба суурь чулуулгийн илрэл голын урсац, ул хөрсний усны горимыг үлэмж зохицуулна.

Эг бол 7 дугаар эрэмбийн гол бөгөөд Хөвсгөл нуураас эх авах учир нуурын усны зохицуулалтын горимтой авч урсац нь голын дагууд дөрөвдөгчийн хурдсад шингэж, нэлээд алдагдана. Түүний хамгийн том цутгал гол бол Дорнод Саяны нурууны салбар Нам цагаан хөтөл нуруу (2600 м)-ны өврөөс эх авах Хөгшин-Үүр, Залуу-Үүр голын бэлчрээс нэрлэгдэх Үүр гол юм. Энэ голын усны горим Эг голын усны горимд зонхилох нөлөө үзүүлж хаврын шар усны болон зуны хур борооны үерийн горимтой болно. Ус хурах талбай нь 42361.1 км², 509.5 км урт, 0.0016 хэвгий. Эрээн голын цутгал Илэнхэн голын эхний багахан хэсэг ОХУ-ын нутагт байна. Сав газрын 98.3 хувь Монгол нутагт байна. Голдрилын дундаж өндөр 1140 м, ус хагалбарын шугамын урт 2545.3 км, түүний дундаж өндөр 1622.5 м, голын сүлжээний нягт дунд зэрэг 0.32 км/км², ус хурах талбайн дундаж өндөр 1624.0 м, хөндийн гүн дунджаар 482.5 м, ус хурах талбайн дундаж өргөн

81.9 км, сав газрын суналын зэрэг 6.2, ус хагалбарын шугамын тахиршлын зэрэг 3.5, хажуугийн хэрчигдэл 1.3, Хортон-Страхлерийн хуулиар голын тоо, урт, ус хурах талбайн харьцаа 3.78, 2.42, 4.571 тус тус байна.

Энэ голын савд 1 дүгээр эрэмбийн сайр-горхи 2197, тэдгээрийн дундаж урт 2.2 км, ус хурах дундаж талбай 6.2 км², 2 дугаар эрэмбийн горхи 548, 3 дугаар эрэмбийн гол 128, 4 дүгээр эрэмбийн гол 28, 5 дугаар эрэмбийн гол 7, 6 дугаар эрэмбийн гол 2 байна.

Эг голын олон жилийн дундаж өнгөрөлт Хатгалд 23.8 м³/с, Алаг-Эрдэнэ орчимд нэлээд багасах ба харин Эрдэнэбулганд 26.6 м³/с байна. Үүр голын эл өнгөрөлт Цагаан-Үүр сумын орчимд 20.1 м³/с байх ба Эг голынх Булган аймгийн Хутаг-Өндөр сумын Хантай багт 99.2 м³/с болно. Голын сав газарт навчит болон шилмүүст, холимог ой ихтэй. Голын ёроол хайрга чулуун хурдастай, зарим огцом уналттай хэсэгт харгиа бий. Эг голд хаврын шар усны үерийн хамгийн их хэмжээ нь зуны хур борооныхоос бага байна. Хур борооны хамгийн их үер Хантайд 1994 онд 2740 м³/с хүрчээ.

Хөвсгөл нуурт Модон хүй, Хадан хүй, Модот толгой, Бага хүй нэртэй 4 арал байдгаас Бага хүй арал нуурын усны түвшин нэмэгдсэнтэй холбогдон 1971 оноос үзэгдэхгүй болсон байна. Эдгээрээс хамгийн том нь 8.4 км² талбайтай Модон хүй арал юм.

Хөвсгөл нуурын усны түвшний өөрчлөлт, усны балансын элементүүдийн хэлбэлзэл, өөрчлөлтөд Өлхөн сайраар зөөгдөн Эг голын эхэнд түүний голдрилд хуримтлагдах хурдас, олон жилийн цэвдгийн хайлалт, түүний динамик, усны ууршилд нөлөөлөх усны температур зэрэг элементүүдийн нөлөөллийн хувь хэмжээг тогтооход энэ ажлын зорилго оршиж байна.

Г. М. Пермикин 1857 оны 10 дугаар сард Хөвсгөл нуур дээр ирж, түүний усны түвшинг 1668 м гэсэн бол үүнээс хойш 2 жилийн дараа Радде Зүүн Саяны уулсаар аялж, Мөнхсарьдаг гарч, улмаар Хөвсгөл нуурын түвшинг 1728 м хэмээн тус тус тогтоосон байна. Гэхдээ эдгээр нь нуурын бодит түвшнээс нэлээд өндөр юм.

Хөвсгөл нуурын орчимд геологч Л. А. Ячевский 1877 онд судалгаа хийж, энэ нуурын усны түвшин 40 м орчим багасчээ гэсэн бол хожим нь В. Л. Комаров Хөвсгөл нуур ширгэж байна гэсэн эл дүгнэлтийг няцаасан юм.

Мөнхсарьдаг уулын мөстөл ба Хөвсгөл нуурын судалгааг Е. Де-Геннин-Мехилис, С. П. Перетолчин нар 1897 онд хийж, Модон хүй арлын тойргийн урт 8.5 км, навчит ойтойг дурдаад арлын баруун үзүүрийн эргийн хаданд (ухаж) нуурын түвшнээс дээш 55.4 см өндөрт усны түвшин хэмжих тэмдэг тавьж байжээ. Мөнхсарьдаг уулын мөстөл хэзээ ч өнөөгийнхөөс том талбайтай байгаагүй хэмээн дүгнэжээ. Энэ үед нуурын гадаргаас доош 128 м хүртэл усны гүний хэмжилт хийжээ.

Хөвсгөл нуурт физик-газарзүй, нуур судлалын анхны судалгааг С.П.Перетолчин 1897-1900 онд гүйцэтгэж, нуурын усны горим, урсгал, гүн, эрэг орчмыг шинжилж, нуурын урт 133.4 км, нуурын өргөн 39.5 км, гүн нь 238.3 м гэдгийг хэмжилтээр тогтоогоод түүнээс ч илүү (265 м хүртэл) гүнтэй байж

болзошгүй гэсэн байна. Түүнчлэн нуурын урд эргээр 3, 10-15 болон 26 м өндөр дэнжүүд тод ялгарна. Хөвсгөл нуурт 46 гол цутгана. Нуурын ус маш тунгалаг, цагаан диск 14.3-22.9 м гүнд харагдана. Нуурын ус 11 дүгээр сарын 20-ны үеэс хөлдөж эхлэх ба 12 дугаар сарын эхээр мөсөн бүрхүүл тогтож, 6 дугаар сарын 10-15 –ны үеэр, зарим жилд бүр хожуу 7 дугаар сарын 5-ны үед мөснөөс чөлөөлөгдөж байв. Нуурын эрэг орчмын дэнжүүдийг үзэхэд усны түвшин доошилжээ гэсэн дүгнэлтийг хийжээ. Нуурын усны түвшин буурсан нь хоёр шалтгаантай байж болохыг дурджээ. Нэгдүгээрт галт уулын үйл явц болон газар хөдлөлийн улмаас Хөвсгөл нуурыг хүрээлэн орших уулс өргөгдсөн, эсвэл Эг голын ёроол усанд элэгдэж, гүнзгийрснээс үүдэлтэй байж болох тухай таамаглалыг дэвшүүлжээ. Энэхүү судалгаа нь манай орны ус судлалын чиглэлээр хийсэн анхны бодит ажиглалт, шинжилгээний ажил байсан бөгөөд өнөөдрийг хүртэл үнэ цэнээ алдаагүй хэвээр байна.

Хөвсгөл нуур, Дархадын хотгороор В. Л. Комаров ба А. А. Еленкин нар 1902 онд аялж, Хөвсгөл нуурын талаар олон чухал мэдээлэл, дүгнэлтийг толилуулжээ. В. Л. Комаров Хөвсгөл нуур орчимд олон жилийн цэвдэг түгээмэл тархсан, нуурын зүүн эрэгт 70 см гүнд олон жилийн цэвдэгтэйг илрүүлж, энд халиа тошин элбэг байдгийг тэмдэглэжээ. Тэрээр Хөвсгөл нуурын түвшин буурсан гэсэн өмнөх судлаачдын дүгнэлтэд ихээхэн анхааралтай хандаж, нуурын эргэн тойронд дэнжүүд байхгүй, зөвхөн хэсэгхэн газарт байна гээд нуурын өмнөт эрэг, Эг голын эх орчимд буй дэнжүүд бол Хөвсгөл нуурын үйл ажиллагаагаар үүсээгүй, харин Өлхөн сайраас үүссэн, тэрчбайтугай, Хөвсгөл нуурын усны түвшин нэмэгдэх үед нуурын эрэг Өлхөн сайрын голдрил руу сэтэрч Эг гол үүссэн хэмээн дүгнэжээ.

Хөвсгөл нуурын судалгааг В. С. Ельпатовский 1903 онд хийж, нуурын өргөн 45 км, урт 139 км, нуурын усны түвшин 1554 м гэжээ. Нуур нэлээд хожуу хөлдөж, 6 дугаар сарын 1-нд нуурын зарим хэсэг мөстэй байсныг тэмдэглээд, нуурын эрэг орчимд нэгдүгээр дэнж 1.85 м, хоёрдугаар дэнж 10-14 м өндөрт байгааг ажиглажээ. Мөн нуурын усны гүнийг 49 цэгт хэмжиж, хамгийн их гүнийг 245 м гэж тогтоожээ. Тэр үед нуурын ус маш тунгалаг, тунгалагшил 24.5 м хүрч байжээ.

Анх В. Л. Комаров ба А. А. Еленкин нар 1902 онд Хөвсгөл нуур, Дархадын хотгор орчмоор аялж, Мөнхсарьдаг уулын мөстөл өмнө нь асар том талбайг хамарч, Хөвсгөл нуурын хойт эрэгт тулж байсан хэмээн тэмдэглэжээ.

Эртний мөстлийн ул мөр Монгол Алтай, Хангай, Хэнтий нуруу, Хөвсгөлийн уулсад элбэг тохиолдох ба Говь Алтай нуруунд ч мэр сэр бий гэж Ш.Цэгмид (1968 он) тэмдэглэжээ. Эртний мөстлийн байршил, эзлэх талбайг түүний ул мөрөөр тодорхойлсон судалгааны үр дүнг академич Ш. Цэгмид (1953) нэгтгэн дүгнэж, эртний мөстлийн талбай Хөвсгөлийн уулсад 2420 км² байжээ гээд адгийн моренуудын үнэмлэхүй өндөр, мөстлийн зузаан, давтагдлын тоо зэргийг гаргажээ.

Монгол-Оросын хамтарсан Хөвсгөлийн иж бүрэн экспедицийн ажлын хүрээнд Н.Батсүх (1970-1974 онд) Хөвсгөл нуурт цутгадаг 11-15 гол горхийг суурин аргаар судалж, тэдгээр голуудын жилийн дундаж урсацын модуль (2.06-8.90 л/с км²), түүнд газар доорх усны эзлэх хувь хэмжээг (14-40 %) тогтоож, хамгийн их нь сав газрын баруун өмнөт хэсгийн хөндийлжсэн чулуулаг тархсан хэсэгт байгааг илрүүлжээ. Түүнчлэн урсацын тархацын зургийг зохиосон нь

“Хөвсгөл нуур” атласт хэвлэгджээ. Хөвсгөл нуурын усны тэнцлийг(1970-1971 онд) тооцоолж, хур тунадас 367 мм, нийт цутгал урсац 337 мм, ууршил 474 мм, нуураас гарах урсац 73 мм, нууран дахь усны хуримтлал +200 мм, балансын зөрүү -43 мм болохыг тогтоожээ. Энэ ажил бол Монгол орны усны сав газрын иж бүрэн судалгааны эхлэл, жишиг судалгаа болсон юм.

Гадаргын усны горим, нөөцийн судалгааг Н.Дашдэлэг, Б.Бат нар “Монгол орны гол мөрөн” (1972), Б.Мягмаржав, В.А.Семенов нар хянан тохиолдуулсан “БНМАУ-ын гадаргын усны нөөц” (1975), В.А.Семенов, Б.Мягмаржав нар хянан тохиолдуулсан “Сэлэнгэ мөрний сав газрын голуудын усны горим, урсац бодох аргазүй” (1977), Б.Мягмаржав, Г.Даваа нарын хянан тохиолдуулсан “Монгол орны гадаргын ус” (1999) хийж, эдгээр бүтээлүүдэд Хөвсгөл нуур, түүний сав газрын усны горим, нөөцийн судалгааны үр дүн тусгалаа олжээ.

Хөвсгөл нуур судлалын өртөөг 1984 онд байгуулж, ус судлаач Т.Цэнгэл тус нуурын усны тэнцлийг нарийвчлан судалж, түүний олон жилийн динамик, онцлогийг тогтоожээ. Усны балансын зарлагын багагүй хэсэг нь Хөвсгөл нуураас эх авдаг Эг голын урсац юм. Энэ голын усны горим нь нуурын усны горимоос шууд хамаарч, түүгээр зохицуулагдах ба нуураас жилд дунджаар 187 мм буюу 0.52 км³ ус урсан гарна. Судалгааны хугацаанд Эг голын жилийн урсацын хамгийн их хэмжээ нь 413 мм, хамгийн бага нь 55.5 мм байв. Түүний жилийн доторх урсац нуурын усны түвшинг даган өөрчлөгдөх бөгөөд бага устай үе (10.4-12.6 мм) 1-5 дугаар сард тохиолдож, харин хамгийн их урсац 9 дүгээр сард (23.9 мм) ажиглагдана. Хөвсгөл нуур 1964-1972, 1979-1983 онуудад татруу устай, 1972-1979, 1983-1990 онуудад элбэг устай байжээ. Нуурын усны түвшин 1964-1970 онд 18 см, 1978-1982 онд 48 см буурч, харин 1971-1977 онд 73 см, 1982-1990 онд 35 см нэмэгдэж байжээ.

Хөвсгөл нуурын ус химийн найрлагаараа гидрокарбонатын ангийн кальцийн бүлэгт багтана. Нуурын усны олон жилийн дундаж эрдэсжил 227 мг/л байна. Тус нуурын сав дахь гадаргын усны эрдэсжил харилцан адилгүй, хамгийн бага эрдэсжилтэй нь мөстөл, мөсөн голоос эх авдаг Жаргалант, Мунгараг гол (< 50 мг/л), хамгийн их эрдэсжилтэй нь Турт гол (> 250 мг/л) юм. Хөвсгөл нуурын сав газарт шохойн чулуу, шохой агуулагч хурдас өргөн тархсан хийгээд чийглэг уур амьсгалын нөлөөгөөр угаагдлын процесс байнга явагддаг ба мөн хотгор газрын шаварлаг хурдас болон усан дахь ион солилцооны үр дүнд цэнгэг ус бүрдэх ба кальцийн ионы усан дахь агууламж бусад сав газрын голуудынхаас харьцангуй их байна (Г. Даваа, 1992).

Цаг уурын Хатгал станц 1963, цаг уурын Ханх харуул 1971, Ус судлалын Хөвсгөл – Хатгал харуул 1963, Хөвсгөл–Ханх харуул 1971 оноос тус тус байнгын ажиглалт, шинжилгээг хийсээр иржээ.

Энэхүү судалгаанд Цаг уурын Хатгал станц 1963 (1963 оноос хойш ажилласан), Ус судлалын Эг – Алаг-Эрдэнэ харуул 1974-1984, Эг – Хатгал харуул 1962-1977, 1985-1993, 1995, 2005-2010, Хөвсгөл нуур – Хатгал харуул 1963, Хөвсгөл нуур-Ханх харуулд 1971 оноос хойш тус тус 2010 хүртэл хийсэн ус, цаг уурын ажиглалтын мэдээг ашиглав. Цаг уурын Хатгал өртөөний хөрсний гүний температурын мэдээ, Газарзүйн хүрээлэнгийн ЭША Н. Шархүүгийн Хөвсгөл нуурын сав газарт хийсэн хөрсний гүний температурын мэдээг цэвдгийн өөрчлөлтийн тооцоонд ашиглав. Сансрын LANDSAT TM дагуул, М1:100000 топозургийн мэдээг Хөвсгөл нуурын усан талбай, гол, горхины дүрсзүйн

элементүүд, Мөнхсарьдаг уулын мөстлийн динамикийг тогтооход тус тус ашиглав.

Орлого, зарлагын иж бүрдэлтэй байх нуурын усны балансын орлогын хэсэгт нуурт цутгах гол мөрөн, газар доорх ус, нуурын мандалд унах хур тунадас, зарлагын хэсэгт усны ууршил, гадаргын болон газар доогуур нуураас гадагш алдагдах урсац зэрэг орно. Усны балансын эдгээр хэмжигдэхүүнийг өндөр нарийвчлалтай багажаар хэмжвэл хамгийн үнэн зөв тодорхойлох боловч Хөвсгөл нуурын савд нуурын усны түвшин, температур, Эг голын урсацын мэдээнээс өөр байнгын ажиглалтын мэдээ хомс байна. Гэхдээ цаг уурын өртөө, харуулд хийсэн хур тунадас болон цаг уурын ажиглалтын байнгын мэдээг ашиглан нуурын усны балансын хэмжигдэхүүнийг дам аргаар тодорхойлох боломжтой.

$$\frac{dGW}{dt} = Y_r(t) + P(t) - E(t) - Y_{э}(t) \pm dV(t) \quad (1.71)$$

Үүнд: $dV(t)$ – баланс тооцох Δt хугацаанд өөрчлөгдөх нуурын усны эзлэхүүн, $P(t)$ - нуурын мандалд унах хур тунадас, $Y_r(t)$ – нуурт цутгах гадаргын (гол горхины) урсац, $Y_{э}(t)$ - Эг голын урсац, $E(t)$ - нуурын усны ууршил, $\frac{dGW}{dt}$ - нуурт цутгах нийт ба түүнээс гадагшлах газар доорх усны урсацын ялгавар;

Хөвсгөл нуурын усны ууршлыг дараах эмпирик томъёогоор тооцно (Г.Даваа, 1991/.

$$E = 0.19(1 + 0.75V_{200})(e_0 - e_{200}) \quad (1.72)$$

Үүнд: E -ууршил, мм, V_{200} -салхины хурд, e_0 -усны гадаргын температураар олсон ханасан уурын даралт, гПа, e_{200} - агаарын үнэмлэхүй чийг

Хөвсгөл нуураас эх авах Эг голын урсац эл нуурын усны түвшний горимоор ерөнхийдөө зохицуулагдах боловч нуурын хоолойд цутгах Булгийн давааны сайр, Өлхөн сайрын адгаас Эг голын голдрилд цутгах аллювийн хурдас хуримтлалын процесс зонхилох нөлөөг үзүүлнэ. Эг голын тэг өнгөрөлтөд харгалзах Хөвсгөл нуурын усны түвшин буюу Эг голын голдрилын эхэн дэх ёроолын хурдаснаас бүрдэх босгоны өндрөөр Эг голын урсац зохицуулагдана. Эг гол-Хатгал, Алаг-Эрдэнэ харуулд хэмжсэн усны өнгөрөлт ба Хөвсгөл нуурын усны түвшний жил, жилийн хамаарлаар Эг голын тэг өнгөрөлтөд харгалзах Хөвсгөл нуурын усны түвшинг тогтоох замаар эл босгоны өндөр, түүний хэлбэлзлийг олно.

Хөвсгөл нуурын усны түвшний горимд нөлөөлөх өөр нэгэн хүчин зүйл бол сав газрын олон жилийн цэвдгийн гүн, зузааны хэлбэлзэл болно. Үүнийг тогтооход цэвдэг хөрсний гүний температурын мэдээгээр Фурьегийн нэгдүгээр хуулийг үндэс болгон хөрсөнд нэвчих дулааны үзүүлэлт, хөрсний тэг градусын гүн, тэдгээрийн өөрчлөлтийг олж болно. Фурьегийн нэгдүгээр хуулиар хөрсний янз бүрийн гүний температурын хэлбэлзлийн агууриг (амплитуд) хөрсний гадаргаас гүн рүү экспоненциаль байдлаар буурна. Тэг агууригийн гүн нь хөрсний гэсэлт, хөлдөлтийн гүн болно. Илэрхийлбэл:

$$A(z) = A_0 \exp\left(-\sqrt{\frac{\pi c}{\lambda T}} z\right) \quad (1.73)$$

Үүнд: $k = \sqrt{\frac{\pi c}{\lambda T}}$ хөрсөнд нэвчих дулааны үзүүлэлт, $A(z)$ – хөрсний z гүний температурын тодорхой хугацаан дахь хэлбэлзлийн агууриг, A_0 - хөрсний гадаргын температурын тодорхой хугацаан дахь хэлбэлзлийн агууриг, $\pi = 3.14$, C – хөрсний үе давхаргын хувийн дулаан шингээлт, $J/kg \cdot ^\circ C$, λ - хөрсний дулаан дамжуулалтын итгэлцүүр, $J/m \cdot ^\circ C \cdot \text{цаг}$, z – хөрсний гүн, м.

Хөрсөнд дулаан нэвчих гүн буюу гүний температурын тэг агууригийн гүнийг дараах байдлаар олж болно.

$$\xi = \sqrt{\frac{\pi c}{\lambda T}} \ln \frac{A_0}{A_\xi} \quad (1.74)$$

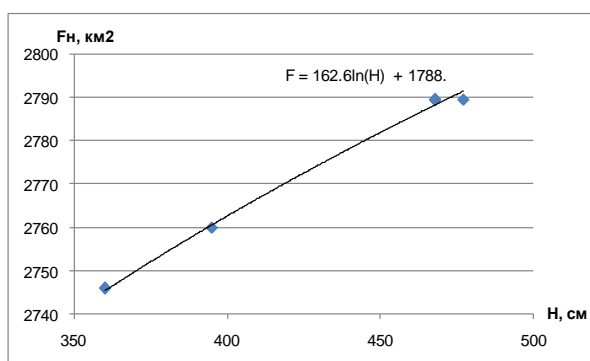
Үүнд: $A_\xi = 0.001^\circ C$

Хөвсгөл нуурын усан мандлын талбай тэлж, түүнийг дагаад эргийн шугам, эзлэхүүн нэмэгдэж байна. Нутгийн уугуул иргэдийн яриагаар нуурын талбай тэлж байгаа нь тодорхой байдаг. Ханх сумын төвд нуурын эргийн дагуу орших дэлгүүр, хоолны газар зэрэг байшин ба нуурын хооронд 1960-аад оны үед морь аргамждаг байсан бол 1980-аад оны дундуур гэхэд нөгөө байшингууд нуурын эргээс 1м зайд байх болжээ.

1.20 дугаар хүснэгт. Хөвсгөл нуурын усан мандлын талбай ба эргийн шугам

он, сар, өдөр	Нуурын усны түвшин, см (Хөвсгөл- Хатгал харуул)	Нуурын талбай, км ²	Эргийн шугамын урт, м
LANDSAT TM -2006.09.09	462	2790.14	442.22
LANDSAT TM -2007.08.11	468	2789.36	449.53
LANDSAT TM -2007.09.12	468	2789.36	449.53
LANDSAT 7 ETM -2010.08.19	477	2789.55	443.84
Мангазеев, Рогозин, 1974	395	2760.0	
M1:100000 топозураг 1940-өөд он	360	2745.9	393.18

Сансрын LANDSAT дагуулын мэдээ ба бусад эх үүсвэрээс тодорхойлсон Хөвсгөл нуурын талбай, эргийн шугамын уртыг 1.20 дугаар хүснэгтэд нэгтгэв. Монгол-Оросын хамтарсан Хөвсгөлийн иж бүрэн экспедицийн хүрээнд В.Я.Мангазеев, А.А.Рогозин нар 1974 онд Хөвсгөл нуурын талбайг 2760 км², эзлэхүүнийг 383.3 км³ гэж тодорхойлсон байдаг (Атлас озера Хубсугул, 1989) ба энэ жилд ус судлалын Хөвсгөл-Хатгал харуулд жилийн дундаж усны түвшин 395 см байв. Эдгээр хэмжилтэд үндэслэн M1:100000 масштабтай топозургаар тодорхойлсон талбайд харгалзах усны түвшинг Хөвсгөл-Хатгал ус судлалын харуулаар олбол 360 см болно (1.20 дугаар хүснэгт). Энд дурдсан нуурын талбай ба усны түвшнээр $F_H = f(H)$ хамаарлын муруйг байгуулав.

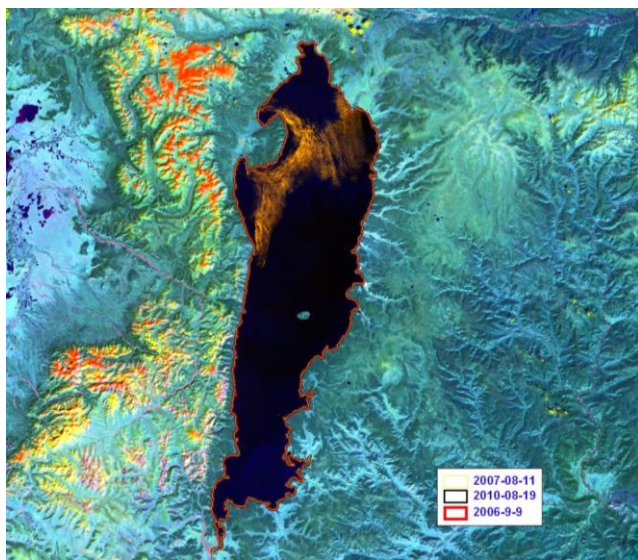


1.75 дугаар зураг. Хөвсгөл нуурын талбай ба усны түвшин хоорондын хамаарал

Хөвсгөл нуурын талбай ба усны түвшин хоорондын эл хамаарлыг ашиглан нуурын дурын түвшинд харгалзах талбайг тодорхойлж болно (1.75 дугаар зураг). Хандлагын шугаман тэгшитгэлээр тооцвол Хөвсгөл нуурын талбай 1963 оноос 2010 он дуустал 33.26 км^2 , эзлэхүүн 2.254 км^3 нэмэгдсэн байна.

Усны баланс. Хөвсгөл нуурын мандалд унах жилийн нийлбэр хур тунадас, нуурын усны эзлэхүүний өөрчлөлт, ууршлыг 47 жилээр (1964-2010 он) тооцов. Харин Эг голын урсацыг ус судлалын Эг-Хатгал, Эг-Алаг-Эрдэнэ харуулд зарим жилд (25 жил) ажигласан урсацын мэдээгээр тооцож, эдгээр жилд нуурт цутгах гадаргын ба газар доорх урсац, нуураас газар доогуур гадагш алдагдах усны ялгаврыг балансын үлдэгдэл гишүүнээр тодорхойлов. Хөвсгөл нуурын усны балансын олон жилийн дундаж үзүүлэлтийг 1.21 дүгээр хүснэгтэд үзүүлэв. Нуурын усны балансын орлогын хэсгийн 25 жилийн дундаж хэмжээ 2.290 км^3 , харин зарлагын хэсгийнх 2.328 км^3 тус тус болж, орлогын хэсэг нь зарлагаас 1.6 хувь (-0.038 км^3) бага байна.

Усны балансын 25 жилийн дунджаас үзвэл Хөвсгөл нуурын мандалд унах жилийн хур тунадас Эг голын урсацтай, гадаргын ба газар доорх цутгал урсац усны ууршилтай ойролцоогоор тэнцүү байх онцлогтой байна (1.21 дүгээр хүснэгт).



1.76 дугаар зураг. Хөвсгөл нуур, (LANDSATETM, 2010-08-19)

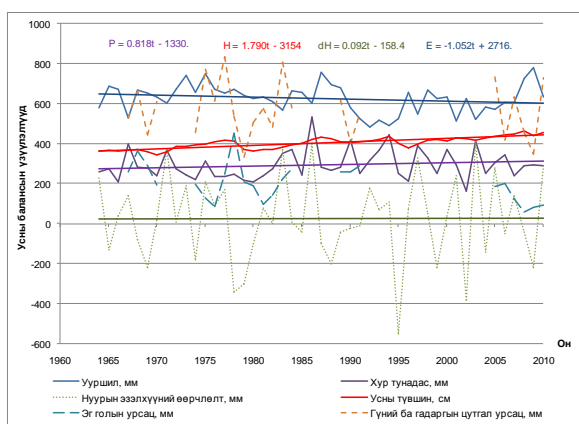
1.21 дүгээр хүснэгт. Хөвсгөл нуурын усны баланс (25 жил ба 1964-2010 оны дундаж)

Тооцсон хугацаа	Эг голын урсац		Ууршил		Хур тунадас		Эзлэхүүний өөрчлөлт		Нуурт цутгах нийт ба гадагш алдагдах газар доорх урсацын ялгавар	
	км^3	мм	км^3	мм	км^3	мм	км^3	мм	км^3	мм
25 жил	0.574	208	1.754	635	0.784	284	-0.038	-14	1.506	545
1964-2010	-	-	1.730	626	0.815	295	0.071	25	-	-

Хөвсгөл нуураас газар доогуур гадагш урсах усны хэмжээг тодорхойлох боломжгүй хэдий ч нуурт цутгах нийт урсац ба түүнээс гадагш алдагдах газар доорх усны ялгавар эерэг байна. Иймээс балансын зарлагын хэсгийг нуурын усны ууршил ба Эг голын урсац үндсэндээ бүрдүүлж байна.

Нуурын ус 5-12 дугаар сарын дунд хүртэл уурших бөгөөд XII сарын дунд үеэс IV сарыг дуустал мөсөн бүрхүүлтэй байна.

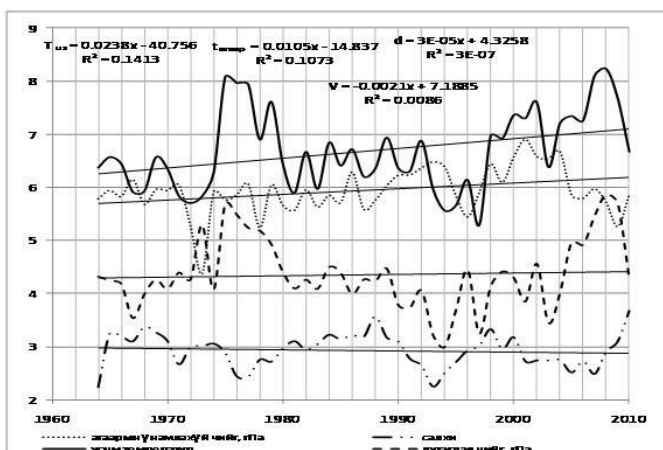
Цаг уурын Хатгал өртөө, Хөвсгөл-Хатгал ус судлалын харуулын 1964-2010 оны мэдээг ашиглан 1.72 дугаар томъёогоор ууршлыг тооцов. Нуураас уурших усны хэмжээ Эг голын урсацын мэдээтэй 25 жилийн дунджаар 1.754 км^3 бол харин 1964-2010 оны дунджаар 1.730 км^3 байна (1.21 дүгээр хүснэгт). 25 жилийн дунджаар балансын зарлагын хэсгийн 75 хувь ууршил, үлдэх 25 хувь Эг голын урсац болно.



1.77 дугаар зураг. Хөвсгөл нуурын усны балансын элементийн явц

Хөвсгөл нуурын усны ууршил бага зэрэг буурах хандлагатай байх бөгөөд хандлагын шугамаар тооцвол 1964 оноос 2010 хүртэл 7.5 хувь (49 мм) буурсан байна (1.77 дугаар зураг). Энэ нь нуурын усны түвшинг 5 орчим см нэмэгдүүлэх нөлөө үзүүлжээ.

Хөвсгөл нуур их ус агуулсан, гүнзгий, усны түвшний хэлбэлзлээр түүний усан мандлын талбай маш бага өөрчлөгддөг, хүйтэн устай зэрэг нь ууршил бага байх нөхцөл бүрдүүлнэ. Ус халах, хөрөх процесс ууршилд чухал нөлөөтэй. Усны дулаан нэмэгдэхийн хэрээр усны молекулын кинетик эрч хүч идэвхжиж усны ууршил нэмэгдэнэ. Усны ууршил цаг агаарын хүчин зүйлсээс голлон хамаарч зөвхөн агаарын үнэмлэхүй чийгийн хэмжээ 1 гПа буурахад хуурайшил ихтэй үед 19 хувь, чийглэг үед 5 хувь, усны температур 1 градусаар нэмэгдэхэд 10-12 хувь, салхины хурд 1 м/с ихсэхэд бага салхитай (2 м/с) үед 24 хувь, их салхитай (10 м/с) үед 8 хувиар тус тус нэмэгдэнэ гэж тооцсон байдаг (Г.Даваа, 1996).



1.78 дугаар зураг. Ууршилд нөлөөлөх ус, уур амьсгалын хүчин зүйлс (5-12 дугаар сарын дундаж)

Хөвсгөл нуурын усны гадаргын температураар олсон үнэмлэхүй чийг 2 м-ийн өндөр дэх агаарын үнэмлэхүй чийгийн зөрүү бараг өөрчлөлтгүй, салхины хурд бага зэрэг буурах хандлагатай байна (1.78 дугаар зураг). Эдгээр нь усны ууршлыг бууруулах хүчин зүйлс болж байна.

Бараг жил бүр Өлхөн сайрт төдийгүй, Булгийн давааны сайрын уруйн үер аллювийн хурдсыг нуурын хоолойд хуримтлуулж, Хөвсгөл нуурын босгыг өндөрлөсөөр нуураас гарах усны хэмжээ жилээс жилд буурах ерөнхий хандлага илэрч байна.



1.79 дүгээр зураг. Эг голын урсацын тулалт ба уналт, нуурын усны түвшний хэлбэлзэл

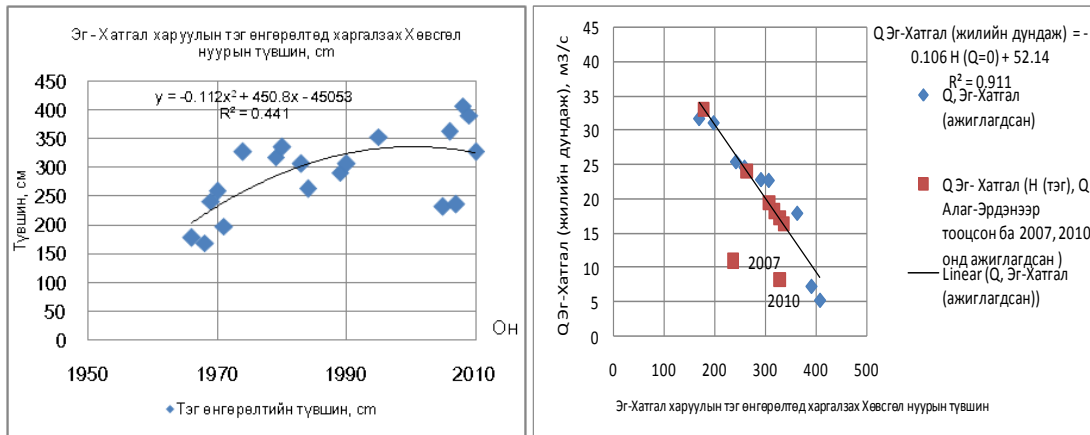
1. 22 дугаар хүснэгт. Хөвсгөл нуурын усны түвшин ба Эг голын усны өнгөрөлт хоорондын хамаарал

Он	Хөвсгөл нуурын усны түвшин ба Эг голын усны өнгөрөлт хоорондын хамаарлын тэгшитгэл	R ²	Эг голын тэг өнгөрөлтөд харгалзах Хөвсгөл нуурын түвшин, см
1966	$H = 178.9 Q_{eq}^{0.236}$	0.922	178.9
1968	$H = 169.7 Q_{eq}^{0.22}$	0.740	169.7
1969	$H = 242.2 Q_{eq}^{0.119}$	0.575	242.2
1970	$H = 258.9 Q_{eq}^{0.098}$	0.760	258.9
1971	$H = 198.2 Q_{eq}^{0.168}$	0.820	198.2
1974	$H = 328.1 Q_{eq}^{0.087}$	0.719	328.1
1975	Хамааралгүй	-	-
1976	Хамааралгүй	-	-
1977	Хамааралгүй	-	-
1978	Хамааралгүй	-	-
1979	$H = 318 Q_{eq}^{0.087}$	0.696	318
1980	$H = 335.5 Q_{eq}^{0.059}$	0.352	335.5
1981	Хамааралгүй	-	-
1982	Хамааралгүй	-	-
1983	$H = 306.7 Q_{eq}^{0.117}$	0.807	306.7
1984	$H = 263.0 Q_{eq}^{0.184}$	0.889	263
1989	$H = 291.3 Q_{eq}^{0.109}$	0.857	291.3
1990	$H = 306.6 Q_{eq}^{0.089}$	0.437	306.6
1995	Хамааралгүй	-	-
2005	$H = 232.5 Q_{eq}^{0.217}$	0.831	232.5
2006	Хамааралгүй	-	-
2007	$H = 236.2 Q_{eq}^{0.264}$	0.842	236.2
2008	$H = 407.5 Q_{eq}^{0.091}$	0.832	407.5
2009	$H = 390.6 Q_{eq}^{0.058}$	0.724	390.6
2010	$H = 327.6 Q_{eq}^{0.152}$	0.743	327.6

Эг гол Алаг-Эрдэнэ сум орчимд үерлэх үед 1975, 1977, 1979, 1980, 1983, 1984, 2008 онд нуурын хоолойд хурдас хуримтлагдаж, Эг голын эхэнд урсацын

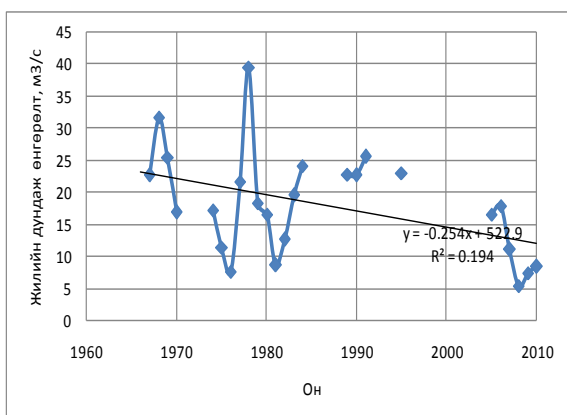
хахаа, боолт үүссэнээс нуурын түвшин нэмэгдэж байсан бол 1978, 1979 онд 2 жилийн турш, 1976, 1983, 1995 онд түр зуурын хугацаанд нуурын хоолойн ёроолын хурдас угаагдаж, Эг голын урсац эхэндээ нэмэгдэж байжээ (1.79 дүгээр зураг). Эдгээр жилүүдэд Хөвсгөл нуурын усны түвшин ба Эг голын урсац хоорондын хамаарал алдагдах ба босгын өндөр огцом өөрчлөгдсөнөөс эл хамаарал эрс өөрчлөгдөнө (1.22 дугаар хүснэгт).

Хөвсгөл нуурын хоолой, Эг голын эхэнд ёроолын хурдас хуримтлагдаж, Эг голын тэг өнгөрөлтөд харгалзах Хөвсгөл нуурын усны түвшин нэмэгдэж (1.80 дугаар зураг, а), Эг голын урсац буурч байна (1.80 дугаар зураг, б).



1.80 дугаар зураг. Эг голын усны тэг өнгөрөлтөд харгалзах Хөвсгөл нуурын усны түвшний явц (а) ба түүнээс Эг голын урсацын (б) хамаарал

Эг голын тэг өнгөрөлтөд харгалзах Хөвсгөл нуурын түвшин 1966-2010 оны хооронд нийтдээ 1.48 м-ээр нэмэгдэж, энэ хэмжээгээр Эг голын эхний босго өндөрсжээ. Үүнтэй уялдан Эг голын эхэнд жилийн дундаж өнгөрөлт 1967 онд $22.6 \text{ м}^3/\text{с}$, Хөвсгөл нуурын усны дундаж түвшин 367 см байсан бол 2010 онд Эг голын усны өнгөрөлт $8.37 \text{ м}^3/\text{с}$ хүртэл багасч, нуурын усны жилийн дундаж түвшин 452 см хүрч нэмэгджээ (1.79 дүгээр зураг).



1.81 дүгээр зураг. Эг голын урсацын хэлбэлзэл

Цаг уурын Хатгал өртөөнд ажигласан хур тунадсаар Хөвсгөл нуурын мандалд унах хур тунадсыг тооцов.

Хөвсгөл нуурын харьцах талбай их буюу 0.56 тул нуурын мандалд унах хур тунадас усны балансын орлогод ихээхэн үүрэгтэй байна. Хөвсгөл нуурын

мандалд 1964-2010 оны дунджаар 0.815 км^3 , харин 25 жилийн дунджаар 0.784 км^3 ус (балансын орлогын хэсгийн 34 хувь) хур тунадас хэлбэрээр унаж байна (1.21 дүгээр хүснэгт). Хур тунадасны хэмжээ 1990-ээд он хүртэл нэмэгдэж, түүнээс хойш хандлагаар тооцвол 18 хувь буурч байна. Харин сүүлийн 47 жилээр авч үзвэл түүний хэмжээ бараг хэвийн, хандлагын шугамаар тооцвол 1964 оноос өнөөг хүртэл (2010) 1 хувь (3 мм) нэмэгдсэн байна.

Эг голын урсацын хэмжилттэй 25 жилд нуурт цутгах гадаргын ба газар доорх урсац, нуураас гадагшлах газар доорхусны ялгаврыг балансын тэгшитгэлийн үлдэгдэл хэлбэрээр тодорхойлж болно.

Гадаргын ба газар доорх цутгал урсацын 25 жилийн дундаж хэмжээ 1.506 км^3 ба балансын орлогын хэсгийн 66 хувь нь болно (1.21 дүгээр хүснэгт). Баланс тооцсон 25 жилд жилд нуурт цутгах гадаргын ба газар доорх урсац, нуураас гадагшлах газар доорх усны ялгаврын хамгийн их хэмжээ 2.31 км^3 (1977 он), хамгийн бага нь -0.04 км^3 (1995 он) байна.

Хөвсгөл нуурын усны эзлэхүүнийг Эг голын урсацтай харьцуулан нуурын ус бүрэн солигдох хугацааг ойролцоо тооцож болох юм. Энэ нь 546 жил болж байгаа нь Хөвсгөл нуур усны солилцоо маш удаан хугацаанд явагдах нөхцөлтэй байна.

Хөвсгөл нуурын усны эзлэхүүн жилд 1.137 км^3 буюу 410 мм (2003 он) хүртэл нэмэгдэх ба -1.523 км^3 буюу -550 мм (1995 он) хүртэл багасна. Баланс тооцсон 25 жилд жилийн эзлэхүүний өөрчлөлтийн дундаж хэмжээ -0.038 км^3 бол олон жилийн (1964-2010 он) дундаж хэмжээ нь 0.071 км^3 буюу 25 мм байна (1.21 дүгээр хүснэгт). Үүний үр дүнд нуурын усны түвшин, усан мандлын талбай, эзлэхүүн нэмэгдсээр байна (1.77 дугаар зураг).

Усны балансын орлогын хэсэг (хур тунадас, цутгал урсац) нуурын усны эзлэхүүний өөрчлөлтийг үндсэндээ тодорхойлж, харин зарлагын хэсэгт мэдэгдэхүйц нөлөөгүй байна. Баланс тооцсон 25 жилд орлого ба зарлагын хэсгүүд ба нуурын усны эзлэхүүний өөрчлөлт хоорондын хамаарлын итгэлцүүр $r_{\text{орлого}}=0.89$, $r_{\text{зарлага}}=0.24$ тус тус байна. Тэгэхдээ нуурын эзлэхүүний өөрчлөлтөд түүнд цутгах гадаргын ба газар доорх ус, нуураас алдагдах газар доорх усны ялгаврын нөлөө давамгайлж ($r_y = 0.85$), харин хур тунадасны нөлөө маш бага байна ($r_p = 0.33$).

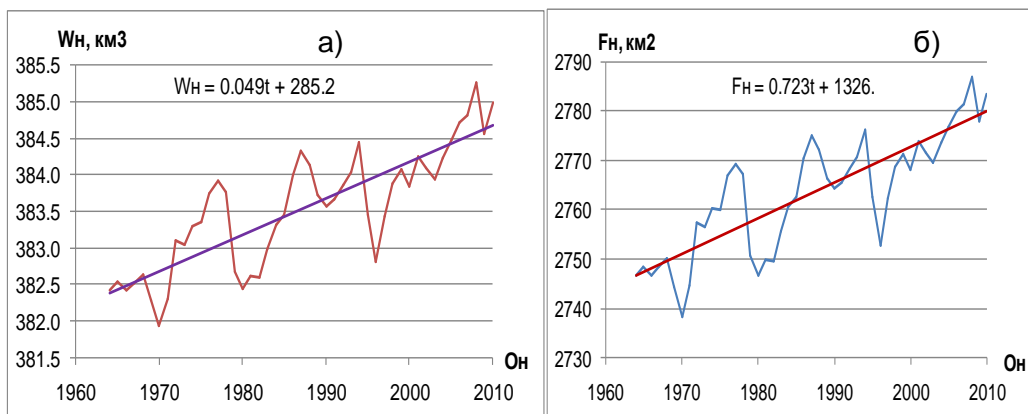
Нуурын усны эзлэхүүний жилийн өөрчлөлт, ууршил хооронд тодорхой хамаарал ажиглагдахгүй ($r_E=0.1$) байна.

Хэдийгээр Хөвсгөл нуурын босго өндөрсөж, Хөвсгөл нуурын усны түвшин, Эг голын урсац хоорондын хамаарлын хэлбэр өөрчлөгдөж байгаагаас болж Эг голын урсац нуурын усны эзлэхүүний өөрчлөлтийн хэмжээг тодорхойлж чадахгүй ($r_{Эг}=0.37$) байгаа боловч тухайн жилийн Хөвсгөл нуурын усны түвшний хэлбэлзлийг Эг голын усны урсац дагах тул түүний урсац нуурын усны эзлэхүүний өөрчлөлтийн хандлагыг илэрхийлж байна (1.77 дугаар зураг).

Хөвсгөл нуурын дүрсзүйн үзүүлэлтүүдийн олон жилийн явцаас үзэхэд тухайн үедээ хамгийн их хур тунадастай, жилийн дундаж усны түвшин 350 см, нуурын талбай 2745 км^2 , эзлэхүүн 382.3 км^3 байсан 1972 онд усны түвшин дунджаар 388 см болж, нуурын талбай 2757 км^2 , эзлэхүүн 383.1 км^3 хүрч, өмнөх жилийнхээс талбай 12 км^2 , эзлэхүүн 0.8 км^3 нэмэгджээ. Харин өмнөх жилийн усны түвшнээс 39 см бага буюу 373 см түвшинтэй байсан 1979 онд нуурын

талбай өмнөх жилийнхээс 16.4 км^2 , эзлэхүүн 1.09 км^3 тус тус багасч, нуурын талбай 2751 км^2 , эзлэхүүн 382.7 км^3 болсон байна. Эндээс үзэхэд нуурын талбай ба эзлэхүүний жилийн өөрчлөлтийн агууриг 28 км^2 ба 1.9 км^3 болж байна.

Сүүлийн 1963-2010 он хүртэлх 47 жилд нуурын жилийн дундаж түвшний хамгийн их нь 2008 онд 466 см, хамгийн бага нь түвшин 1970 онд 346 см байна. Энэ үед $2787\text{-}2738 \text{ км}^2$, эзлэхүүн $385\text{-}382 \text{ км}^3$ хооронд өөрчлөгдөж байна.



1.82 дугаар зураг. Хөвсгөл нуурын усан мандлын талбай (а) ба эзлэхүүн (б)

Нуурын усны жилийн дундаж түвшний хэлбэлзлийн олон жилийн (1964-2010) үнэмлэхүй агууриг 1.20 м байна.

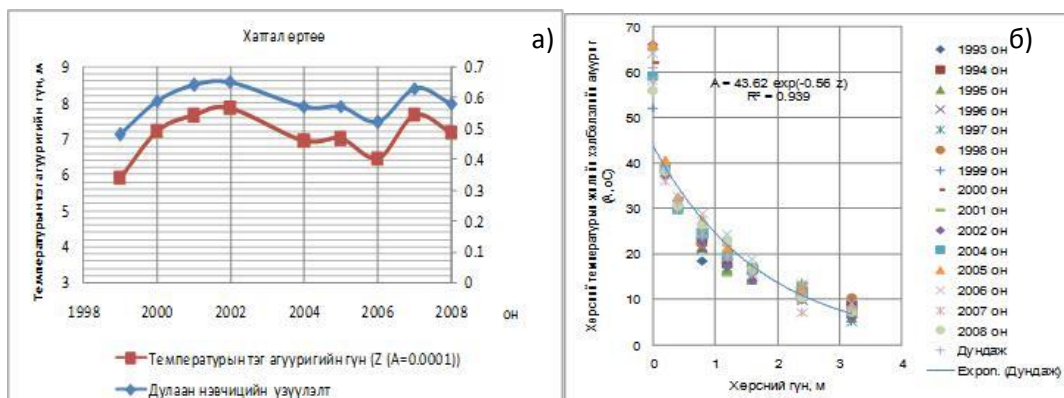
Сүүлийн хориод жилийн хуурайшилттай үед нуурын усны түвшин, эзлэхүүн нэмэгдэж байгаа нь дээрх шалтгааны зэрэгцээ дулаарлаас үүдэн цэвдэг чулуулгийн гэсэлтийн гүн нэмэгдэж, улмаар газар доорх усны урсац, ул хөрсний ус гол, нуурыг тэжээх нөхцөл сайжирч, Мөнхсарьдаг уулын мөстөл хайлах хэмжээ нэмэгдэж байгаа зэрэгтэй холбоотой байж болно.

Хатгал тосгонд 1981-1985 онд цэвдгийн судалгаа хийж, Бүүвэйбаатарын бичсэн “Монгол орны хойт хэсгийн улирлын ба олон жилийн цэвдгийг судлах” сэдэвт ЭША-ын тайлангаас үзвэл цэвдэг чулуулгийн температур дунджаар $-2.5 - 3.5^\circ\text{C}$ байжээ. Харин хөрсний өнгөн хэсэг жилд дунджаар 4 дүгээр сарын сүүлчээс эхлэн 9 дүгээр сарын эхэн хүртэл гэсч, 9 дүгээр сарын дунд үеэс хөрс өнгөн талаасаа хөлдөж эхлэн, энэ үзэгдэл бараг 3 дугаар сар хүртэл үргэлжилж байжээ. Хөрсний хөлдөлт, гэсэлтийн гүн 1.6-4.0 м байв. Олон жилийн цэвдгийн мөсний агууламж 40-30% хүрэх бөгөөд гэсэхдээ 30% хүртэл суулт өгөх ажээ.

Цаг уурын Хатгал өртөөний хөрсний гадаргын температур 1970-2008 онд 2.6°C буюу $0.06^\circ\text{C}/\text{жил}$ нэмэгджээ. Энэхүү температур нэмэгдэж буй байдал статистик үнэмшилтэй ($R^2 = 0.395$) байна. Хатгал өртөөний хөрсний гүний температурын хоногийн дундаж мэдээгээр хөрсөнд дулаан нэвчицийн үзүүлэлт (к) сүүлийн 10 жилийн дунджаар (1999-2008) 0.56 байсан ба 0.02 хэмжээгээр нэмэгджээ. К үзүүлэлтийн утга 0.01 нэмэгдэхэд хөрсний гэсэлтийн гүн 0.18 м нэмэгдэх ба нийтдээ сүүлийн 10 жилд 0.35 м нэмэгдэж, гэсэлтийн гүн 5.61-5.96 м хүрч байна (1.83 дугаар зураг).

Улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн гүн Хатгалд 1969 онд 3.6 м, 1983 онд 4.0 м, 2004 онд 4.7 тус тус хүрч байжээ. Энэ нь олон жилийн цэвдэг энэ бүс нутагт

Хангай, Хэнтий нурууныхаас илүү эрчимтэй хайлж буйг харуулна (Шархүү нар, 2005). 1969-2010 оны хооронд улирлын гэсэлтийн гүн 3.6-5.96 м хүрч, нийтдээ Хөвсгөл нуурын эрэг орчимд 2.3 м нэмэгджээ. Энэ хэмжээгээр ул хөрсний үе давхаргын зузаан нэмэгдэж, голуудын өвлийн урсац, газар доорх усны тэжээл, сав газрын ус зохицуулах чадавх нэмэгдэж байж болох юм.



1.83 дугаар зураг. Хөрсний гүний температурын жилийн хэлбэлзлийн агууриг, түүний хөрсний гүний дагуух жилийн хуваарилалт (а), температурын тэг агууригийн гүн (б), дулаан нэвчицийн үзүүлэлтийн явц (б) (Цаг уурын Хатгал өртөөний мэдээгээр)

Мөнхсарьдаг уулын мөстлийн хайлалт буюу талбайн бууралт Жаргалант голын урсацыг арвижуулж байж болох юм. Энд тархсан мөстлийн нийт талбай 1940 оны M1:100000 топозурагт 0.95 км² байсан бол 2010 онд LANDSAT ETM дагуулын мэдээгээр 0.86 км² болж буурчээ. Гэхдээ мөстлийн масс баланс, эл орчмын уур амьсгал, усны горимын нарийвчилсан судалгааг хийх шаардлага байна.

1.3.2 Ганга, Дуут нуурын сав газрын усны тэнцэл

Хээрийн бүсийг төлөөлүүлэн Ганга, Дуут нуурын сав газарт усны балансын судалгааг 2014-2015 онд гүйцэтгэсэн болно. Эдгээр нуурын усны горимыг улсын сүлжээний ус судлалын доорх хоёр харуулыг түшиглэн гүйцэтгэв. Усны түвшин мэдээг хоног, сар, жилээр боловсруулан, хэлбэлзэл, агууриг, өөрчлөлтийг тооцон, холбогдох харьцуулалт, дүн шинжилгээ хийсэн болно.

1.23 дугаар хүснэгт. Ганга, Дуут нуурын ус судлалын харуулын зарим тодорхойлолт

Нуурууд	Харуулын байршил		Өндөр, м	Харуул нээсэн он, сар, өдөр	Реперийн өндөр /зох/	Тооллын тэнхлэгийн өндөр
	Өргөрөг	Уртраг				
Ганга-Дарьганга	45°16'07"	113°59' 19"	1290 /GPS/	1997.07.23	50.000	47.000
Дуут-Дарьганга	45°18'38"	113°48' 39"	1225 /GPS/	1997.07.23	50.000	47.000

Ганга нуур нь Сүхбаатар аймгийн Дарьганга сумын төвөөс зүүн урагш 12 километрт Молцог элсний ард 1294 м өндөрт орших бөгөөд салхины нүүдлээс үүссэн хурмал элсэнд хаагдаж тогтсон хээрийн жижиг нуур юм. Ганга нуурын сав газар нь ус намаг, элсэн манхан, хуурай хээр хосолсон өвөрмөц тогтоцтой газар нутаг юм. Энэхүү нутаг нь бүхэлдээ тэгш өндөрлөгт хамаарах бөгөөд дунджаар далайн түвшнээс дээш 1300 метр орчим өргөгдсөн элсэн

тарамцаг бүхий тал газар юм. Хамгийн өндөр цэг нь Гангын Цагаан овоо бөгөөд далайн түвшнээс дээш 1530 м байна.

Дуут нуур нь Дарьганга сумын төвөөс 2.5 километрт, Алтан овооны баруун талд, Молцог элсний ар хормойд 1227 м өндөрт байдаг түйрэн хотгорт тогтсон цэнгэг нуур юм.

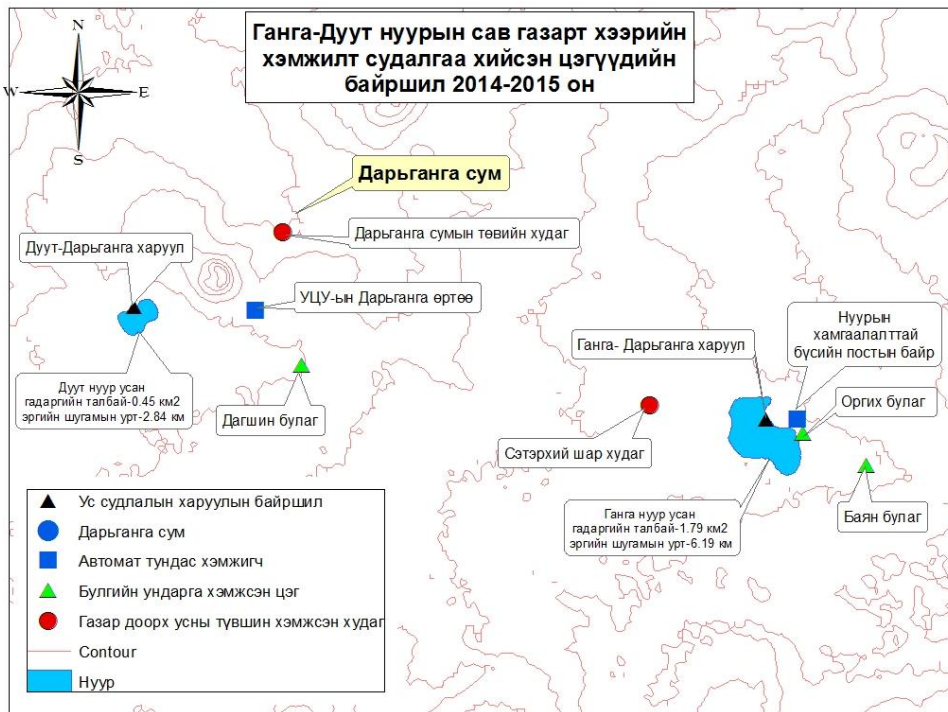
Төслийн хүрээнд хоёр удаа (2014 онд 8 дугаар сард, 2015 онд 5 дугаар сард) нэлээд цогц хээрийн хэмжилт, судалгааг зохион байгуулав.

Усны балансын судалгааны хүрээнд нуурын усны балансын бүрэлдэхүүн хэсгүүд үндсэн элемент болох сав газрын хур тунадас (P, мм)-ыг автомат хур хэмжүүрээр 2 цэгт хэмжиж хоног, сар, жилийн нийлбэр, эрчимшил, орон зайн тархац, усны балансын оролт хэлбэрээр боловсруулан дүн шинжилгээ хийв.

Нуурын усны балансын оролт болох цутгал булгийн ундарга (Q, л/с, мм) хээрийн судалгааны үеэр болон 2015 онд цөөн хэмжилтийг хийв. Усан гадаргын ууршил (E, мм), усны температур, орчны уур амьсгалын өгөгдлөөр эмпирик тэгшитгэлээр, сар, жилээр тооцно (Г.Даваа, 1992).

$$E = 0.32(1 + 0.38V_{200}) (e_0 - e_{200}) \quad (1.75)$$

Нуурын дүрсзүй, үүний дотор усан гадаргын талбай, гүн, эргийн шугамын уртыг (GPS-ийн хэмжилт) хоёр удаагийн хээрийн хэмжилт судалгааны үеэр гүйцэтгэж, бусад хугацааны өөрчлөлтийг хиймэл дагуулын мэдээ, ГЗМС, топо зураг ашиглан гүйцэтгэв.

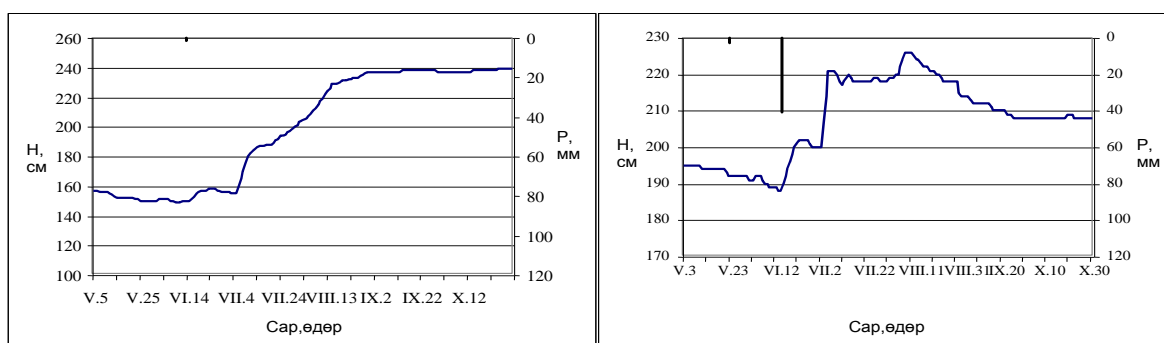


1.84 дүгээр зураг. Ганга, Дуут нуурын сав газарт усны балансын хэмжилт судалгаа хийсэн цэгүүдийн байршил

Ганга, Дуут нуурын усны балансын судалгааны үр дүнг нууруудын усны горим, түвшний хэлбэлзэл, нуурын сав газрын хур тунадас, ууршил, газар доорх ус буюу булаг, худгийн хэмжилт болон нуурын дүрсзүйн өөрчлөлт зэрэг чиглэлээр боловсруулан бэлтгэж, дүн шинжилгээ хийв. Энэхүү судалгаа болон

тайланг Д.Оюунбаатар, Б.Эрдэнэбаяр, Р.Цагаанмаамаа нар гүйцэтгэж, горимын ажиглалтийг Хэнтий (Инженер М.Энхцэцэг), Сүхбаатар (ажиглагч Төмөр-Очир, Батгэрэл), аймгийн УЦУОША гүйцэтгэсэн болно.

Нуурын усны горимыг ажиглалтын 1987-1989, 1992, 1997-2015 мэдээгээр тогтоов. 1987-1989, 1992 онд эдгээр нуурын усны түвшин хавраас эхлэн зун, намрын турш буурах ерөнхий хандлагатай, зуны улирлын хур борооны нөлөө илрээгүй байна. 1988 онд хур бороо олон жилийн дунджаас 30 хувиар ахиу байсантай холбогдон нуурын усны түвшин 10-30 см нэмэгдэж байжээ. Тухайлбал, нуурын усны түвшин 1998 оны 7 дугаар сард эрс нэмэгдсэн байх бөгөөд энэ нь тухайн сард унасан их хур тунадастай холбоотой болно. Ер нь нуурын усны горимыг тодорхойлогч нь хур тунадас ба ууршилд нөлөөлөх уур амьсгалын хүчин зүйлс болно. Хур тунадасны хэмжээ харьцангуй их 1988, 1998 онд нуурын усны түвшин нэмэгдэж байгаа нь үүнийг гэрчилж байна. Тухайлбал, 1998 оны 7 дугаар сард 100 гаруй мм хур тунадас унасан нь жилийн нийлбэрийн 60 орчим хувь болж байгаа бөгөөд нуурын усны түвшин даруй 40-100 см нэмэгдсэн байна (1.85 дугаар зураг).



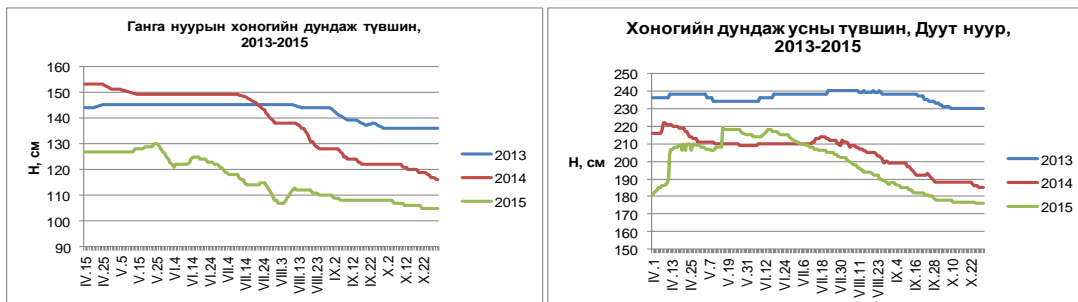
1.85 дугаар зураг. Ганга ба Дуут нуурын хоногийн усны түвшин ба хур тунадас, 1998

Энэ бүхнээс үзэхэд Ганга ба Дуут нуурын усны тэжээлийн эх үүсвэр бол нэгдүгээрт усан толион дээр унах хур тунадас, хоёрдугаарт нуурын савд унах хур тунадаснаас үүсч богино хугацаанд нуурт цутгах гадаргын шууд урсац, гуравдугаарт алсын тэжээлтэй хийгээд өвөл, хаврын улиралд нуурт хүрч цутгах булаг, газар доорх урсац зэрэг болно.

Дуут нуурын усны түвшний хэлбэлзэл Ганга нуурынхыг бодвол харьцангуй их байгаа нь Дуут нуурын усан гадаргын талбай бага, уур амьсгалын нөлөөллийг илүү мэдрэмтгий физик газарзүйн нөхцөлд байдагтай холбоотой юм. Нуурын усны түвшний хэлбэлзэл нь сав газрын услаг буюу чийглэг байдлаас ихээхэн шалтгаалж, хувьсамтгай болох нь харагдаж байна.

Хур тунадас ахиу орсон зарим жилийг эс тооцвол нуурын усны түвшин хавраас эхлэн зун намрын турш аажим буурах хандлагатай байгаа бөгөөд зуны улиралд орсон хур тунадасны нөлөө ялангуяа Ганга нууран дээр төдийлөн тод илэрдэггүй.

Ганга болон Дуут нуурын усны түвшин 2013-2015 онд, ялангуяа 2014, 2015 оны хавраас зуны турш намар болтол буурах ерөнхий явцтай байв. 2014 оны 8 дугаар сарын 10-наас бараг 50 шахам хоног хур бороогүй шахуу байснаас голлон шалтгаалж нууруудын усны түвшин аажим буурсан байна. 2015 онд түвшний бууралт үргэлжилж, 25-40 см-ээр буурсан болно.



1.86 дугаар зураг. Ганга, Дуут нуурын усны түвшний хоногийн хэлбэлзэл, 2013-2015

Дулааны улирлын усны түвшний агууриг 2013 онд 10 см, 2014 онд 40 см шахам, 2015 онд Ганга нуур түвшний хэлбэлзлийн агууриг 25 см, Дуут нуурын хувьд 43 см байв.

1.24 дүгээр хүснэгт. Ганга, Дуут нуурын усны түвшний хэлбэлзэл, 2013-2015

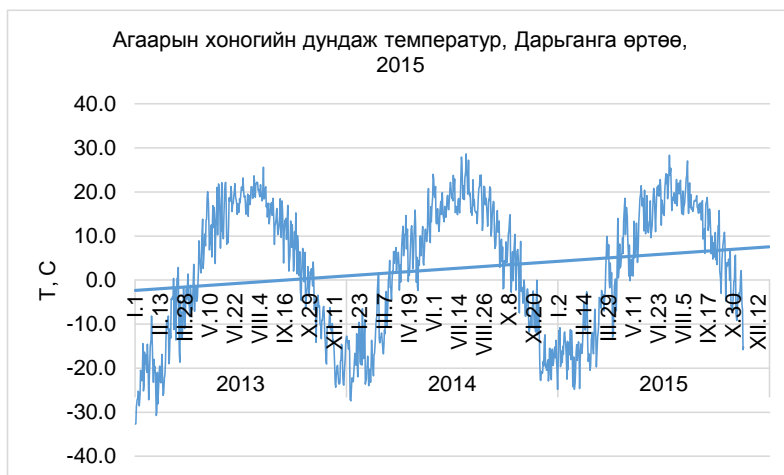
Он	Ганга нуур				Дуут нуур			
	Дундаж	Их	Бага	Агууриг	Дундаж	Их	Бага	Агууриг
2013	143	145	136	9	236	240	230	10
2014	138	153	116	37	205	222	185	37
2015	116	130	105	25	199	219	176	43

Ганга нуурын савд 2012 онд ахиу хур тунадастай байж, 2013 онд нуурын усны түвшин 2013 онд өмнөх жилүүдээс өссөн байна. Тухайлбал, 2010-2011 онд Ганга, Дуут нуурын савд хур тунадас багатай, жилийн нийлбэр хур тунадас 110-205 мм байснаас голлон шалтгаалан усны түвшин буурсан бол 2012 онд 346 мм хур тунадас унаж, улмаар 2012, 2013 он хүртэл усны түвшин нэмэгдсэн байна.



1.87 дугаар зураг. Ганга ба Дуут нуурын усны түвшний дулааны улирлын дундаж, 2013-2015

Ганга нуурын сав газарт 2013 онд дулааны улирлын дундаж агаарын температур 11.6°C байсан бол 2014, 2015 онд 12.1-12.6 °C болж нэмэгджээ. Үүнтэй уялдаж усан гадаргын ууршил нэмэгдэн, хур бороо багатай байснаас Ганга нуурын усны түвшин 2013-2015 онд 30 см орчим, Дуут нуурынх 40 см орчим буурчээ.



1.88 дугаар зураг. Ганга нуурын сав газрын агаарын температур, 2013-2015

1.25 дугаар хүснэгт. Ганга нуурын усны сарын дундаж түвшин, см, 2013-2015

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Дундаж
2013	145	145	145	145	144	139	136	143
2014	153	150	149	146	134	124	120	139
2015	127	128	123	115	110	108	106	117

Ганга, Дуут нуур орчмын жилийн нийлбэр хур тунадас 81-416 мм, үүнээс зуны улиралд 30-347 мм, өвлийн улиралд 1-13 мм байна. Хоногийн хамгийн их тунадасны хэмжээ 77.6 мм хүрчээ (2005.VIII.14). 1965-2011 оны хооронд жилийн нийлбэр хур тунадас ойролцоогоор 29 мм буурсан байна. Зуны хур тунадас 29.5 мм буюу 20.4 хувь, өвлийн хур тунадас 0.3 мм буюу 5.1 хувиар тус тус буурчээ (Г.Адъяабадам нар, 2012).

Эдгээр нуурын сав газарт дулааны улирлын хур тунадсыг УЦУ-ын Дарьганга өртөө, нуурын эрэг орчим дахь хамгаалалтын бүсийн харуул дээр автомат хур хэмжүүрээр 2014 оны 8-10 дугаар сар, 2015 оны 5-10 дугаар сард хийв.

1.26 дугаар хүснэгт. Автомат хур хэмжүүр байрлуулсан цэг

Д.д	Хурын хувин байрлуулсан цэг	Булгийн солбицол		цэгийн өндөр, м
1	УЦУ-ын Дарьганга өртөө	45°18'14.2"	113°50'39.9"	1250
2	Хамгаалалттай бүсийн харуулын байр	45°16'10.5"	113°59'46.5"	1301

Автомат багажаар хэмжсэн хур тунадасны мэдээг 8 ба 20 цаг, хоног, сар болон дулааны улирлын нийлбэр хэлбэрээр боловсруулан, УЦУ-ын Дарьганга өртөөний мэдээтэй харьцуулж, дүн шинжилгээ хийв.



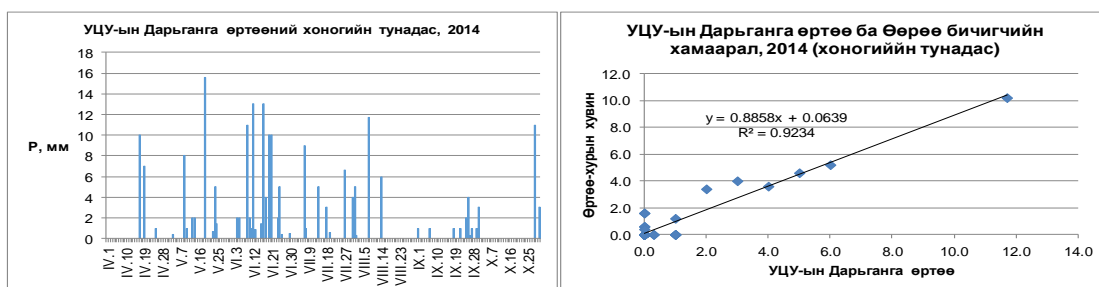
1.89 дүгээр хүснэгт. Ганга, Дуут нуурын сав газрын хур хэмжүүрийн цэг, 2014-2015

2013-2015 онд Ганга нуурын сав газарт дулааны улирлын нийлбэрээр 115-226 мм хур тунадастай байсан ба 2013 оноос хойш хур тунадас буурсан хандлагатай байна. 2014, 2015 онуудад 5, 6 дугаар сар ахиу тунадастай байсан бол 8 дугаар сар хур тунадас багатай байна.

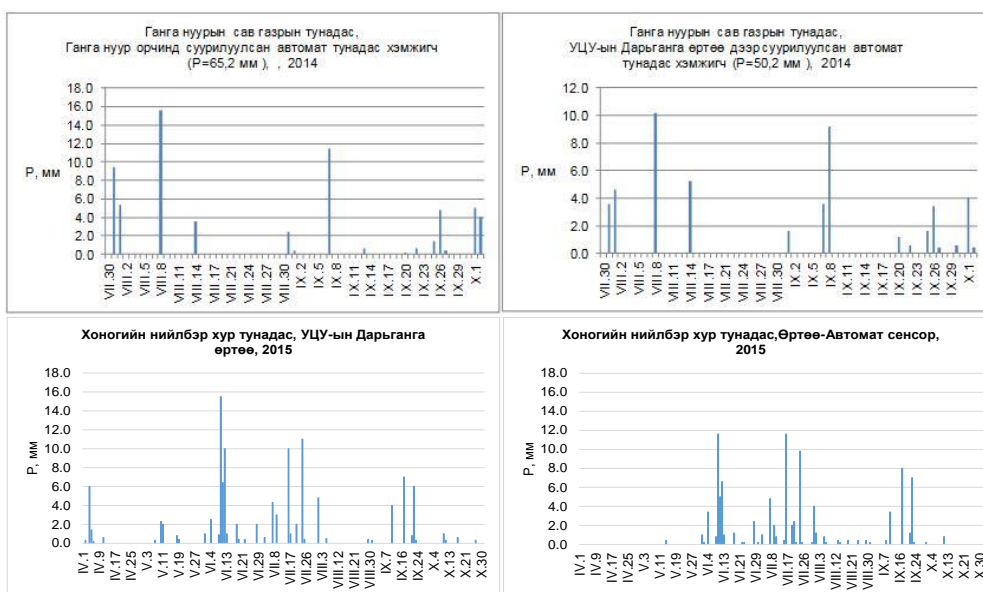
1.27 дугаар хүснэгт. Ганга нуурын сав газрын сарын нийлбэр хур тунадас, 2013-2015

Он	Цэг, өртөө, харуул	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X
2014	УЦУ-ын Дарьганга өртөө	18.0	36.1	78.2	29.2	23.0	12.3	17.0	213.8
	Ганга нуур- тунадас хэмжүүр	17.0	34.2	74.0	27.7	36.4	19.8	16.9	226.1
	Өртөө-тунадас хэмжүүр	16.0	32.3	69.8	26.2	23.6	22.2	16.8	207.1
	2014-дундаж	17.0	34.2	74.0	27.7	27.7	18.1	16.9	215.7
2015	УЦУ-ын Дарьганга өртөө	8.5	5.8	42.1	32.3	6.0	18.1	2.2	115.0
	Ганга нуур-тунадас хэмжүүр	8.5	0.4	33.8	39.4	4.2	20.2	1.0	107.5
	Өртөө-тунадас хэмжүүр	8.5	9.4	38.0	20.0	35.0	33.8	1.6	146.3
	2015-дундаж	8.5	5.2	38.0	30.6	15.1	24.0	1.6	122.9

Судалгаа хийсэн эдгээр онд хоногийн хамгийн их хур тунадас 15-16 мм орчим байв. Нуурын сав газар тавьсан хур тунадасны автомат багажуудын хэмжилтийн үр дүн УЦУ-ын Дарьганга өртөөний хэмжилтийн мэдээтэй хамаарал сайн байх тул тасарсан үеийг сэргээх, уртасгах зэрэг боломж бүрдэж байна.



1.90 дүгээр зураг. УЦУ-ын Дарьганга өртөө болон автомат хур хэмжүүрээр хэмжсэн хур тунадасны хамаарал



1.91 дүгээр зураг. Ганга, Дуут нуурын сав газарт автомат хур хэмжүүрээр хэмжсэн хоногийн хур тунадасны явц, мм

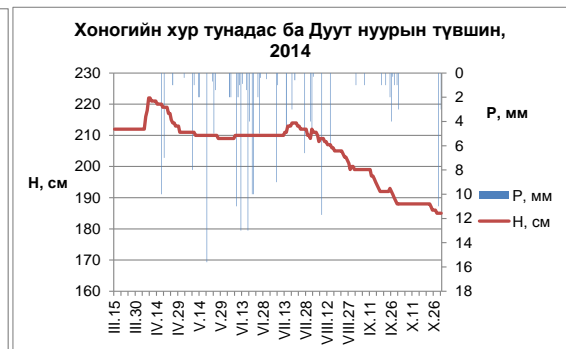
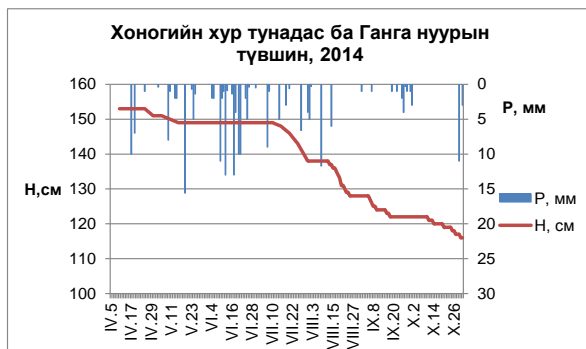
1.28 дугаар хүснэгт. Ганга нуурын сав газрын дундаж, сарын нийлбэр хур тунадас, 2013-2015

Он	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X
2013	11.5	9.1	81.5	61.5	41.5	18.6	2.9	226.6
2014	17.0	34.2	74.0	27.7	27.7	18.1	16.9	215.7
2015	8.5	5.2	38.0	30.6	15.1	24.0	1.6	122.9

Ганга нуурын савд хэмжилтийн цэгүүдийн дунджаар 2013 онд 226.6 мм, 2014 онд 215.7 мм хур тунадас унасан бол 2015 онд хур тунадас багатай, өмнөх жилүүдээс бараг хоёр дахин бага хур тунадастай, хуурай гандуу жил болов.



1.92 дугаар зураг. Ганга нуурын сав газрын дулааны улирлын нийлбэр хур тунадас, 2013-2015



1.93 дугаар зураг. УЦУ-ын Дарьганга өртөө болон автомат хур хэмжүүрээр хэмжсэн хур тунадас ба түшний уялдаа

Улирлын услаг байдлаас хамаарч хур тунадас ба урсац үлэмж хэлбэлзэлтэй байхад булаг ба газар доорх усны тэжээл аажим хувьсалтай буюу нуурын усыг зохицуулах чухал эх үүсвэр болно. Хур тунадасны дэс дараалсан нийлбэр ба Ганга нуурын усны түвшний явцын зургаас үзэхэд өмнөх оны 7, 8 дугаар сард унасан хур тунадас дараа оны 4-5 дугаар сард булаг ба газар доорх усны хэлбэрээр Ганга нуурыг тэжээх нөхцөлтэй байна.

Ганга, Дуут нуурын усан гадаргын ууршлын хэмжилтийн мэдээ байхгүй тул энэ бүс нутагт орших цаг уурын станцын мэдээнд үндэслэн Пенман-Монтейз нарын тэгшитгэлийг ашиглан ууршлын тооцоог Сүхбаатар аймгийн Дарьганга сумын цаг уурын станцын хоногийн хур тунадас, агаарын температур, салхины хурд, нарны гийгүүлэх хугацаа, үнэмлэхүй чийгийн 2009-2011 оны мэдээллийг ашиглан хийв.

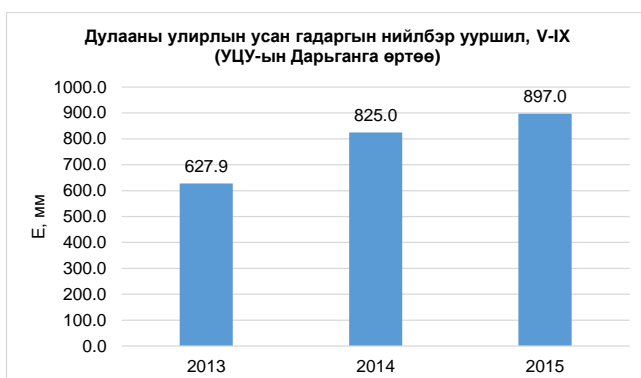
Тооцооны үр дүнгээс үзэхэд дулааны улирлын туршид (V-IX сар) 950-1000 мм ус нуурын гадаргаас ууршина. Ганга нуурын усан гадаргын ууршил дулаан улиралд 199 мм/сар, хамгийн их ууршил 7 дугаар сард дунджаар 231 мм/сар байна.

Түүнчлэн Г.Даваагийн томьёогоор зэргэлдээх Эрдэнэцагаан, Дарьганга өртөөний өгөгдлөөр 2013-2015 онд дулааны улирлын сарын ууршлыг тооцсон үр дүн байна (Б.Эрдэнэбаяр, Р.Цагаанмаамаа нар, 2014). Энэхүү сүүлийн үеийн тооцооны үр дүнгээс үзэхэд Ганга нуурын сав газарт дулаан улиралд буюу 6-9 дүгээр сард 630-900 мм орчим ус нууруудын гадаргаас ууршина.

1.29 дүгээр хүснэгт. Эмпирик тэгшитгэлээр тооцсон усан гадаргын ууршил, Дарьганга өртөө, 2013-2015

Он	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	IV-X	V-IX
2013	132.7	224.5	41.3	57.6	66.7	237.8	183	943.6	760.6	627.9
2014	51.8	205.0	110.0	135.0	184.2	190.9	-	-	876.8	825.0
2015	190.3	269.4	340.6	212.6	63.6	10.8	-	-	1087.3	897.0
Дундаж	124.9	233.0	164.0	135.1	104.8	146.5	-	-	908.2	783.3

Ууршлын 2013-2015 онд тооцсон дүнгээс үзэхэд усан гадаргын ууршил үргэлжлэн нэмэгдэж, 2013 оны дулааны улирлын нийлбэрийг 2015 онтой харьцуулбал 250 гаруй мм нэмэгдсэн байна.



1.94 дүгээр зураг. Ганга, Дуут нуурын сав газрын усан гадаргын нийлбэр ууршил

Ганга нуурын усыг 21 булаг тэжээдэг гэж ардын дуунд дуулдаг боловч үнэндээ тогтмол ундаргатай Оргих, Баянбулаг, Хараат гэсэн 3 булаг Ганга нуурыг тэжээж байна.



1.95 дугаар зураг. Булгийн ундарга хэмжилт

Энэ нуурын зонхилох тэжээл нь нуурын зүүн хойноос, түүнээс 50 метр зайд газрын гүнээс оргилон гарах, тунгалаг устай Оргих булаг юм. Энэ булаг нь

нарийн ширхэгтэй элсний дороос даргилан буцалж байгаа юм шиг оргилон гарах бөгөөд чангаар дуугарах тутам улам ихээр элс бужигнан оргилдог онцлогтой булаг юм. Харин Дуут нуур Дагшин булгаас үндсэн тэжээлээ авдаг, цэнгэг нуур юм.

Ганга, Дуут нуурыг тэжээж буй Оргих булгийн ундарга 3.6-30.0 л/с, Дагшин булгийн ундарга 54.8-40.0 л/с тус тус хүрнэ (1.31 дүгээр хүснэгт). Булгуудын ундарга хаврын улиралд зуны эхэн сар ба намрын сарынхаас ахиу байна. Энэ нь эдгээр нуурын усны түвшин хаврын улиралд ахиу байдагтай уялдаж байна.

Булгийн ундаргыг цаашид тогтмол хэмжиж, газрын доорх усны нөөц ба түүний цаг хугацааны хуваарилалтыг тогтоох шаардлагатай байна.

1.30 дугаар хүснэгт. Ганга, Дуут нуурын сав дахь зарим булгийн ундаргын хэмжилт, 2014

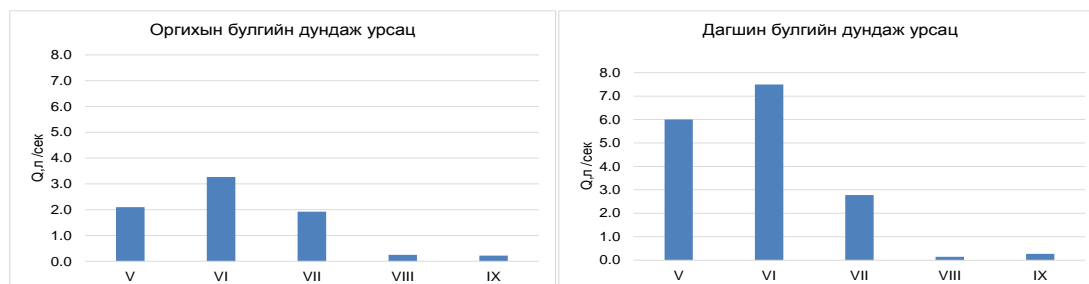
Д.д	Булгийн нэр	Булгийн солбицол		Өндөр, м
1	Оргих	45° 15' 59.5"	113° 59' 51.2"	1301
2	Баян булаг	45° 15' 31.0"	114° 00' 53.3"	1295
3	Дагшин	45° 17' 30.4"	113° 51' 21.0"	1245

Энэхүү хээрийн хэмжилт судалгааны үеэр хэмжсэн болон 2015 оны 6-9 дүгээр сард хийсэн булгийн ундаргын хэмжилтийн мэдээг ашиглан нуурт цутгах сарын дундаж урсацын хэмжээг тооцов.

1.31 дүгээр хүснэгт. Ганга, Дуут нуурт цутгах булгуудын ундаргыг янз бүрийн хугацаанд хэмжсэн үр дүн

Д.д	Ундарга хэмжсэн он, сар, өдөр	Оргих, 45° 15' 59.5", 113° 59' 51.2"	Баянбулаг, 114° 00' 53.3", 114° 00' 53.3"	Дагшин, 45° 17' 30.4", 113° 51' 21.0"	Нэргүй булаг, 45° 15' 46.3", 114° 00' 0.5"
1	1987.X	12.0		19.0	
2	2000.VI	6.3		14.8	
3	2012.VIII	30.0	30.0	40.0	10.0
4	2014.VII	3.6	3.7	5.4	
5	2015.V	2.1	0.08	6.0	
6	2015.VI	0.23		0.19	
7	2015.VII	0.24		0.16	
8	2015.VIII	0.25		0.14	
9	2015.IX	0.22		0.27	

Булгуудын ундарга 5-6 дугаар сард ахиу байж, зун намартаа буурах ерөнхий хандлагатай байна. Ганга, Дуут нуурт цутгах булгуудаас хамгийн их хийгээд байнгын урсацтай байх Оргих болон Дагшин булгууд бөгөөд нуурын усны балансын орлогын нэг үндсэн бүрэлдэхүүн хэсэг болно.



1.96 дугаар зураг. Ганга, Дуут нуурт цутгах зарим булгийн дундаж ундарга (янз бүрийн хугацаанд хийсэн хэмжилтийн дундаж)

Ганга нуурын сав газар дахь зарим гар худгийн усны түвшинг 2014 оны хээрийн хэмжилтээр тогтоов. Үүнд Ганга нуурын баруун хойт талд байрших нутгийнханы нэршлээр Сэтэрхий шар болон Дарьганга сумын төвийн ар дээрх худгуудыг сонгосон болно. Худгууд дахь усны түвшин амсраас доош 1.1-1.8 м байрлах ба GPS-ээр хэмжсэн усны түвшин Ганга нуурын эргээс 1.7 км зайд байрших Сэтэрхий шар худагт 1283.8 м, сумын төвийн худагт 1211.1 м орчим байгаа нь Ганга нуурын усны түвшнээс (1295 м) доогуур түвшинд байршиж байна.

1.32 дугаар хүснэгт. Газар доорх усны түвшний хэмжилт, 2014-2015

Он	Энгийн гар худгийн нэр	Булгийн солбицол		Худгийн амсарын өндөр, м	Худгийн усны түвшин хүртэлх зай, м	Худаг дахь газар доорх усны түвшний өндөр, м
2014	Сэтэрхий шар	45°16'32.8"	113°57'16.1"	1285	1.13	1283.87
	Дарьганга сумын төв дэх худаг	45°19' 08.9"	113° 51'16.4"	1213	1.89	1211.11
2015	Сэтэрхий шар	45°16'32.8"	113°57'16.1"	1278	0.87	1277.22
	Дарьганга сумын төв арын Складын худаг	45°19'08.9"	113°51'16.4"	1216	1.68	1214.32

Сумын төвийн Складны худгийн түвшин 1214.32 м орчим байгаа нь Ганга нуурын усны түвшнээс (1284 м) доогуур түвшинд байршиж байна (Гар GPS-ээр Ганга нуурын усны түвшин 1284 м бол худгуудын усны түвшин 1214-1277 м байна).

Ганга нуурын усны түвшин ба худгийн усны түвшний зөрүү 2014 онд (Сэтэрхий шар) 10 м орчим байсан бол энэ зөрүү 2015 онд 7 м орчим болж ойртжээ. Харин сумын ойролцоох буюу Ганга нуураас хол зайд орших гар худгийн түвшин нуурын түвшнээс 70-80 м доогуур байж, 2015 онд мөн түвшний зөрүү багассан хандлага ажиглагдаж байна. Эндээс үзэхэд газар доорх ус Ганга нуурыг тэжээх нөхцөлгүй болох нь тодорхой байна. Гэхдээ энэ бүх хэмжилт нь нарийвчлалын хувьд учир дутагдал бүхий гар GPS-ээр хэмжсэн тул зөвхөн тодорхой баримжаа өгөх төдий хэмжилт ойлголт болохыг тэмдэглэх хэрэгтэй.

Ганга нуур, түүний орчмын ус намгархаг газар нь олон улсын ач холбогдолтой газар нутгийн жагсаалтад (Рамсарын гэрээ) 2004 оны 3-р сарын 22-нд орсон бөгөөд нийт 3.280 га талбайг хамарна.

1.33 дугаар хүснэгт. Ганга, Дуут нуурын дүрсзүйн үзүүлэлтүүдийн өөрчлөлт

№	Нууруудын дүрсзүйн хэмжилт судалгаа хийсэн он жилүүд	Ганга нуур		Дуут нуур	
		Усан гадаргын талбай, км ²	Эргийн шугамын урт, км	Усан гадаргын талбай, км ²	Эргийн шугамын урт, км
1	Монгол орны нуурын каталоги (Ж.Цэрэнсодном нар, 2000)	2.20	6.2	0.50	2.80
2	УЦУОХ-ийн 2011 оны тайлан (Д.Батхүү нар)	1.6	6.0	0.45	2.7
3	2013 оны Ландсатын зураг (Б.Эрдэнэбаяр нар, УЦУОХ)	1.71	5.81	0.43	2.66
4	2014 оны 8 дугаар сар, гар GPS-ийн хэмжилт (Б.Эрдэнэбаяр, Д.Оюунбаатар нар, УЦУОСМХ)	1.79	6.19	0.45	2.85
5	2015 оны 5 дугаар сар, гар GPS-ийн хэмжилт (Б.Эрдэнэбаяр, Д.Оюунбаатар нар, УЦУОСМХ)	1.64	5.87	0.44	2.7

Ганга нуурын усан гадаргын талбай Монгол орны нуурын каталог (Ж.Цэрэнсодном, 2000)-д тэмдэглэснээр 2.2 км² байсан бөгөөд 2011 он болон 2012 онд сарын 18-23 хийсэн бидний хэмжилтээр 1.6 км² болж, харин 2013-2014 онд усны түвшин дээшлэн, усан гадаргын талбай 1.8 км² тэлсэн байна.

Дуут нуурын усан гадаргын талбай 2012 оны 8 дугаар сард тодорхойлсноор 0.46 км² байна.

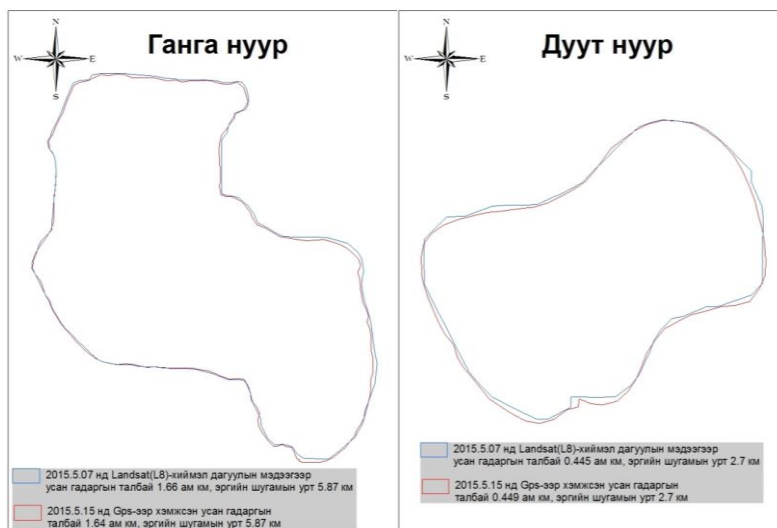
Ганга болон Дуут нуурын усан гадаргын талбай, эргийн шугамын урт болон нуурын гүнийг гар GPS, хиймэл дагуулын мэдээ, топо зураг болон шууд хэмжилтийн аргаар тооцон, холбогдох харьцуулалт, дүн шинжилгээ хийсэн болно.

Ганга, Дуут нуурын усан гадаргын талбайн өөрчлөлтийг M1:100000 масштабтай байрзүйн зураг болон Landsat хиймэл дагуулын 1999, 2001, 2006, 2011 оны 6, 9 ба 10 дугаар сарын зургаас газарзүйн мэдээллийн системийн ARCGIS 10.1 программ хангамж ашиглан тодорхойлсон ба 2014 оны 8 дугаар сард болон 2015 оны хийсэн хээрийн хэмжилт судалгаагаар тухайн үеийн нуурын усан гадаргын талбайг хэмжиж, өөрчлөлтийг тооцов.

1.34 дүгээр хүснэгт. Ганга, Дуут нуурын эргийн шугамын урт болон усан гадаргын талбайг хэмжсэн үр дүн, 2015 он (Б.Эрдэнэбаяр, Д.Оюунбаатар нар, 2015)

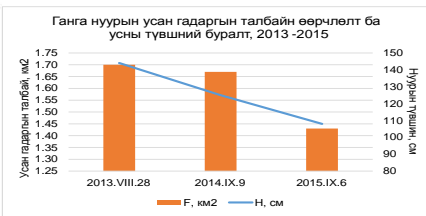
Д.д	Нуур	Дүрсзүйн үзүүлэлтүүд	Гар GPS-ээр, 2015.V.15	Landsat (L8) хиймэл дагуулын мэдээгээр
1	Ганга нуур	Эргийн шугамын урт, км	5.87	5.87
		Усан гадаргын талбай	1.64	1.66
2	Дуут нуур	Эргийн шугамын урт, км	2.7	2.7
		Усан гадаргын талбай	0.449	0.445

2014 болон 2015 онд Ганга, Дуут нуурын усан гадаргын талбайн хэмжилт болон хиймэл дагуулын зургаар тооцсон үр дүнгийн нарийвчлал сайн байна.



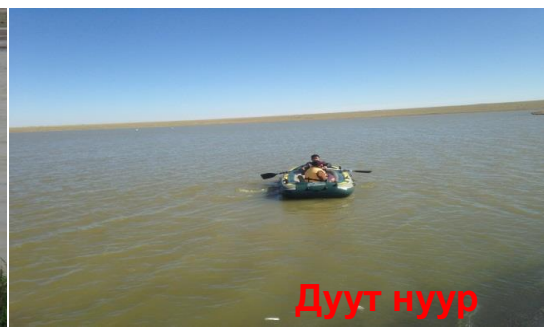
1.97 дугаар зураг. Ганга, Дуут нуурын усан гадаргын талбай, эргийн шугамын уртын хэмжилтийн дүнгийн харьцуулалт (GPS болон хиймэл дагуулын мэдээгээр), 2015

Ганга, Дуут нуурын усан гадаргын талбай 2013-2015 онд багасчээ. Ганга нуурын усан гадаргын талбай 2013 оноос хойш 15-20 хувиар, 2000 оноос хойш 35-40 хувиар багассан байна.



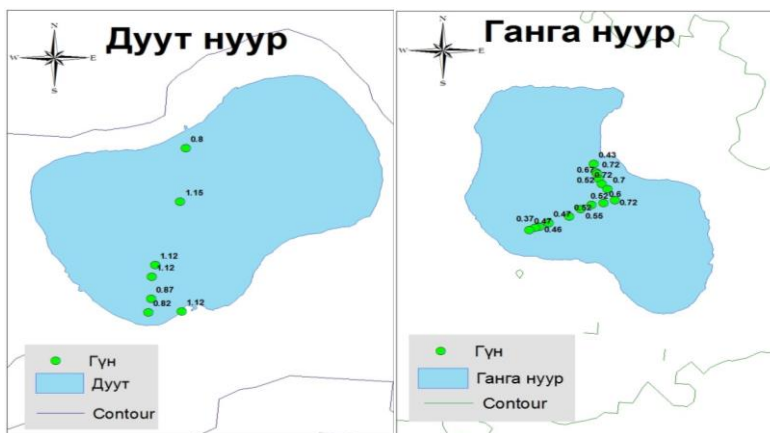
1.98 дугаар зураг. Ганга нуурын усан гадаргын талбайн өөрчлөлт, 2013-2015

Дуут нуурын өргөн, усан толион талбай болон гүн 2013-2014 онд бараг өөрчлөгдөөгүй бол Ганга нуурынх багассан байна.



1.99 дүгээр зураг. Нуурын гүний хэмжилт

Ганга нуурын усны гүн 2007 онд захдаа 0.4–0.5 м, төв хэсэгт 1.5 м байсан бол 2011 онд захдаа 0.18–0.25 м, төв хэсэгт 0.5 м гүнтэй болж, нуурын төвд арал үүсч, усан зах 200-300 м дотогшилж, усны түвшин ихээхэн багассан байна. Харин 2014 оны 8 дугаар сард хийсэн бидний хэмжилтээр Ганга нуурын усны гүн захдаа 0.50 м, төв хэсэгт 0.90 м байв. Дуут нуурын усны гүн 0.80-1.15 м байна. Харин 2015 оны 5 дугаар сард хийсэн гүний хэмжлэгээр Ганга нуурын усны гүн хэмжсэн цэгүүдийн дунджаар 0.46 см буюу 0.23-0.61 см хооронд хэлбэлзнэ. Дуут нуурын усны дундаж гүн 0.85 см, хамгийн их гүн 1.20 байв.



1.100 дугаар зураг. Ганга, Дуут нуурын гүний хэмжлэгийн үр дүн, 2015

Ганга, Дуут нуурын усны балансын орлогын хэсэгт усны гадаргад унах хур тунадас (P), булгуудын цутгал урсац ($Q_{булгар}$), гадаргын шууд урсац ($Q_{шууд}$ урсац),

болон газар доорх урсац (ΔGW), байх бол усан гадаргын ууршил (E) нь усны балансын зарлагын хэсэгт хамаарна.

1.35 дугаар хүснэгт. Ганга нуурын усны тэнцэл, 2014

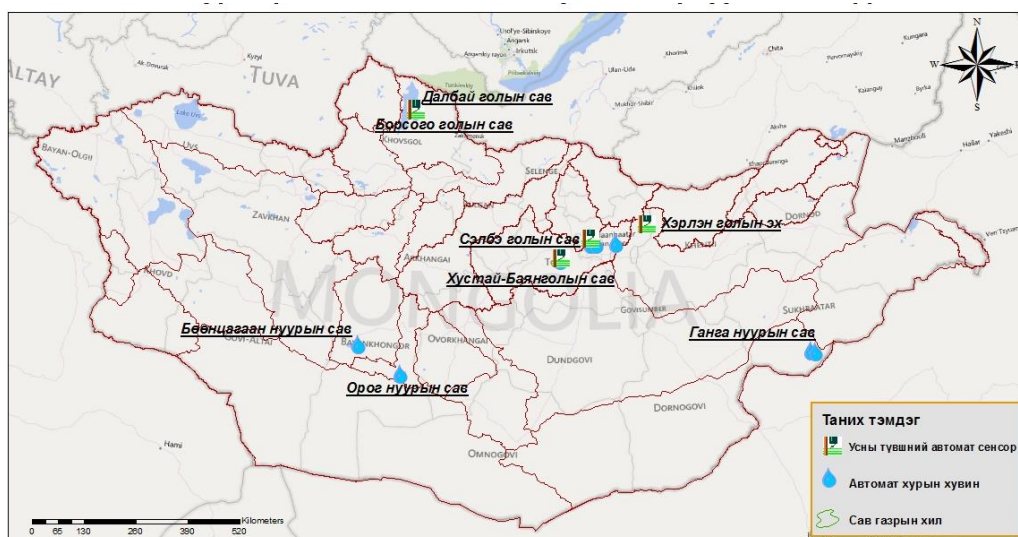
Усны балансын элемент	V	VI	VII	VIII	IX
P, мм	9.0	80.5	59.0	40.2	18.2
E, мм	173.5	130.8	185.4	171.1	180.3
Усны түвшний өөрчлөлт, мм	0	0	0	-10	-60
Булгуудын ундарга, мм	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0

1.36 дугаар хүснэгт. Ганга нуурын усны тэнцэл, 2015

Бүрэлдэхүүн	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	V-IX
P, мм	8.5	5.2	38.0	30.6	15.1	24.0	1.6	112.8
E, мм	190.3	269.4	340.6	212.6	63.6	10.8	-	897.0
Q, мм	-	10.6	16.0	9.7	1.3	1.1	-	38.6

Ганга нуурын толион дээр дулааны улирлын нийлбэр хэлбэрээр 2015 оны байдлаар 113 мм хур бороо орж, түүний усан гадаргаас 900 мм орчим ус ууршиж, булгуудын цутгал ойролцоогоор 40 мм болж, усны балансын зарлага орлогын хэсгийн үлэмж давж, Ганга нуурын усны түвшин 200 мм орчим доошлон, усан гадаргын талбай хумигдсан болно.

Усны балансын нарийвчилсан судалгаа хийж буй гол, нуурын сав газрыг доорх зурагт үзүүлэв.



1.101 дүгээр зураг. Усны балансын судалгааны хээрийн хэмжилт судалгааны цэгүүдийн байршил

1.3.3 Бөөн Цагаан, Орог нуурын усны балансын судалгаа

Бөөн Цагаан нуурт 1992 онд Баацагаан нэртэй харуулыг байгуулан нуурын усны горимыг байнга тасралтгүй хэмжиж байна. Бөөн Цагаан нуур, Байдраг голын савд усны горимын судалгааг янз бүрийн экспедиц, ЭШ-ний байгууллагууд хийж байжээ.

Байдраг голын усны өнгөрөлт Байдрагийн гүүрний дэргэд 1988 оны 10 дугаар сард $7.40 \text{ м}^3/\text{с}$, тэр үед барьж байсан услалтын системийн орчим 8.30

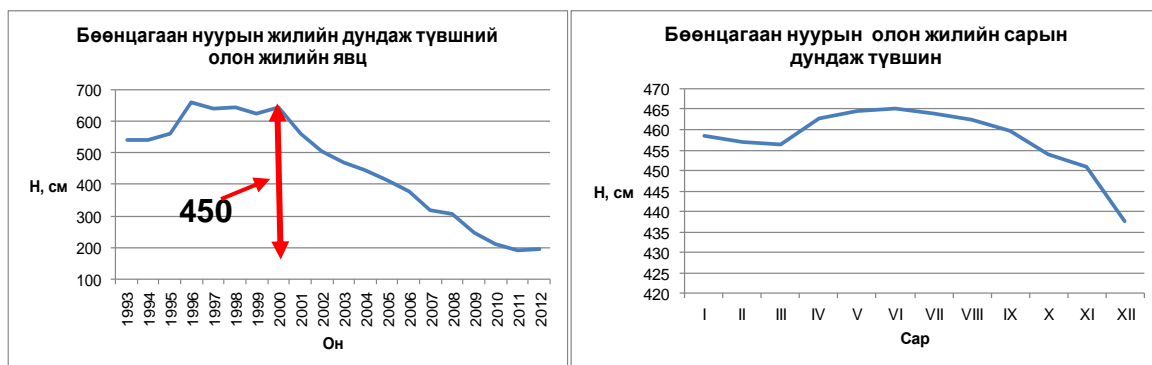
м³/с хүрч байснаа Бөөн Цагаан нуурт дөнгөж 0.48 м³/с цутгаж байв (Батима нар, 1989). 2009 онд энэ голын уртын дагууд хийсэн усны өнгөрөлтийн хэмжилтээс үзэхэд мөн дээрхийн адил дүр төрх ажиглагдах ба Байдраг-Баянбүрд харуул хүртэл голын урсац нэмэгдэн 17.6 м³/с хүрч улмаар цаашдаа алдагдан Бөөн Цагаан нуурт дөнгөж 1.91 м³/с ус нуурт цутгаж байв.

Бөөн Цагаан нуур тектоник гаралтай. Далайн түвшнээс дээш 1312 м өндөрт байрладаг. Нуурын талбай 252 км², урт 24 км, дундаж өргөн 11 км, хамгийн их өргөн нь 19 км, дундаж гүн 10 м, хамгийн их гүн нь 16.0 м, эзлэхүүн нь 0.42 км³ (Монгол орны гадаргын ус, 1999). ЛАНДСАТ хиймэл дагуулын мэдээгээр тогтоосон Бөөн Цагаан нуурын усан гадаргын талбай 2013 онд 240.21 км², 2014 онд 242.21 км², Орог нуурын талбай 2013 онд 78.75 км², 2014 онд 81.81 км² байна.

Бөөн Цагаан нуурын усны түвшний олон жилийн хэлбэлзэл Байдраг голын урсац, нуурын мандалд унах хур тунадас, усан гадаргын ууршлаар тодорхойлогдоно. Хавар цас, мөс хайлсны дараа усны түвшин бага зэрэг нэмэгдээд зуны гачиг үед буурч улмаар зуны хур борооны улиралд аажим нэмэгдэн, хамгийн их түвшин 9-10 дугаар сард ажиглагдана.

1.37 дугаар хүснэгт. Бөөн Цагаан ба Орог нуур орчимд суурилуулсан автомат хур хэмжүүр байршил, 2014

Хурын хувин			
№	нэр	Уртраг	Өргөрөг
1	Бөөн Цагаан	99 18' 20.53"	45 38' 4.98"
2	Орог	100 42' 55.9"	45 02' 2.3"



1.102 дугаар зураг. Бөөн Цагаан нуурын усны түвшний олон жилийн явц

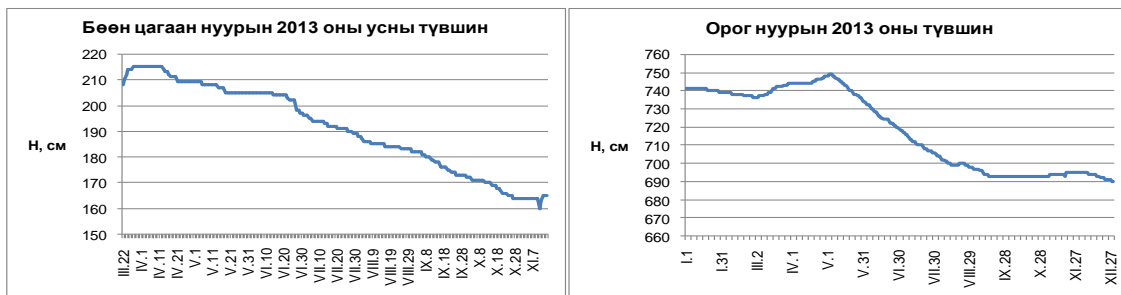
1.38 дугаар хүснэгт. Бөөн Цагаан ба Орог нуурын усны түвшний хэлбэлзэл, 2013-2015

Нуур	Он	Дундаж түвшин, см	Түвшний хэлбэлзлийн агууриг, см
Бөөн Цагаан нуур	2013	191	55
	2014	170	50
	2015	152	29
Орог нуур	2013	718	59
	2014	703	29
	2015	687	48

Бөөн Цагаан нуурын дулааны улирлын түвшний хэлбэлзлийн агууриг дунджаар 35-40 см бөгөөд зарим жилд 80 см хүрэх бол зарим жилд дөнгөж 10-15 см орчим байна.

Бөөн Цагаан нуур 1990-иэд оны дунд үед хамгийн их түвшиндээ хүрч улмаар уур амьсгалын өөрчлөлт дулаарал буюу ууршил нэмэгдсэн, хур тунадасны хэлбэр өөрчлөгдсөн, голын урсац багассан зэрэг шалтгаанаар усны түвшин аажим буурсаар 2011 онд 450 см дундарсан байна.

Орог нуур Баянхонгор аймгийн Богд сумын төвөөс баруун урагш 12 километр Молцог элсний ард 1294 м өндөрт, Говь-Алтайн нурууны оргил Их Богд уулын ар хормойд орших ба нууруудын хөндийн хоёр дахь том нуур. Баруунаасаа зүүн тийшээ сунасан зуван хэлбэр бүхий өвөрмөц тогтоцтой. Нуурын талбай 140 км², урт 31.8 км, өргөн 7.7 км болно (Монгол орны гадаргын ус, 1999).



1.103 дугаар зураг. Бөөн Цагаан, Орог нуурын 2013 оны хоногийн дундаж түвшин, см

Бөөн Цагаан, Орог нуурын усан гадарга дээр унах хур тунадасны хэмжилтийг автомат хур хэмжүүрээр 2014 оноос хийв.

1.104 дүгээр зураг. Бөөн Цагаан, Орог нуурын сав газарт автомат хур хэмжүүрээр хэмжсэн хоногийн нийлбэр хур тунадас, мм (Орог нуур дээр байрлуулсан хурын хувин байрлуулсан солибицол-100 42' 55.9" 45 02' 2.3")



Нууруудын усны балансын үндсэн орлого, цутгал Байдраг, Түйн голын урсацыг ус суддалын харуулд хэмжсэн усны горимын мэдээг ашиглаж, хяналтын өнгөрөлт хэмжлэгээр нарийвчилж тооцоог хийв.

1.39 дүгээр хүснэгт. Байдраг, Түйн голын усны хяналтын өнгөрөлт хэмжилтийн дүн, 2014

Гол-харуул	Голын өргөн, м	Дундаж гүн, м	Дундаж хурд, м/с	Өнгөрөлт, м ³ /с
Түйн гол-Богд	23.9	0.89	0.69	4.64
Байдраг-Бөөн Цагаан цутгал	11.56	0.79	0.77	2.69



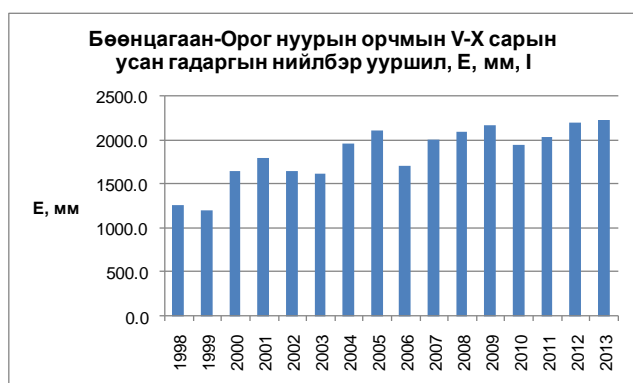
1.105 дугаар зураг. Байдраг-Баянбүрд харуулын 2013 оны урсац

Говийн томоохон нуурууд нь Их нууруудын хотгор, Нууруудын хөндийн хамгийн нам дор газар буюу Алтай, Хангай нурууны өндөрлөг хэсэгт урсац нь бүрдэх гол мөрний сав газрын адагт гадаргын болон газрын доорх урсац сарних бүсэд байрладаг онцлогтой юм.

Нууруудын хөндийн өнгөн хөрсний усны нөөц Бөөн Цагаан нуурын савд 20.6 м³/с байна. Байдраг голын аллювийн хурдасны шүүрэлтийн итгэлцүүр 1.5-3.0 м/хон болно. Хөндийн доод хэсэгт хөрсний усны түвшин 10-60 м гүнд илэрнэ.

Нуурын усны балансын орлого, зарлагын хэсэг хоорондоо тэнцэх үеийн түвшин Бөөн Цагаануурт 1310.6 м болно. Нуурын усны түвшин тэнцвэрийн түвшнээс дээшлэхэд усны балансын зарлагын хэсэг орлогыг давамгайлж, түвшин эргэж буурах үед орлогын хэсэг зарлагын хэсгийг давамгайлж, эргэж тэнцвэрийн түвшинд ирэх динамиктай болно.

Бөөн Цагаан, Орог нуур орчмын усан гадаргын ууршлыг УЦУ-ын Жинст өртөөний мэдээ ба эмпирик тэгшитгэлээр (Г.Даваа, 1996) тооцов.



1.106 дугаар зураг. Бөөн Цагаан нуурын усан гадаргын ууршил (УЦУ-ын Жинст өртөөний өгөгдлөөр)

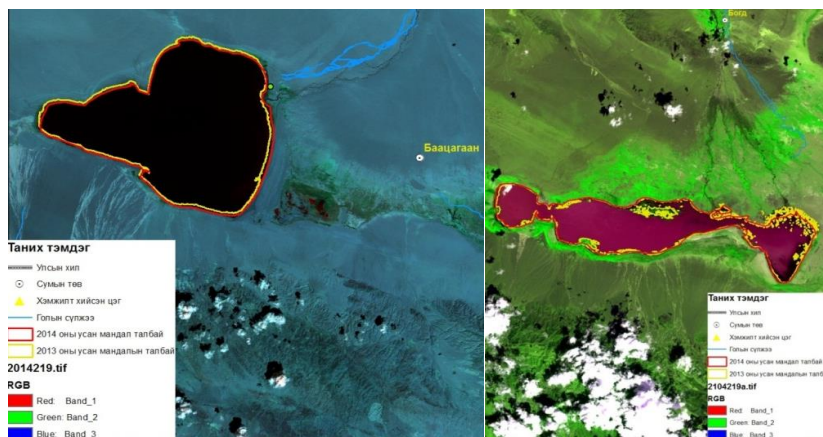
Бөөн Цагаан нуурын усан гадаргын талбай өнөөдрийн байдлаар 1940-өөд оны зургаар тодорхойлсон талбайгаас 25 хувь, 2000 оны хиймэл дагуулын зурагтай харьцуулбал 12 хувь тус тус багассан байна.

1.40 дүгээр хүснэгт. Бөөн Цагаан нуурын усан гадаргын талбайн өөрчлөлт

Нуурын нэр	M1:100000 топо зураг		Landsat-2000 зураг		Landsat-2006 зураг		Landsat-2010 зураг		Landsat-2013 зураг	
	талбай, км ²	Эргийн шугам, км	талбай, км ²	Эргийн шугам, км	талбай, км ²	Эргийн шугам, км	талбай, км ²	Эргийн шугам, км	талбай, км ²	Эргийн шугам, км
Бөөн Цагаан	284.8	80.7	271.2	76.2	267.5	74.5	245.2	70.8	239.2	70.4



1.107 дугаар зураг. Бөөн Цагаан нуурын усан гадаргын талбайн өөрчлөлт



1.108 дугаар зураг. Бөөн Цагаан, Орог нуурын усан гадаргын талбайн өөрчлөлт, 2013-2014

1.3.4 Буйр нуурын усны балансын судалгаа

Монголын Дорнод талын нууруудын дотроос усны эзлэх талбай, эзлэхүүнээрээ хамгийн том нь бөгөөд физик газарзүй, усны горим, биологийн хувьд нэн өвөрмөц юм.

Буйр нуурын газарзүйн нөхцөлийг Г.Н.Потанин /1899/, Э.М.Мурзаев /1949/, В.А.Кормазов /1928/ анх тодорхойлсон боловч нуурын гүн болон ёроолын байдал, хурдас хуримтлал, түүний тархалтыг нарийн судлаагүй ажээ. 1962 онд нуурын ёроолын зураг, хурдасны тархацыг анх удаа Ж.Цэрэнсодном тодорхойлжээ. Судалгааны ажлыг цаашид үргэлжлүүлж Ц.Сугар, О.Цэрэв

/1985/, Н.Дашдэлэг, Ц.Баатар /1989/, Г.Даваа, 1995 нар цаашид үргэлжлүүлсэн байдаг.

1960-иад оноос УЦУ-ын байгууллагын шугамаар шинжлэх ухааны үндэслэлтэй судалж, байнгын ажиглалтийг эхлүүлсэн ба улмаар 1966 онд Буйр-Загасны үйлдвэр харуул байгуулагдаж өнөөг хүртэл тасралтгүй горимын олон жилийн үнэтэй мэдээ, материал цуглуулаад байна.

Сүүлийн жилүүдэд УЦУОСМХ-гээс хэрэгжүүлсэн ШУТ-ийн төсөл, Монгол-Хятадын хилийн ус гэрээ, УННМ-ийн төлөвлөлтийн чиглэлээр Буйр нуурын судалгаа өргөжиж байна.

Халх голын эхээр 400-500 мм хур тунадас унах учир ой мод элбэгтэй, адагт хээрийн ургамал зонхилно. Халх голын адгаас дээш 32 км орчимд Шарилж салаалан Буйр нуураас эх авах Оршуун голд цутгана.



1.109 дүгээр зураг. Буйр нуур, Халх голын сав газрын жилийн нийлбэр хур тунадасны олон жилийн явц

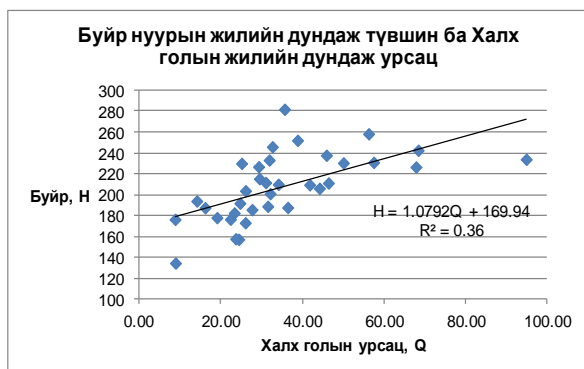
Буйр нуурын усны түвшний олон жилийн хэлбэлзлийн явцаас үзэхэд 1966-1983 онд татруу устай үе, 1984 оноос 1999 он хүртэл элбэг устай үе зонхилж байна. Энэ бүтэн мөчлөгийг хамруулан Буйр нуурын усны балансын элементүүдийн норм, хэмжээ, их багыг тодорхойлж болно.

Буйр нуурт жилд дунджаар 4 м³/с /240 мм/ тунадас орж, Халх голоос 13.2 м³/сек /760мм/ ус орж 18.0 м³/с /900 мм/ ус ууршина.



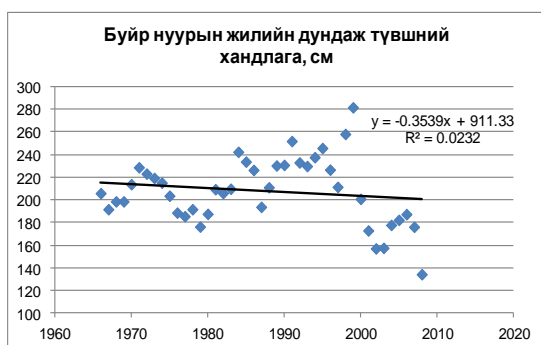
1.110 дугаар зураг. Буйр нуурын жилийн дундаж түвшний олон жилийн явц

Буйр нуурын мандлаас хуурай салхи ихтэй жилд 1222.3 мм, чийглэг, намуун жилд 630 мм ус ууршина. Буйр нуурт цутгах гадаргын урсацыг үндсэндээ Халх голын сав газрын хур бороо, цасны ус эзлэх бөгөөд жилд 0.464-1.838 км³ хооронд хэлбэлзэнэ /Г. Даваа, 1996/.



1.111 дүгээр зураг. Буйр нуурын түвшин ба Халх голын урсацын хамаарал

Буйр нуурын усны түвшин 1990-ээд оны сүүлчээс эхлэн багасч, 2009 оны байдлаар нуурын усны түвшин олон жилийн дунджаас 107 см буурсан ба 2000-2008 оны хооронд 90 см орчим буурч, нуурын зах дунджаар 200 м гаруй дотогш хумигдан усан гадаргын талбай 4-5 км² –аар багасч байв.

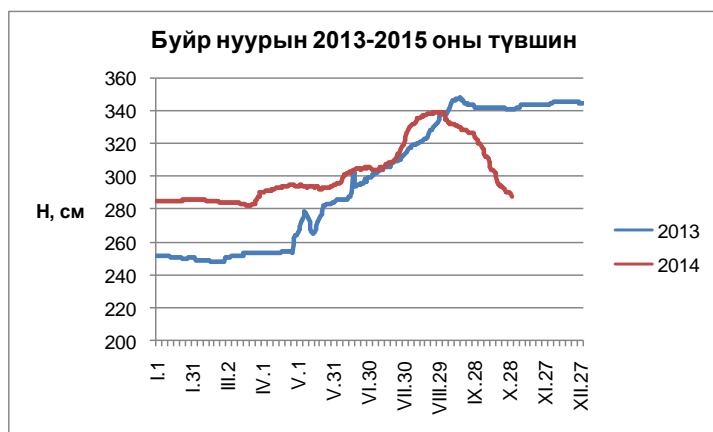


1.112 дугаар зураг. Буйр нуурын усны түвшний олон жилийн явц

Буйр нуурын усны түвшний хэлбэлзэл жилд 60-100 см байх ба түүний цутгал Халх голын урсац болон нуурын мандалд унах хур тунадас, ууршлаар тодорхойлогдоно.

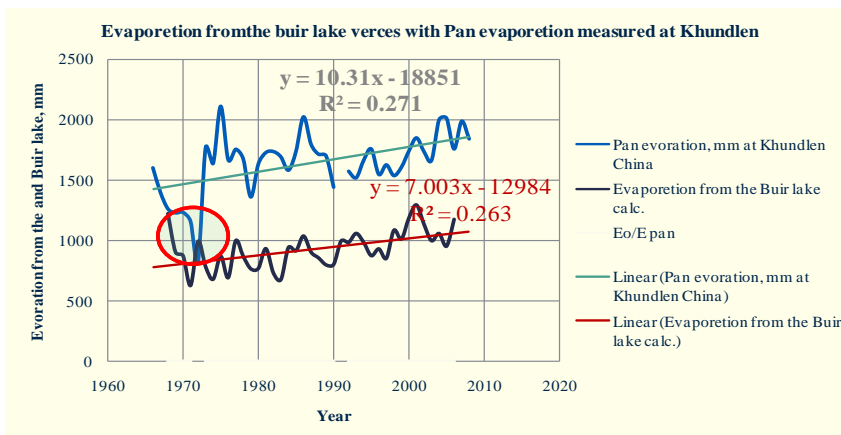
1.41 дүгээр хүснэгт. Буйр нуурын 2013-2014 оны усны түвшний жилийн хэлбэлзэл

	Их	Бага	Агууриг	Дундаж
2013	348	248	100	298
2014	339	282	57	302



1.113 дугаар зураг. Буйр нуурын 2013-2014 оны түвшний хэлбэлзэл

Буйр нуурын усны горим нөөц, түүний усны тэнцэлд усан гадаргын ууршил маш чухал үүрэгтэй. Агаарын температурын нэмэгдэлт, олон жил дараалсан ган гачгийн улмаас Буйр нуурын усан гадаргын ууршил улам нэмэгдэж, сүүлийн 42 жилд 31 хувиар нэмэгдсэн байна (287.1 мм/42 жил).



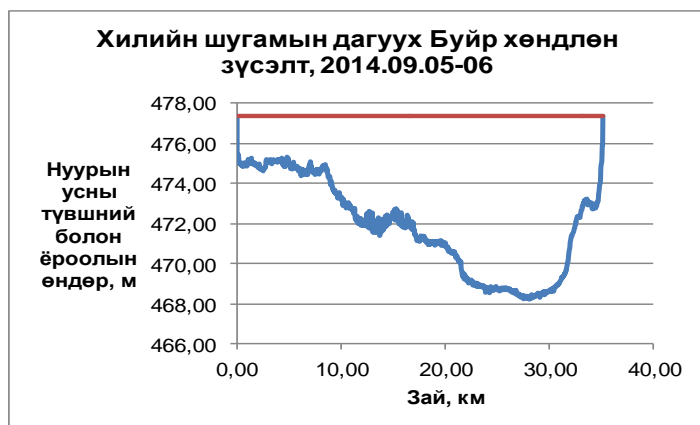
1.114 дүгээр зураг. Буйр нуурын усан гадаргын ууршлын олон жилийн өөрчлөлт

1.42 дугаар хүснэгт. Буйр нуурын усны баланс, 2013

	V	VI	VII	VIII	IX	X
Дундаж түвшин, см	272	291	306	323	343	342
Хур тунадас, мм	11	10	54	191	46	21
Халх голын урсац, м ³ сек	111	82	80	110	100	74
Халх голын урсац, мм	458	335	331	452	410	306
Усан гадаргын ууршил, мм	88	122	93	87	115	
Нуурын усны түвшний өөрчлөлт, мм	180	140	140	220	50	-10

Буйр нуурын гүн, ёроолын дүрсзүйн хэмжилтийг усан хилийн шугамын дагуу гүйцэтгэсэн нь нуурын гүн, талбай, эзлэхүүнийг нарийвчлахад маш чухал мэдээ материал болов (Дотоодын ШУТ-ийн төслөөс Д.Оюунбаатар, Э.Батбаяр, Б.Эрдэнэбаяр нараас бүрдсэн баг ажилласан). Энэхүү хэмжилтийг үргэлжлүүлэн Буйр нуурын гүн, ёроолын нарийвчилсан зураглалыг хийх шаардлагатай байна. Ингэснээр Буйр нуурын эзлэхүүн улмаар усны тэнцлийг нарийвчлах сайхан боломж бүрдэнэ.

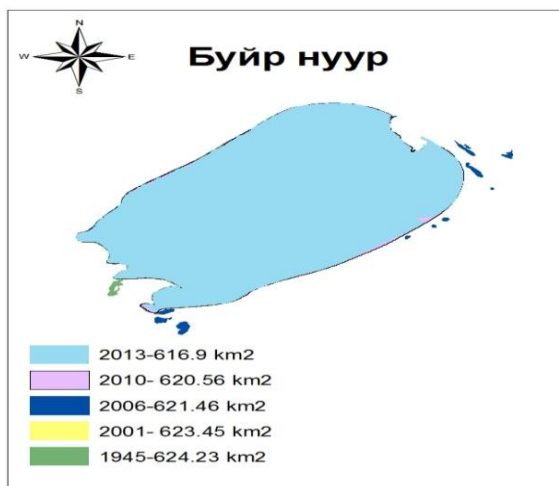
Судалгаанд СНС маркийн X-900 загварын дифференциаль GPS, HD-370 маркийн эхолот, моторт завь зэрэг багаж төхөөрөмж, техник хэрэгслийг хэрэглэв.



1.115 дугаар зураг. Буйр нуурын усан хилийн дагуух усны гүн, м

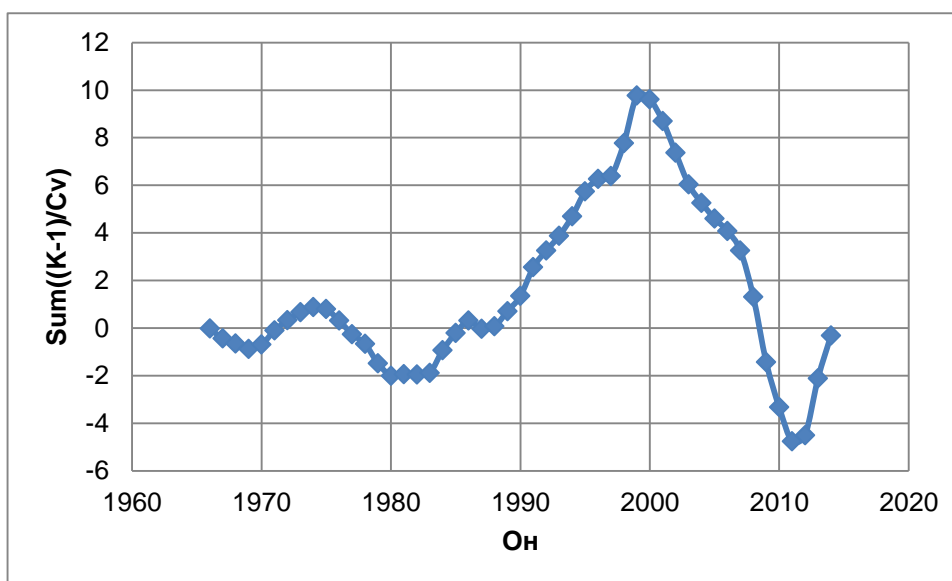
1.43 дугаар хүснэгт. Буйр нуурын гүний хэмжлэгийн урьдчилсан дүн

	Үзүүлэлтүүд	Нэгж, м	Тайлбар
1	Усан гадаргын өндөр,	477.35	Усан гадаргын өндрийг нарийвчлах
2	Нуурын өргөн	35153	Хилийн шугамын урттай харьцуулах
3	Их гүн	9.11	
5	Дундаж гүн	5.33	
5	Хөндлөн огтлолын талбай, м ²	194547.8	



1.116 дугаар зураг. Буйр нуурын талбайн өөрчлөлт

Буйр нуурын усны түвшний олон жилийн хэлбэлзлийн явцаас үзэхэд 1966-1983 онд татруу устай үе, 1984 оноос 1999 он хүртэл элбэг, 2000 оноос 2012 онд бага, 2013 оноос элбэг устай үе зонхилж, байна. Энэ бүтэн мөчлөгийг хамруулан Буйр нуурын усны балансын элементүүдийн норм, хэмжээ, их багыг тодорхойлж болно (1.117 дугаар зураг).



1.117 дугаар зураг. Буйр нуурын усны түвшний олон жилийн мөчлөгт хэлбэлзэл

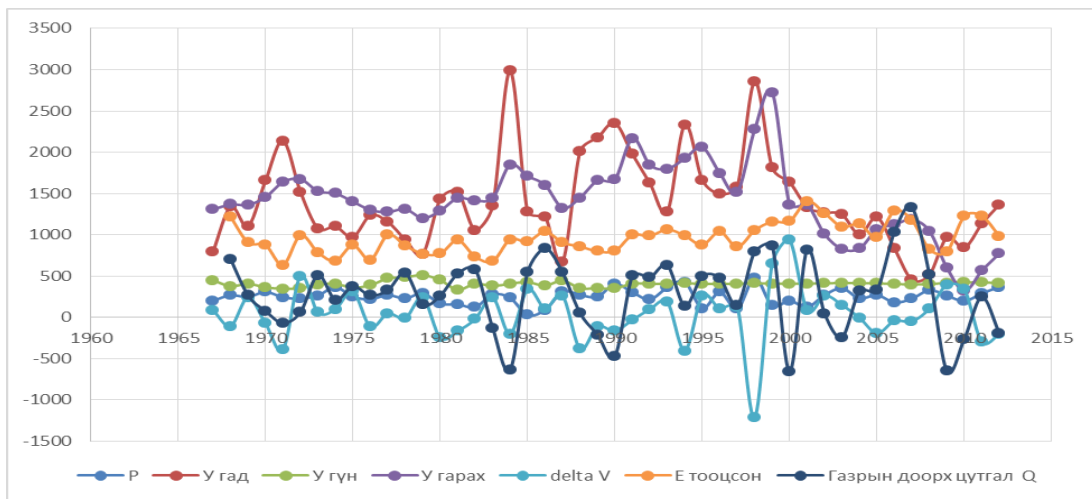
Буйр нуурын мандал их устай жилд 405 мм, бага тунадастай жилд 89.3 мм тунадас унадаг хэдий ч хур тунадасны хувьсал харьцангуй $/C_{\gamma}=0.28/$ бага

юм. Буйр нуурын мандлаас хуурай салхи ихтэй жилд 1222.3 мм, чийглэг, намуун жилд 630 мм ус ууршина. Буйр нуурт цутгах гадаргын урсацыг үндсэндээ Халх голын сав газрын хур бороо, цасны ус эзлэх бөгөөд жилд 0.464-1.838 км³ хооронд хэлбэлзнэ.

Нуурын усны балансын орлогын хэсгийн 46 жилийн дундаж хэмжээ 1.524 км³, харин зарлагын хэсгийнх 1.537 км³ тус тус болж, орлогын хэсэг нь зарлагаасаа 0.87 хувь (-0.0133 км³) бага байна.

1.45 дугаар хүснэгт. Буйр нуурын 46 жилийн дундаж баланс

д/д	Он	Хур тунадас		У гад		У гүн		Урсац гарах		Эзлэхүүний өөрчлөлт		Ууршилт		Газар доорх цутгал ба нуураас гарах урсацын ялгавар, мм
		мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	
Дундаж	1967-2012	253.5	0.16	1435.4	0.9	406.313	0.1	1424.7	0.9	26.2	0.006	955.9	0.6	249.0



1.118 дугаар зураг. Буйр нуурын балансын үзүүлэлтүүд

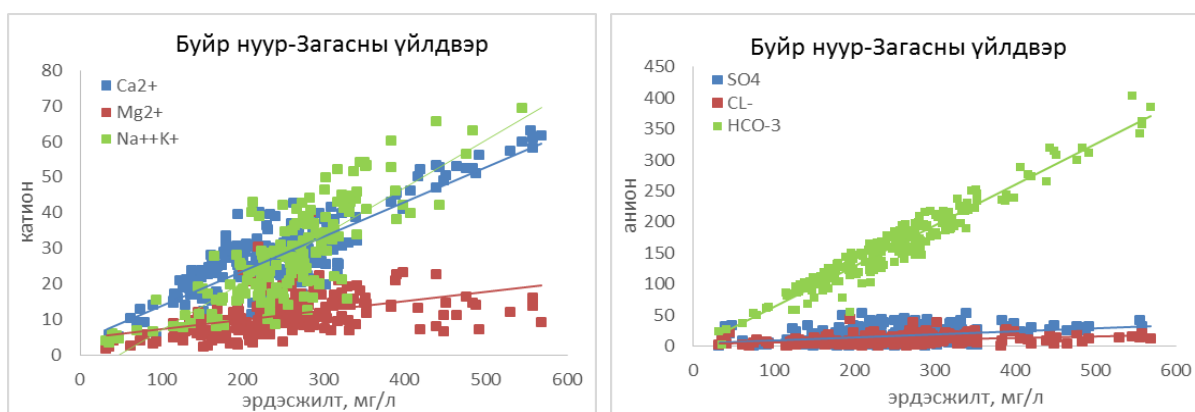
1.44 дүгээр хүснэгт. Буйр нуурын усны балансын үзүүлэлтүүд

д/д	Он	Хур тунадас		У гад		У гүн		У гарах		Эзлэхүүний өөрчлөлт		Ууршилт		Газар доорх цутгал ба нуураас гарах урсацын ялгавар, мм
		мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	
1	1967	200.9	0.122	800	0.489	450	0.275	1307.5	0.795	85.3	0.052			
2	1968	269.4	0.164	1340.5	0.822	378.2	0.232	1368	0.835	-105.6	-0.064	1222.3	0.75	707.8
3	1969	247.4	0.151	1104.3	0.677	407.5	0.25	1363.1	0.832	243.9	0.15	906.3	0.556	266.3
4	1970	309.1	0.19	1657.7	1.02	364.1	0.224	1456.7	0.896	-73.5	-0.045	877.4	0.54	76.7
5	1971	243.3	0.15	2139.3	1.316	348.2	0.214	1639.8	1.009	-389.1	-0.233	632.5	0.389	-69.4
6	1972	228.6	0.141	1520.5	0.936	355.8	0.219	1675.4	1.031	502.3	-0.309	995	0.612	63.2
7	1973	265.4	0.163	1078.6	0.664	398.9	0.245	1528	0.94	60.1	0.037	786.8	0.484	511
8	1974	366.5	0.225	1100.5	0.677	406.4	0.25	1502.1	0.924	100.8	0.062	684	0.421	211.9
9	1975	251	0.154	973.8	0.596	361.1	0.221	1401.9	0.858	314.5	0.19	874.1	0.538	375.6
10	1976	219.9	0.134	1236.4	0.751	390.1	0.237	1302.3	0.791	-113.5	0.069	696.7	0.425	266.1
11	1977	271.2	0.164	1156.6	0.701	471.8	0.286	1275.4	0.773	47.8	0.029	1000.5	0.609	328.5
12	1978	229.7	0.14	942.3	0.573	485.1	0.295	1312.4	0.798	-9.9	0.006	871.2	0.532	536.4
13	1979	293.6	0.177	769.7	0.464	512.6	0.309	1202.8	0.725	242.3	0.145	769.7	0.466	154.3
14	1980	165.8	0.1	1431.4	0.868	451.6	0.274	1292.2	0.784	-248.7	-0.151	772.2	0.471	264.3
15	1981	159.1	0.098	1521.7	0.936	334.9	0.206	1445.4	0.889	-164.2	-0.101	935.2	0.575	529.1
16	1982	123.8	0.076	1055.5	0.648	407.9	0.251	1415.9	0.867	-19.5	0.012	735.1	0.452	583.3
17	1983	278.5	0.171	1352.7	0.832	382	0.235	1445.4	0.889	240.5	0.148	681.3	0.419	-127

18	1984	236	0.195	2986.1	1.838	407.7	0.251	1848.9	1.138	-199.8	-0.123	944.7	0.581	-636.4
19	1985	30.24	0.186	1283.8	0.799	428.2	0.264	1711.1	1.053	339.7	0.209	917	0.564	546.2
20	1986	89.3	0.055	1220.3	0.751	385.1	0.237	1604.1	0.987	110.6	0.068	1038.9	0.639	837.7
21	1987	310.8	0.189	668.1	0.409	446.2	0.273	1325.8	0.807	263.2	0.159	906.9	0.555	544.5
22	1988	272.6	0.168	2006.2	1.234	354.4	0.218	1449.8	0.802	-378.7	-0.233	859.2	0.528	54.5
23	1989	249.4	0.153	2174.5	1.338	354.2	0.218	1656.6	1.019	-110.5	-0.068	801.8	0.493	-209.2
24	1990	405	0.249	2354.7	1.449	351	0.216	1672	1.029	-164	-0.101	805.2	0.495	-469.5
25	1991	304.88	0.188	1976.5	1.2169	410	0.0164	2167.8	1.335	-30	-0.018	997.7	0.614	504.1
26	1992	217.92	0.134	1625.3	1.0002	407.8	0.0139	1847.7	1.137	98.2	0.06	986.8	0.607	485.3
27	1993	362.32	0.223	1281.6	0.7886	405.1	0.0135	1799.6	1.107	184.9	0.114	1064.8	0.655	630.5
28	1994	429.36	0.264	2334.9	1.437	412.1	0.0147	1924.9	1.185	-403.5	-0.248	989.6	0.609	141.7
29	1995	109.12	0.067	1664.1	1.0243	408	0.0155	2061.2	1.269	262.3	0.161	878	0.54	495.7
30	1996	307.2	0.189	1493.5	0.919	406.9	0.0131	1748.2	1.076	104.8	0.064	1038.5	0.639	474.4
31	1997	103.04	0.063	1582.4	0.9733	407.7	0.0114	1518.1	0.934	127.9	0.079	854	0.525	151.1
32	1998	478.48	0.295	2855.3	1.7581	414.3	0.0174	2274.3	1.4	-1212.3	-0.748	1055.1	0.65	793.6
33	1999	142.64	0.088	1814.2	1.1177	408.7	0.0206	2726.1	1.679	650.2	0.4	1068.1	0.658	778.5
34	2000	203.1	0.125	1638.4	1.0075	408.2	0.0103	1367.3	0.835	936.8	0.563	1165.6	0.717	-653.6
35	2001	123.5	0.075	1336.6	0.8167	408.3	0.0103	1367.3	0.835	87.6	0.052	1407.8	0.860	819.1
36	2002	271.3	0.163	1273.8	0.7666	413.8	0.0077	1008.0	0.607	264.382	0.159	1262.8	0.760	47.5
37	2003	353.1	0.211	1245.8	0.7432	417.1	0.0064	828.9	0.495	150.002	0.089	1097.2	0.655	-239.9
38	2004	229.3	0.137	1003.6	0.5989	414.4	0.0064	834.3	0.498	-4.737	-0.003	1132.0	0.676	323.8
39	2005	272.2	0.164	1213.4	0.7322	412.2	0.0081	1067.2	0.644	-191.75	-0.116	971.6	0.586	332.8
40	2006	180.3	0.109	834.5	0.5048	406.8	0.0084	1122.5	0.679	-42.213	-0.026	1290.6	0.781	1033.6
41	2007	227.6	0.138	455.7	0.2764	398.7	0.0087	1186.6	0.720	-47.731	-0.029	1177.7	0.714	1330.1
42	2008	329.2	0.198	516.1	0.3112	402.5	0.0078	1047.0	0.631	105.745	0.064	827.0	0.499	520.5
43	2009	265.7	0.157	966.7	0.5694	419.2	0.0047	602.7	0.355	396.527	0.234	797.1	0.470	-648.3
44	2010	197.4	0.114	843.0	0.4866	425.8	0.0025	320.9	0.185	339.141	0.196	1225.0	0.707	-259.4
45	2011	292.3	0.172	1132.0	0.6653	422.0	0.0044	565.2	0.332	-299.39	-0.176	1229.6	0.723	247.8
46	2012	368.2	0.219	1366.1	0.8126	419.4	0.0060	773.4	0.460	-205.29	-0.122	986.1	0.587	-188.9

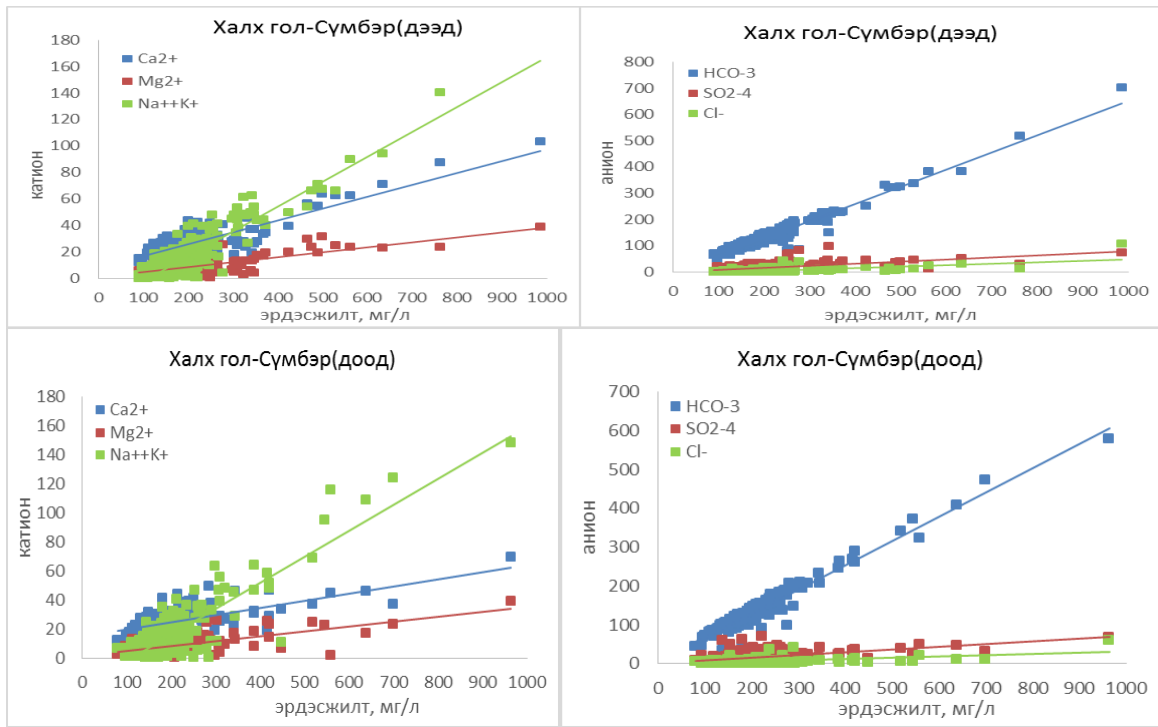
Халх гол, Буйр нуурын усны ионы найрлагыг бүрдүүлэгч эх үүсвэр нь хөрсний угаагдал ус, тунамал болон уулын чулуулаг, агаарын тунадас, амьд организмын үлдэгдэл зэрэг орно. Манай орны гол мөрний усны химийн найрлагын нийтлэг шинж чанар бол тэдгээрт анионоос гидрокарбонат (HCO_3^-), катионоос кальци (Ca^{2+}) зонхилдогт оршино. Тухайлбал: Нийт ажиглалтын 90-100 хувьд гидрокарбонатын, 70-90 хувьд кальцийн ион давамгайлдаг байна. Харин зарим өвөл, зуны гачиг үе, услаг багатай жилд натри, калийн ионы нийлбэр ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) давамгайлах нь бий.

Буйр нуур-Загасны үйлдвэр ус судлалын харуулын 1980-2013 оны мэдээ ашигласан судалгааны дүнгээр Буйр нуурын усны бүтцэд катионоос $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, анионоос гидрокарбонат HCO_3^- зонхилж, катионы харьцаа $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$, анионы харьцаа $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ байна. Өвөл, зуны гачиг үе, услаг багатай жилд натри, кали ионы нийлбэр $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ давамгайлж байна.



1.119 дүгээр зураг. Буйр нуурын катион, анионы харьцаа /1980-2013 он/

Халх голын усны ионы бүтцэд анионоос гидрокарбонатын ион зонхилж харьцаа нь $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ байна. Харин катионоос натри, кали ион зонхилж харьцаа нь $\text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ байна.



1.120 дугаар зураг. Халх голын катион, анионы харьцаа /1980-2013 он/

Эрдэсжил нь голын усны чанарыг тодорхойлох нэг чухал үзүүлэлт юм. Гэвч газарзүй, байгаль цаг уураас хамааран маш тогтворгүй байдгаас бохирдсон эсэхийг тодорхойлох үзүүлэлт болохгүй /Gordan K.P., 1978/. Иймд голын усны эрдэсжлийн хэлбэлзэл, төлөв байдлыг орчноос нь хамааруулан тогтоох тухайлбал гол мөрний усны хэмжээ, горимтой хэрхэн уялдаа хамааралтайг илрүүлэн тогтоох нь түүний өөрчлөлт, хэлбэлзлийг үнэлэх нэг чухал хэлбэр юм.

Буйр Нуурын зүүн хойт талаас Халх гол нуурт цутгах бөгөөд түүний адгаас зүүн хойш 1 км хүрэхгүй зайд Оршуун гол эх аван урсна. Оршуун гол нуурт хуримтлагдах эрдэс бодисыг гадагш тээвэрлэн ус цэнгэгжүүлэх чухал үүрэг гүйцэтгэнэ.

1.46 дугаар хүснэгт. Буйр нуурын гол ионы харьцаа ба эрдэсжил, мг/л

Харуул	Он	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	SO_4^{2-}	Cl^-	HCO_3^-	эрдэсжил
Буйр нуур- Загасны	1980-1990	22.23	9.36	20.50	16.49	5.12	137.15	211
	1991-2000	26.83	10.02	14.84	10.10	5.77	144.37	212
үйлдвэр	2001-2013	24.80	13.21	37.82	14.41	14.84	190.01	295

Эндээс үзэхэд сүүлийн жилүүдэд анионы ионоос Cl^- , HCO_3^- , катионы ионоос Mg^{2+} , Ca^{2+} -ийн хэмжээ ихсэж байна. 1991 оноос хойш $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ионы хэмжээ аажмаар буурч 2001 оноос эхэлж дахин ихэссэн байна. Сүүлийн жилүүдэд Буйр нуурын эрдэсжил нэмэгдэх шалтгаан нь уур амьсгалын талаасаа

услал багатай жилүүдтэй холбоотой ба нөгөө талаасаа тодорхой хэмжээний бохирдлыг илэрхийлнэ. Бага устай үед нуурын усны түвшин буурахын хирээр усан дахь анион, катионы агууламж нэмэгдэж эцэстээ усны эрдэсжил ихэснэ.

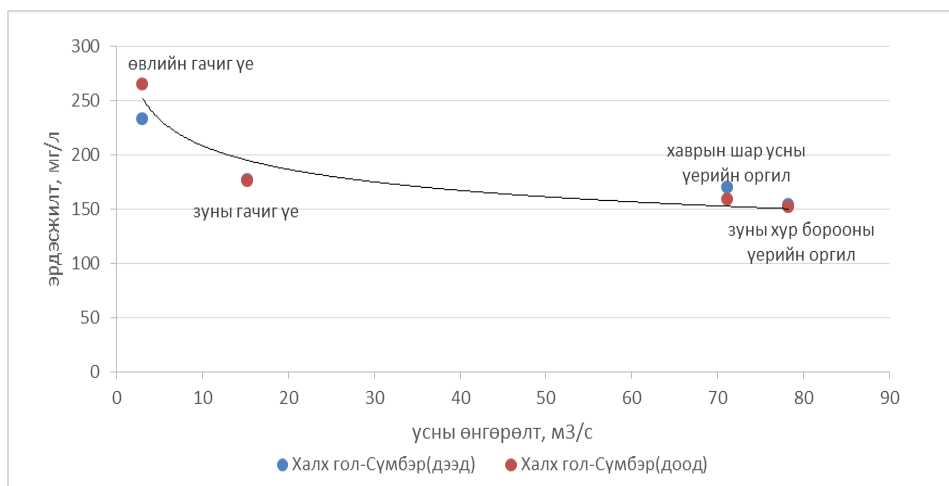
1.47 дугаар хүснэгт. Буйр нуурын усны гол ионы улирлын хэлбэлзэл

Гол ионуудын агууламж, мг/л	өвөл	хавар	зун	намар
Ca ²⁺	29.70	24.04	24.84	25.38
Mg ²⁺	13.54	9.06	10.87	12.70
Na ⁺ +K ⁺	31.79	25.37	27.79	28.16
SO ₄ ²⁻	19.25	15.00	12.67	16.68
Cl ⁻	10.69	11.87	9.60	9.54
HCO ₃ ⁻	190.08	136.09	159.95	165.05

Ca²⁺, Mg²⁺, HCO₃⁻ ионы агууламж улираллаг шинжтэй байна. Эдгээрийн агууламж өвлийн улиралд буюу татруу устай үед нэмэгдэж, голын усны тэжээлд хур борооны усны эзлэх хувь ихсэх элбэг устай үед буурч байна. Гэхдээ эдгээр ионы хамгийн их ба бага агууламжийн ажиглагдах хугацаа тухайн жилийн уур амьсгалын нөхцөлөөс хамаарч өөрчлөгдөнө. SO₄²⁻, Cl⁻ ионы агууламжийн хэлбэлзэлд мэдэгдэхүйц улираллаг шинж үл илэрнэ. Харин Cl⁻ ионы агууламж хаврын шар усны үерийн үед бага зэрэг, SO₄²⁻ ионы агууламж хаврын шар ус, зуны хур борооны үерийн төгсгөлд нэмэгдэх хандлагатай байна.

Халх голын усны эрдэсжил Халх гол-Сүмбэр (дээд) орчим 120-300 мг/л хооронд хэлбэлзэж, Халх гол-Сүмбэр (доод) харуул орчим 100-280 мг/л хооронд хэлбэлзэж байна. Халх голын усны эрдэсжлийн жилийн явцаас үзвэл эрдэсжлийн хэмжээ нь өвлийн гачиг үед нэмэгдэн 310-340 мг/л хүрч, зуны хур борооны үед буурч 100-250 мг/л хүрнэ.

Усны горимын үе дэх эрдэсжлийн агууламж өвлийн улиралд буюу татруу устай үед хамгийн их хэмжээнд, зуны хур борооны усны эзлэх хувь ихсэх элбэг устай үед (хур борооны үерийн оргил) буурч хамгийн бага хэмжээнд хүрдэг бөгөөд голын усны тэжээлийн горимоос хамаарч улирлаг шинжийг агуулдаг болох нь батлагдаж байна.



1.121 дүгээр зураг. Усны горимын үе ба эрдэсжлийн хамаарал /Халх гол 2000-2013 он/

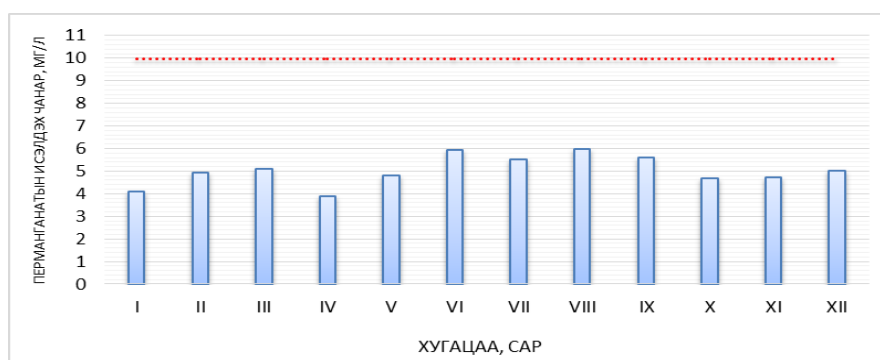
Ер нь гол мөрний усны өнгөрөлт болон эрдэсжлийн хооронд аж ахуйн үйл ажиллагааны нөлөөллөөс хамаарч, тодорхой нэг хамаарлыг тогтоох боломжгүй (Champan J.P., Reynolds B., Wheeler H.S., 1993). Халх голын усны эрдэсжил

урсацын өөрчлөлтөөс гадна тухайн үеийн байгаль цаг уурын нөхцөл, хур тунадасны хэмжээ, хэлбэр, үргэлжлэх хугацаа тархалтаас илүү хамаарна.

Биогенийн элементүүд нь байгалийн усанд тодорхой хэмжээгээр байдаг бөгөөд усан дахь ургамал амьтны задарлын дүнд бий болдог. Азотот нэгдлүүд бүхий шим бохирдол нь аммони, нитрит, нитрат, фосфорын нэгдлүүд нь хаврын шар усны болон зуны хур борооны үерийн үед их хэмжээнд хүрдэг байна.

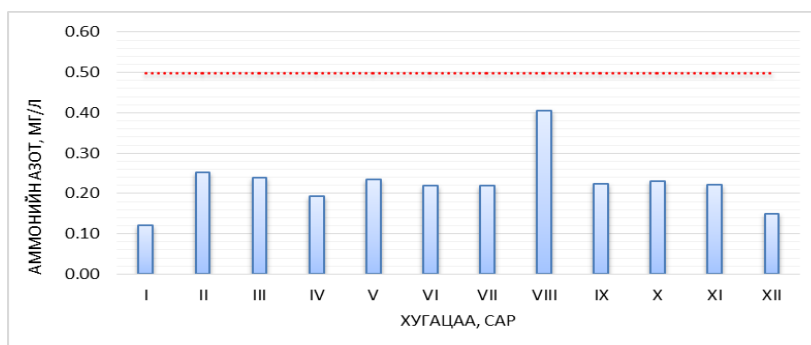
Энэхүү судалгааны ажлаар Буйр нуурын усны бохирдлыг аммони (NH_4), нитрат (NO_3), нитрит (NO_2)-ийн азот, перманганатын исэлдэх чанар зэрэг усны чанарын үзүүлэлтийн 1980-2013 оны дундаж агууламжийг хүлцэх агууламжтай харьцуулан үнэлэв.

Перманганатын исэлдэх чанар /ПИЧ/ нь усан дахь амархан исэлддэг органик ба органик бус бодисыг тодорхойлно. Буйр нуурын 1980-2013 оны усны шинжилгээний дүнгээс үзэхэд ПИЧ нь 2010 оны 3, 6, 7, 8, 9 дүгээр сард хүлцэх агууламжийг давсан байна.



1.122 дугаар зураг. Перманганатын исэлдэх чанарын агууламж ба гадаргын усны стандарт /MNS 4586 : 1998/-ын харьцаа /1980-2013 он/

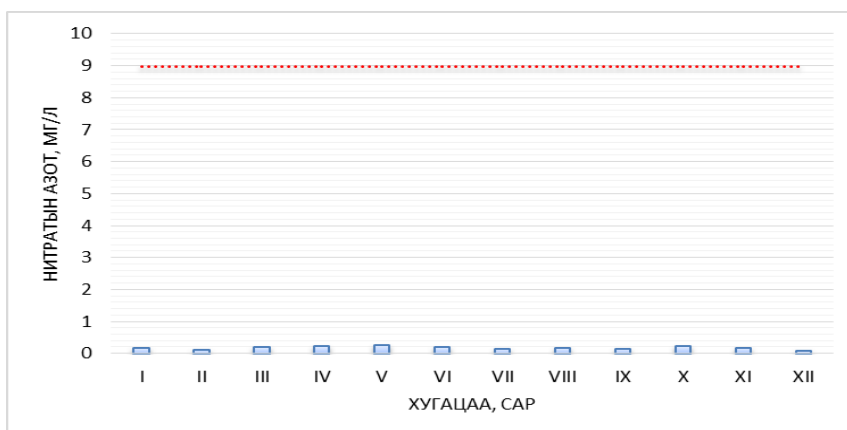
Аммонийн азот нь химийн элементүүд дотор гол мөрөн, нуурын усанд хамгийн түгээмэл илрэх элемент юм. Энэ нь ус ялгадсын бохирдлоор бохирдсоныг тодорхойлно. Буйр нуурын усанд аммонийн азот 0.01-2.0 мг/л-ийн хооронд хэлбэлзэх боловч ихэнхдээ 8 дугаар сард 0.5 мг/л-ээс хэтэрч байна.



1.123 дугаар зураг. Аммонийн азотын агууламж ба гадаргын усны стандарт /MNS 4586 : 1998/-ын харьцаа /1980-2013 он/

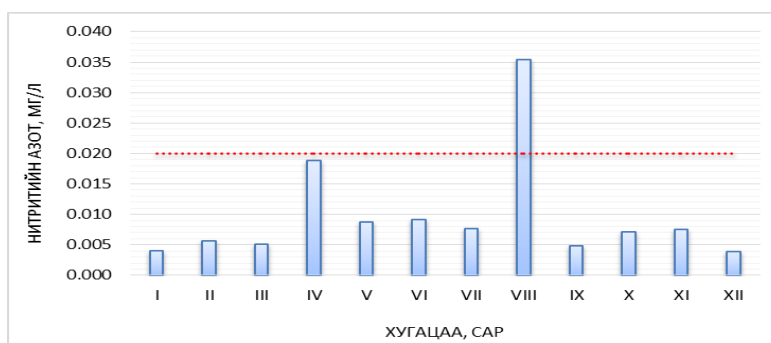
Нитратын азот нь органик задарлын эцсийн бүтээгдэхүүн ба нитратаар фитопланктонууд хооллодог. Иймээс нитратын хэмжээ зуны улиралд эрс багасч өвлийн улиралд хэд дахин нэмэгдэнэ. Голын усанд илрэх хэмжээнээс гадна

нитратын урсац, түүний цаг хугацааны өөрчлөлтийг тодорхойлох нь гол мөрөн, нуурын орчинзүй, хилийн усны чанар хийгээд бусад олон үнэлгээнд чухал юм. Буйр нуурын усанд нитратын азот нь 0.01-2.07 мг/л-ийн хооронд хэлбэлзэж байна.



1.124 дүгээр зураг. Нитратын азотын агууламж ба гадаргын усны стандарт /MNS 4586 : 1998/-ын харьцаа /1980-2013 он/

Нитритийн азотын хэмжээ их байх нь усны бохирдол их байгааг харуулдаг байна. Гэвч нитрит нь маш хурдан задарч нитрат болно. Буйр нуурын усанд нитритийн азот 0.001-0.60 хооронд хэлбэлзэж байна. 1986 оноос хойш нуурын усан дах нитритийн агууламж хүлцэх хэмжээнээсээ тасралтгүй давсан байна.



1.125 дугаар зураг. Нитритийн азотын агууламж ба гадаргын усны стандарт /MNS 4586 : 1998/-ын харьцаа /1980-2013

Нитритийн азотын агууламж хаврын шар усны үер, зуны хур борооны үерийн үед хүлцэх агууламжаас хэтэрсэн байна. Энэ нь Буйр нуурт цутгах Халх голын ус хаврын шар усны үер болон зуны хур борооны үерийн үед бохирдож Буйр нуурт цутгахад нуурын усан дах нитритийн агууламж нэмэгдэж бохирддог байна.

Бохирдлын агууламжийн тархалтын тооцоо: Голын усны бохирдол нь голын урт, өргөн ба гүний дагуу өөрчлөгдөх учир агшин зуурын хугацаанд цэгэн эх үүсвэрээс хаягдах бохир усны бохирдлын агууламж т хугацаанд, х зайд ямар хурдтайгаар тархах тархалтыг Дисперс загвараар загварчлах оролдлого хийв. Дисперсийн тэгшитгэлийн дисперсийн итгэлцүүрийг усны горимын үе шат, бохирдуулагч элементийн төрлөөс хамааруулан сонгох боломжтой. Нэг

1.3.5 Тахилт нуурын усны балансын судалгаа

Тахилт нуурын усан гадаргын ууршлыг тооцоход Цаг уурын Мааньт өртөөний 1958-2014 оны мэдээг ашиглав. Үүнд: Хөрсний гадаргын температурын сарын дундаж °С, салхины сарын дундаж хурд, м/с, агаарын үнэмлэхүй чийг, гПа зэрэг болно. Үүнээс усны гадаргын температурыг хөрсний гадаргын температурын мэдээгээр дараах байдлаар тооцов (Г. Даваа, 1996).

1.48 дугаар хүснэгт. Тахилт нуурын усны балансын элементүүд олон жилийн явц

Тахилт нуурын усны балансын элементүүд										
Он	Усан гадаргын ууршил		Хур тунадас		Эзлэхүүний өөрчлөлт		нийлбэр урсац		эзлэхүүн	
	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм
1968	0.00017	678.7	0.000051	209.8	-0.0000033	-13.5	0.000118	482.5	0.000030	123.8
1992	0.00020	672.9	0.000083	276.9	-0.0000027	-9.1	0.000121	405.1	0.000033	110.9
2002	0.00020	826.0	0.000033	132.7	0.0000054	22.1	0.000165	671.2	0.000028	112.2
2005	0	903.6	0	205.4	0	0	0	0	0	0
2007	0	954.1	0	128.9	0	0	0	0	0	0
2008	0.00006	742.6	0.000020	236.1	0.000002	23.0	0.000042	483.5	0.000026	295.3
2009	0.00045	922.2	0.000128	258.9	-0.000015	-30.6	0.000342	693.9	0.000041	82.6
2010	0.00042	1045	0.000068	169.4	0.000004	11.1	0.000349	864.4	0.000036	89.6
2011	0.00021	908.9	0.000054	236.3	0.000010	41.3	0.000145	631.3	0.000027	116.1
2013	0.00011	1004	0.000019	170.2	0.000002	15.1	0.000093	818.4	0.000025	219.1
2014	0	841.0	0	238.1	0	0	0	0.0	0	0
2015	0.00013	1257	0.000131	125.7	-0.0000001	-1.0	0.0000002	1.55	0.000027	260.0

Тахилт нуурын усны тэнцлийг тасралтгүй үргэлжилж байгаа 2 хугацаанд тооцов. Үүнд: 1 дүгээрт 2007-2011 оны хооронд 5 жилийн дундаж тэнцэл, 2 дугаарт 2013-2015 оны хооронд 3 жилийн дундаж тэнцэл тус тус болно. Нуурын усны балансын орлого ба зарлагын хэмжээ 5 жилийн дунджаар хоорондоо тэнцүү 0.000252 км³ байна. Орлогын 23 хувийг нуурын мандалд унах хур тунадас, 77 хувийг гадаргын болон газар доорх усны нийлбэр цутгал урсац бүрдүүлж байна. Энэ 5 жилийн дунджаар үзвэл Тахилт нуурт цутгах нийлбэр урсац төдийлөн буураагүй байна (1.48, 1.49 дүгээр хүснэгт, 1.128 дугаар зураг).

1.49 дугаар хүснэгт. Тахилт нуурын 5 жилийн дундаж тэнцэл

Тооцсон хугацаа	Усан гадаргын ууршил		Хур тунадас		Эзлэхүүний өөрчлөлт		нийлбэр урсац	
	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм
2008-2011	0.000253	924.5	0.000058	214.2	0.000001	12.0	0.000194	698.3

Нуурын усны тэнцэл 2013-2015 оны хооронд орлого ба зарлагын хэмжээ 3 жилийн дунджаар хоорондоо тэнцүү 0.000081 км³ байна. Орлогын 61.6 хувийг нуурын мандалд унах хур тунадас, 38.4 хувийг гадаргын болон газар доорх усны нийлбэр цутгал урсац бүрдүүлж байна.

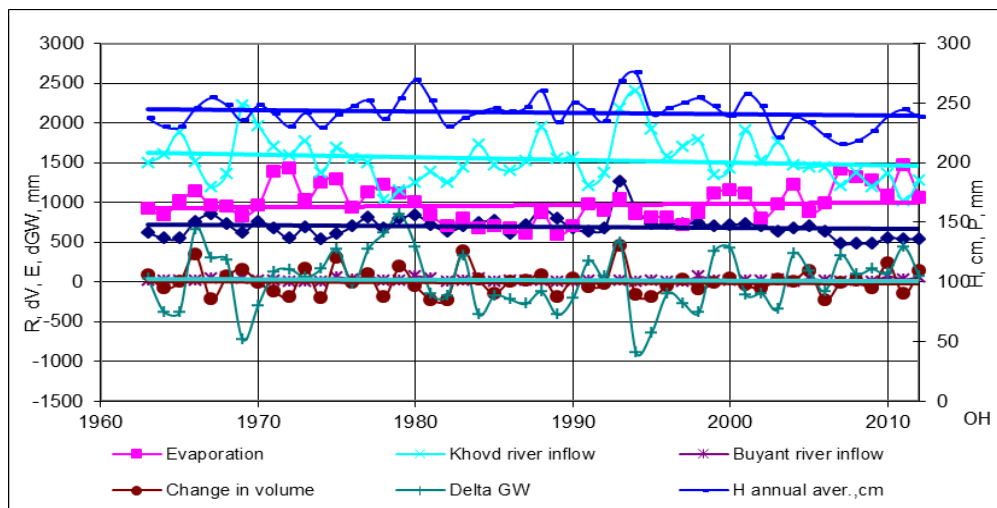
1.50 дугаар хүснэгт. Тахилт нуурын 3 жилийн дундаж тэнцэл

Тооцсон хугацаа	Усан гадаргын ууршил		Хур тунадас		Эзлэхүүний өөрчлөлт		нийлбэр урсац	
	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм
2013-2015	0.000082	1034.05	0.00005	555.07	0.0000005	4.68	0.00003	273.33



1.128 дугаар зураг.
Тахилт нуурын балансын
үзүүлэлтүүд

Хар-Ус нуурын мандал дээр унах жилийн нийлбэр хур тунадас, нуурын усны хуримтлал, ууршлыг 49 жилээр тооцож гаргав.



1.129 дүгээр зураг. Хар-Ус нуурын балансын үзүүлэлтүүд 1963-2012 он

1.51 дүгээр хүснэгт. Хар-Ус нуурын усны балансын элементүүд олон жилийн явц

Year	Чонохарайх		Ууршил		Хур тунадас		Ховд гол		Буянт гол		Эзлэхүүний өөрчлөлт		нийлбэр урсац	
	km ³	мм	km ³	мм	km ³	мм	km ³	мм	km ³	мм	km ³	мм	km ³	мм
1963	0.901	617	1.351	925.6	0.079	54.3	2.193	1503	0.032	22	0.119	81.7	0.066	45
1964	0.787	549	1.207	840.5	0.083	57.7	2.306	1606	0.032	23	-0.111	-77	-0.537	-374
1965	0.782	545	1.453	1013.9	0.056	38.8	2.690	1877	0.032	23	-0.002	-2	-0.545	-381
1966	1.134	762	1.690	1134.9	0.067	44.9	2.250	1511	0.032	22	0.511	343	0.986	662
1967	1.295	851	1.461	960.6	0.070	46.3	1.820	1196	0.068	45	-0.330	-217	0.468	307
1968	1.093	729	1.424	949	0.072	48.2	2.039	1359	0.081	54	0.098	65	0.423	282
1969	0.902	621	1.199	825.6	0.089	61.5	3.220	2217	0.074	51	0.233	160	-1.049	-722
1970	1.138	759	1.440	960.4	0.035	23.0	2.949	1967	0.018	12	-0.016	-11	-0.440	-293
1971	0.988	670	2.039	1383.8	0.128	86.7	2.511	1704	0.032	22	-0.176	-120	0.180	122

1972	0.784	547	2.041	1421.9	0.033	23.2	2.277	1587	0.009	6	-0.277	-193	0.229	160
1973	1.017	689	1.517	1027.8	0.081	55.0	2.618	1773	0.002	1	0.255	173	0.088	60
1974	0.777	543	1.795	1253.4	0.062	43.6	1.974	1379	0.005	4	-0.293	-204	0.238	166
1975	0.885	602	1.903	1293.9	0.062	42.0	2.476	1684	0.089	60	0.454	309	0.616	419
1976	1.044	698	1.404	938.5	0.105	70.4	2.311	1544	0.053	35	-0.022	-15	-0.043	-29
1977	1.230	813	1.709	1128.9	0.087	57.2	2.265	1496	0.102	67	0.144	95	0.629	416
1978	0.981	673	1.776	1218.4	0.049	33.3	1.503	1031	0.032	22	-0.276	-189	0.897	615
1979	1.203	792	1.691	1113.5	0.107	70.4	1.753	1154	0.032	21	0.287	189	1.289	849
1980	1.327	842	1.590	1009.3	0.061	39.0	1.971	1251	0.110	70	-0.077	-49	0.697	442
1981	1.090	720	1.266	836.4	0.082	54.3	2.093	1383	0.070	46	-0.342	-226	-0.232	-153
1982	0.908	632	1.016	707.5	0.063	43.7	1.786	1244	0.012	8	-0.320	-223	-0.258	-180
1983	1.017	697	1.157	792.6	0.127	86.8	2.105	1442	0.022	15	0.563	386	0.483	331
1984	1.099	744	1.007	681.2	0.145	97.8	2.553	1728	0.066	45	0.055	37	-0.602	-407
1985	1.142	765	1.046	701.5	0.050	33.6	2.185	1465	0.002	2	-0.210	-141	-0.259	-174
1986	0.897	606	1.002	677	0.137	92.4	2.073	1401	0.025	17	0.011	7	-0.325	-220
1987	1.061	711	0.907	608.1	0.129	86.4	2.266	1518	0.019	13	0.033	22	-0.412	-276
1988	1.414	916	1.340	868.3	0.059	38.2	2.999	1943	0.022	14	0.132	86	-0.193	-125
1989	1.158	800	0.866	598.4	0.104	71.8	2.247	1553	0.006	4	-0.265	-183	-0.598	-414
1990	1.008	669	1.062	704.8	0.088	58.3	2.360	1566	0.002	1	0.066	44	-0.313	-208
1991	0.947	638	1.447	975	0.087	58.9	1.801	1213	0.024	16	-0.088	-59	0.394	265
1992	0.973	670	1.294	891	0.117	80.5	1.998	1376	0.023	16	-0.033	-23	0.095	65
1993	1.983	1263	1.639	1043	0.116	74.2	3.419	2176	0.032	21	0.718	457	0.773	492
1994	1.474	923	1.363	854	0.129	80.6	3.843	2407	0.015	9	-0.265	-166	-1.414	-886
1995	1.076	730	1.204	818	0.096	64.8	2.830	1922	0.018	12	-0.276	-187	-0.940	-638
1996	1.093	733	1.219	818	0.088	59.0	2.350	1577	0.012	8	-0.077	-52	-0.215	-144
1997	1.102	732	1.088	722	0.072	48.0	2.571	1706	0.004	2	0.055	37	-0.401	-266
1998	1.120	736	1.324	870	0.069	45.1	2.721	1789	0.105	69	-0.132	-87	-0.583	-383
1999	1.053	704	1.671	1117	0.084	56.4	2.006	1341	0.030	20	-0.022	-15	0.581	388
2000	1.048	714	1.687	1150	0.057	39.1	2.089	1424	0.028	19	0.066	45	0.626	427
2001	1.129	736	1.701	1109	0.054	35.3	2.931	1911	0.029	19	-0.066	-43	-0.251	-164
2002	1.046	700	1.200	803	0.052	34.5	2.274	1521	0.018	12	-0.121	-81	-0.220	-147
2003	0.896	639	1.361	971	0.274	195.2	2.463	1757	0.045	32	0.048	35	-0.476	-340
2004	0.994	680	1.778	1216	0.102	70.0	2.151	1471	0.013	9	0.011	7	0.517	354
2005	1.020	705	1.270	877	0.145	100.2	2.085	1441	0.055	38	0.195	135	0.199	138
2006	0.898	637	1.387	984	0.063	45.0	2.030	1440	0.023	16	-0.333	-236	-0.164	-116
2007	0.825	470	2.496	1421	0.091	51.9	2.126	1210	0.003	1	-0.020	-12	0.587	334
2008	0.834	472	2.335	1322	0.122	69.2	2.419	1370	0.024	14	0.022	12	0.182	103
2009	0.850	474	2.280	1271	0.119	66.3	2.146	1196	0.017	9	-0.132	-74	0.290	162
2010	0.963	523	2.006	1090	0.254	138.2	2.506	1361	0.128	70	0.431	234	0.206	112
2011	0.976	524	2.728	1466	0.176	94.5	1.888	1014	0.061	33	-0.284	-153	0.818	439
2012	0.939	511	1.948	1060	0.230	125.2	2.356	1281	0.117	64	0.254	138	0.135	73

Нуурын усны балансын орлогын хэсгийн 49 жилийн дундаж хэмжээ 2.517 км³, харин зарлагын хэсгийнх 2.562 км³ тус тус болж, орлогын хэсэг нь зарлагаасаа 1.7 хувь /-0.045 км³/ бага байна. Орлогын 3.9 хувийг нуурын мандалд унах хур тунадас, 94.3 хувийг Ховд гол, Буянт голын урсац, 1.8 хувийг гадаргын болон газар доорх усны нийлбэр цутгал урсац бүрдүүлж байна.

1.52 дугаар хүснэгт. Хар-Ус нуурын 49 жилийн дундаж тэнцэл

Year	Чонохорайх		Ууршил		Хур тунадас		Ховд гол		Буянт гол		Эзлэхүүний өөрчлөлт		нийлбэр урсац	
	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм	км ³	мм
1963-2012	1.046	689.5	1.516	988.46	0.098	63.81	2.336	1539.76	0.038	24.706	0.004	1.213	0.044	23.754

1.4 Байгалийн бүс, бүслүүрийг төлөөлөх жижиг голуудын усны балансын жишиг судалгаа

1.4.1 Хустай нурууны Баянгол

Тогтвортой хөгжлийн үзэл баримтлалын үндсийн нэг бол усны нөхөн сэлбэгдэх нөөц баялгийн хэмжээгээр усыг ашиглах, усны нөөц горимыг зохицуулахад шийдвэрлэх нөлөө үзүүлэх сав газрын байгалийн иж бүрдлийг хамгаалах эдийн засгийн зохистой тогтолцоог бүрдүүлэхэд оршино. Иймээс Хустай нуруу дахь голын сав газрын экосистем, Тахийн тогтвортой нутагшилтыг хангахад усны нөөцийг зүй зохистой ашиглах, хамгаалах асуудал чухал юм.

Аливаа голын системд үзүүлж буй байгалийн үзэгдэл болон хүний үйл ажиллагааны нөлөөллийг шууд ба шууд бус гэж хоёр ангилж болно. Иймээс голын сав газрын экосистемийн төлөв байдлыг илэрхийлэгч интеграл үзүүлэлтүүдийг сонгон байнгын ажиглалт хийж, эдгээр үзүүлэлтүүдийн орон зай, цаг хугацааны өөрчлөлтөд дүн шинжилгээ хийх замаар усны тэнцэл, горим, тэдгээрийг зохицуулж буй сав газрын байгалийн өөрчлөлтийн ерөнхий хандлагыг тогтооход энэ судалгааны зорилго оршиж байна.

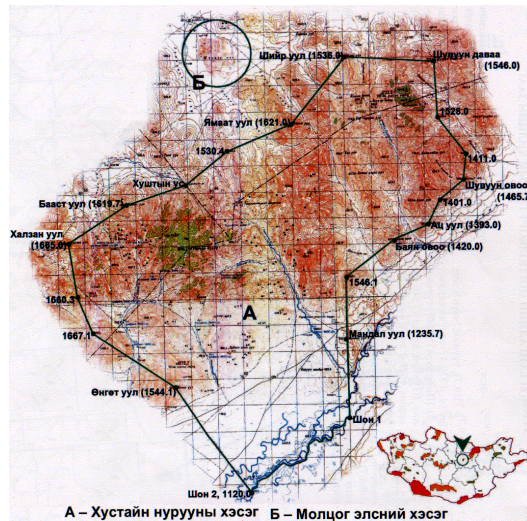
Хур тунадасны олон жилийн хэлбэлзэлд статистик дүн шинжилгээ хийж үзэхэд сүүлийн 1996-2005 онд буюу 10 жил бага устай үе үргэлжилж гол, горхи, булаг ширгэж байв. Цаг уурын Буянт-Ухаа өртөөний мэдээгээр хур тунадасны хэмжээгээр 2002, 2005, 2007, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 он хамгийн бага устай жилүүд байсан бол 2003, 2004, 2008, 2009 он олон жилийн дунджаас их тунадастай байсан ба хатаж ширгэсэн олон гол горхи дахин сэргэж байв.

Усны тэнцэл, түүний элементүүдийн хувьслын зүй тогтлыг танин мэдэх, үнэлгээ өгөх улмаар нөөцийг арвижуулах арга замыг тодорхойлох нь тахь нутагшуулалтад онцгой чухал болно. Хуурайшилт ихтэй манай орны нөхцөлд байгалийн тэнцвэрт байдлыг сэргээх, удаан хугацаагаар хадгалах гол хүчин зүйл нь тухайн бүс нутагт хиймэл цөөрөм байгуулах, ойжуулах, булаг шандын эхийг хамгаалах юм. Мөн хөрс, цаг уурын нөхцөлд тохирсон модлог бутлаг ургамал шинээр тариалах, хуучныг сэргээх, түр урсгалтай сайр жалгын цас, борооны үерийн усыг усан сан цөөрмүүдэд хуримтлуулах, хөрсөн доор нөөцөлж хадгалах зэрэг үйл ажиллагаа явуулах нь хөрсний үржил шим, бүтцийг сайжруулах, хөрсний элэгдлийг багасгах, эрс тэс уур амьсгалыг зөөлрүүлэх нөлөө үзүүлж, өвөрмөц бичил уур амьсгалыг бий болгодог.

Хустай нуруу, Хөшөөтийн горхи, Баян голын сав газрын усзүй, уур амьсгалын нөхцөл: Хустай нуруу Монгол орны экологи-газарзүйн мужлалаар Хангайн уулт их мужийн Орхон-Туулын савын бэсрэг уулсын мужид, байгалийн бүс, бүслүүрийн мужлалаар Туул-Тамирын голын дэд мужид багтана. Байгалийн бүс, бүслүүрийн ангиллаар өргөргийн дагуух хээрийн бүсийн нугат хээрийн дэд бүсэд хамрагдана (Даш, 2002). Судлагдаж байгаа газар нутаг нь хээрийн бүсэд хамрагдах бөгөөд хамгийн өндөр цэг нь далайн түвшнээс дээш 1842.9 м өргөгдсөн Хөшөөт уул, хамгийн нам цэг нь 1135 м өндөрт орших Туул голын баруун гар талын татам юм.

Хустай нуруу, түүний орчимд газар доорх ус хувирсан элсжин, зануужин, хөрзөн зэрэг хүчиллэг ба дундаж хүчиллэг түрмэл чулуулагт хязгаарлагдмал хийгээд алаг цоог байдлаар тархана (Н.Жадамбаа, 1996).

Хустай нурууны Хөшөөт уулын өвөрт Баян булаг, түүнээс баруун тийш орших Жаргалантын хөндийд 3600 л/цаг ундаргатай 2 булаг, Хустай нурууны баруун талд зүүн урдаас баруун хойш чиглэх хөндийд 3500 л/цаг ундаргатай Алтанбулаг зэрэг булгууд байх ба Хустай нурууны ард Хөшөөтийн ус, түүний зүүн талд 1000 орчим л/цаг ундаргатай Тариатын эхний худаг тус тус байна. Эдгээр булаг ба худгууд сав газрынхаа бичил хөндийн ёроолд байрлаж байгаа хийгээд түр зуурын урсацтай жижиг гол ба сайрын эх болж байгаа нь уг горхи, булгууд Хустай нурууны өндөрлөг хэсгийн хур тунадасны тэжээлтэй, ус хурах талбай багатай учраас нөөц нь ч бага байх нөхцөлтэйг харуулж байна. Иймээс усны нөөц, горим нь уур амьсгалын нөхцөлөөс үлэмж хамааралтай байна. Хустай нурууны гол, сайрын сүлжээг 1.130 дугаар зурагт үзүүлэв.



1.130 дугаар зураг. Хустай нурууны Байгалийн цогцолбор газрын байршил ба усан сүлжээ

Хустай нуруу орчмын уур амьсгалын нөхцөл, цаг агаар, гол мөрний услигийн онцлог: Хустай нуруу нь уур амьсгалын хуурайдуу, сэрүүн мужийн хүйтэвтэр дэд мужид хамрагдана. Эл нутгийн уур амьсгалын ерөнхий нөхцөлийг тогтооход түүнд хамгийн ойр орших цаг уурын Алтанбулаг, Лүн, Буянт-Ухаа, Улаанбаатар (Тахилт), Хустай зэрэг өртөө, харуулын ажиглалтын мэдээг ашиглав.

Хөрсний гадаргын олон жилийн дундаж температур цаг уурын Алтанбулаг өртөөгөөр $+1.0^{\circ}\text{C}$ байна. Хөрсний гадаргын 1 дүгээр сарын дундаж температур $-22-28^{\circ}\text{C}$ хүйтэн, 7 дугаар сард 25°C дулаан байна. Хөрсний гадаргын үнэмлэхүй хамгийн их температур 6, 7 дугаар сард $58-60^{\circ}\text{C}$ хүрч ажиглагддаг бол үнэмлэхүй хамгийн бага температур 1 дүгээр сард $-41-48^{\circ}\text{C}$ хүрнэ.

Салхины олон жилийн дундаж хурд Алтанбулаг өртөөний мэдээгээр 3.5 м/с, IV-IX сард баруун, өвөлд зүүн ба зүүн өмнө, жилд баруун ба баруун хойт зүгийн салхи зонхилно. 15 м/с-ээс дээш хүчтэй салхитай өдрийн тоо 7-8, шороон шуургатай нийт өдрийн тоо 5-12 болно.

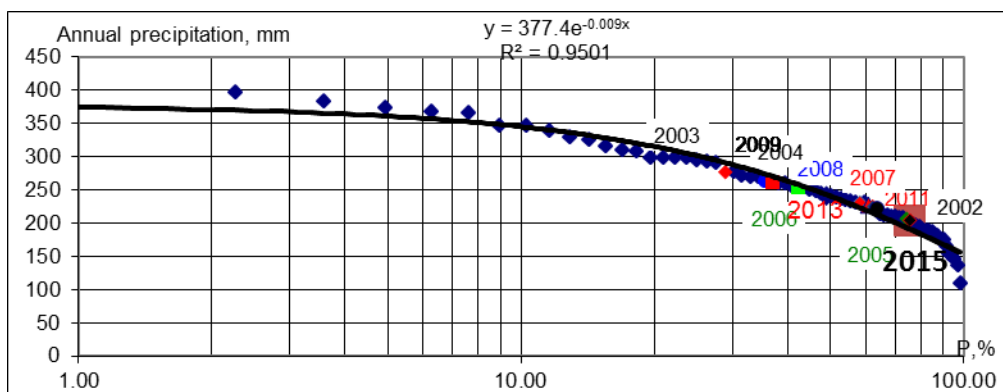
Олон жилийн ажиглалтын мэдээнээс үзэхэд салхины хамгийн их хурд 17-20 м/с хүрнэ.

Хустай нуруу орчимд жилийн дундаж агаарын температур 2002 онд (1981-1985 он, Алтанбулаг өртөө) олон жилийн дунджаас 1.5°C дулаан байсан бол Хустай харуулын I-X сарын агаарын температурын мэдээгээр 2003, 2004, 2006, 2010, 2011, 2015 онд 0.5-1.5°C, 2005, 2008, 2009, 2012, 2013, 2014 онд 2.0-2.8°C тус тус 2002 оныхоос сэрүүн байсан бол 2007 онд 0.6°C –аар халуун жил байлаа (1.53 дугаар хүснэгт).

1.53 дугаар хүснэгт. Сар, жилийн дундаж агаарын температур /градусаар/

Өртөө, харуул	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жил
Хустай /2002/	-17.8	-12.4	-4.3	1.3	10.1	16.8	20.1	19.0	9.4	-2.4	(-12.0)	-21.4	0.5
Хустай /2003/	-20.6	-14.5	-8.4	2.1	8.6	15.8	17.8	13.5	9.6	0.7	-	-	
Хустай /2004/	-19.0	-13.9	-9.7	4.6	9.6	17.3	18.2	15.5	9.9	1.6	-	-	
Хустай /2005/	-21.6	-25	-8.4	1.9	8.6	15.1	19.7	17.3	8.6	2.8	-	-	
Хустай /2006/	-18.9	-16.8	-6.7	-1.3	7.9	14.9	17.4	16.9	10.5	1.6	-	-	-
Хустай /2007/	-17.9	-10.6	-8.4	3.3	10.9	17.9	21.1	17.3	12.7	-0.6	-	-	-
Хустай /2008/	-23.0	-18.1	-4.3	2.7	6.4	13.9	16.5	14.3	8.9	-0.1	-	-	-
Хустай /2009/	-21.3	-20.9	-8.3	6.1	11.6	15.5	18.0	15.5	8.9	-	-	-	-
Хустай /2010/	-23.0	-20.6	-11.9	-2.2	11.1	17.8	20.0	14.3	10.6	-	-	-	-
Хустай /2011/	-23.5	-14.39	1.18	3.88	7.93	16.94	16.06	16.9	7.57				
Хустай /2012/	-24.5	-20.9	-9.2	2.7	11	15	17.5	14.9	9.9				
Хустай /2013/	-20.9	-20.5	-6.5	0.3	10.7	15.3	17.4	15.2	8.2				
Хустай /2014/	-17.8	-19.2	-5.5	6.4	7.6	14.7	17.2	15.6	-	-	-	-	-
Хустай /2015/	-20.1	-16.3	-9.2	3.0	8.2	16.3	19.7	18.0	9.7	0.8	-	-	

Төвийн нутгаар 2002, 2005, 2007, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 онд хур бороо бага, гандуу, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009 онд олон жилийн дунджийн орчим буюу ахиу тунадастай байжээ. Хустай нуруу орчимд хур тунадасны ажиглалтын хамгийн урт цуваатайд тооцогдох цаг уурын Буянт-Ухаа өртөөний сүүлийн 75 жилийн мэдээнд статистик шинжилгээ хийж үзвэл, жилийн тунадасны хэмжээ 2002 он 179.8 мм буюу 82.7 хувийн хангамшилтай, 2005 он 182.9 мм буюу 81.3 хувийн хангамшилтай, 2007 он 210.3 мм буюу 66.3 хувийн хангамшилтай, 2010 он 211.5 мм буюу 64.9 хувийн хангамшилтай, 2011 он 229.9 мм буюу 58.7 хувийн хангамшилтай, 2012 он 225 мм буюу 60.6 хувийн хангамшилтай, 2013 он 241 мм буюу 50 хувийн хангамшилтай, 2014 он 210.5 мм буюу 69.8 хувийн хангамшилтай, 2015 он 204.4 мм буюу 75.6 хувийн хангамшилтай ба эдгээр жилүүд олон жилийн дунджаас 20-70 мм бага тунадастай 1.2-2 жилд 1 удаа давтагдах магадлалтай услаг жилүүд байв. Харин 2003 он 276.9 мм буюу 29.6 хувийн хангамшилтай, 2004 он 260.2 мм буюу 39.1 хувийн хангамшилтай, 2006 он 252.9 мм буюу 44.5 хувийн хангамшилтай, 2008 он 261.6 мм буюу 37.7 хувийн хангамшилтай, 2009 он 276.8 мм буюу 30.9 хувийн хангамшилтай олон жилийн дунджийн орчим буюу дунджаас 12-27 мм их тунадастай жилүүд ба 2.6-3.4 жилд 1 удаа тохиох магадлалтай услаг ихтэй жилүүд байв (1.131 дүгээр зураг).



1.131 дүгээр зураг. Хур тунадасны хангамшлын муруй, /Буянт-Ухаа өртөө/

Хур тунадасны олон жилийн мэдээнээс үзэхэд хамгийн их хур тунадас 1969 онд 403.6 мм, хамгийн бага тунадас 1972 онд 62.1 мм тус тус ажиглагдсан байна.

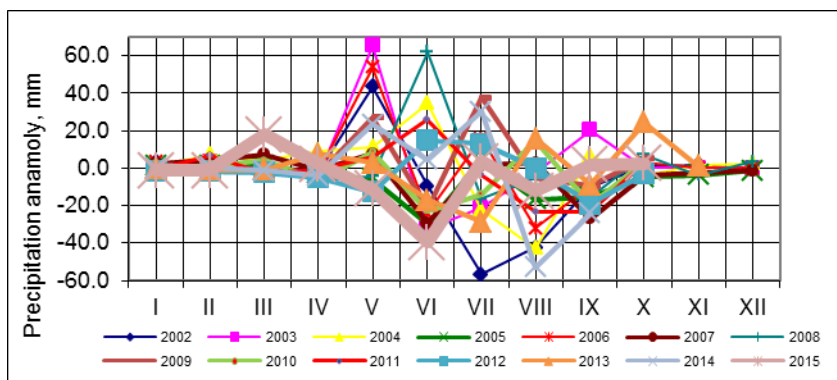
Эдгээр жилд хур тунадасны орон зай ба цаг хугацааны хуваарилалт Хустай орчмын нутагт туйлын жигд бус байв. Тухайлбал, Хустайд 2004, 2005, 2006, 2008, 2010, 2011, 2013, 2014, 2015 онд Улаанбаатар хотынхоос 10-30 хувиар тус тус бага, 2003, 2007, 2009, 2012 онд 10-50 хувиар тус тус их хур тунадас унажээ.

1.54 дүгээр хүснэгт. Сар, жилийн нийлбэр тунадас, мм, Хустай харуул

он	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жил
2002	8.9	0.0	10.8	0.0	57.6	30.8	4.1	8.4	8.0	14.3	-	-	142.9
2003	4.0	7.5	11.3	1.5	100.8	11.4	73.3	87.3	37.0	0.7	-	-	334.8
2004	9.6	4.2	16.9	6.5	26.9	86.4	57.6	14.0	17.0	1.2	-	-	240.3
2005	4.4	3.6	3.2	8.2	27.1	59.2	28.5	50.5	3.0	0.0	-	-	187.7
2006	0.4	0.6	0.8	5.1	7.5	20.1	88.6	16.8	7.6	4.5	-	-	152
2007	0.8	0.3	0.7	6.1	12.7	9.7	29.7	34.8	0.5	2.1	-	-	97.4
2008	0.1	0.3	0.3	0.2	4.5	81.9	62.1	18.9	10.2	4.1	-	-	182.6
2009	0.4	2.5	1.5	6.1	54.6	67.5	84.8	91.5	14	-	-	-	312.4
2010	0.0	4.9	6.5	0.2	20.9	36.3	94.7	87.9	6.1	-	-	-	257.5
2011	0.2	5.4	0.1	3.3	12.2	85.3	79.3	38.6	11.2				235.6
2012	1.1	0.0	0.3	0.8	5.6	48.7	113	77.3	8.7				255.5
2013	0.6	1.9	1.8	8.5	34.5	28.4	24.6	87.1	6				193.4
2014	0.6	1.2	1.1	6.6	20.1	54.9	80.2	18.9					183.6
2015						6.3	121.9	16.2	20.8				165.2

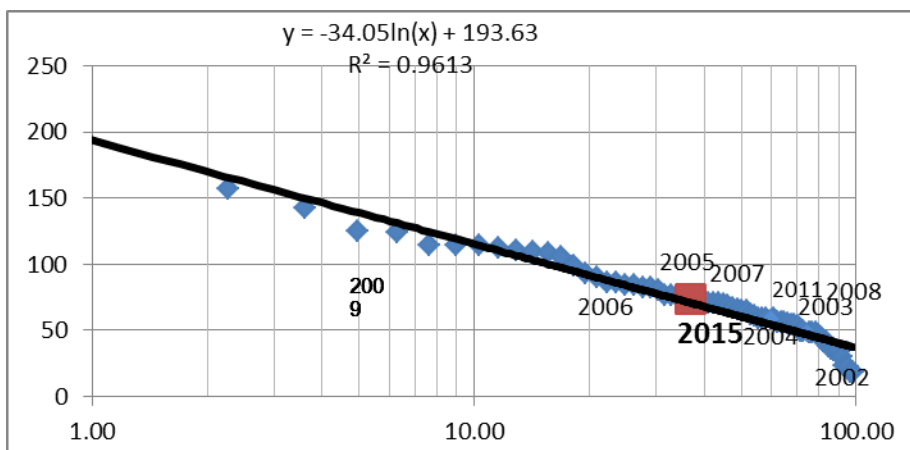
Тэхийн бэлчээрийн ургамал ургалтын хугацааны чийгийн хангамж ба гол мөрний услаг 5, 6, 7, 8 дугаар сарын хур тунадасны хэмжээгээр үндсэндээ тодорхойлогдоно. Өнгөрсөн хугацаанд 2002, 2003, 2005, 2006, 2009, 2012, 2015 онуудын 5 дугаар сарын тунадас олон жилийн дунджаас бага байсан бол 2010, 2005, 2008, 2004, 2007, 2013 онуудын тунадас олон жилийн дунджийн орчим буюу ялимгүй их байв. Мөн түүнчлэн 2003, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010, 2015 онуудын 6 дугаар сарын тунадас олон жилийн дунджаас бага 2002 оных олон жилийн дунджийн орчим бол 2004, 2008, 2011, 2012, 2014 онууд 6 дугаар сарын олон жилийн дунджаас ахиу тунадастай байв. Долоодугаар сар бол ургамлын ургалтын оргил үе байх ба энэ үед 2002, 2003, 2004, 2008, 2010, 2013 онуудад олон жилийн дунджаас бага, 2005, 2007, 2011, 2015 онд олон жилийн дунджийн орчим, 2006, 2009, 2012, 2014 онд олон жилийн дунджаас ахиу тунадастай байжээ. 2002, 2004, 2005, 2006, 2011, 2014, 2015 онуудын 8 дугаар сар олон

жилийн дунджаас бага, 2003, 2007, 2008, 2009, 2012, 2013 онууд дунджийн орчим бол 2010 он дунджаас ахиу тунадастай бусад саруудад дунджийн орчим байсан нь уур амьсгалын хувьд төсөөтэй байдал ажиглагджээ.



1.132 дугаар зураг. 2002-2015 оны сар тутмын хур тунадас олон жилийн дунджаас хазайх хазайц, /Буянт-Ухаа өртөө/

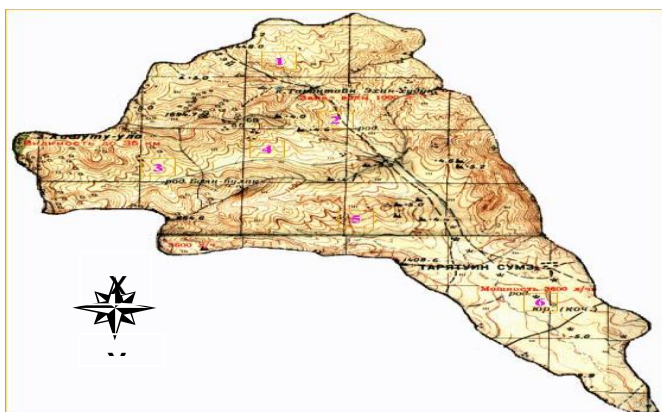
Хустай орчимд 2003, 2004, 2008, 2010, 2013 онуудын 7 дугаар сарын хур тунадас дунджаас 13-28 мм бага 1.2- 1.7 жилд 1 удаа тохиох магадлалтай жил байв. Харин 2005, 2006, 2009, 2012, 2014, 2015 онуудын 7 дугаар сарын тунадас олон жилийн дунджаас 7-38 мм их буюу 2-6 жилд 1 удаа тохиох магадлалтай байсан бол 2011, 2015 он олон жилийн дунджийн орчим буюу 1-2 жилд 1 удаа тохиох магадлал бүхий услаг жилүүд байв.



1.133 дугаар зураг. Жил бүрийн 7 дугаар сарын хур тунадасны хангамшлын муруй /Буянт-Ухаа/

Баян гол нь Хустай нурууны Хөшөөт уулын (1842.9 м) зүүн өмнө хажуугийн /1480 м/ Баян булгаас эх авч 1.3 км орчим урсаж улмаар 1420-1425 м өндөрт орших булгаас усаа сэлбэн, Баян гол хэмээн нэрлэгдэж зүүн зүгт чиглэн 4.8-5.0 км урсаад 1280 м орчим өндөр дэх $105^{\circ} 58'$, $47^{\circ} 41'$ солбицолд орших Баян гол ба Тариат голын бэлчрээс зүүн урагш чиглэнэ (1.134 дүгээр зураг). Баян голын зүүн биеэс Тарантайн Эхийн худгийн (1380 м) доороос буюу 1320 м өндрөөс эх авах Тариат (1.8-5.5 км урттай) сайр цутгана. Бэлчрээс доош 0.25 км уртад байнга, түүнээс доош 1190 м орчим өндөрт байх горхи хүртэл 3 км орчим зайд түр урсацтай байна. Баян гол нь уг булгийн усаар сэлбэгдэн 0.3 км орчим урсаж, түүнээс цааш 2 км орчим газарт түр урсацтай байж, баруун урагш чиглэн улмаар Туул голын баруун татмын сэвсгэр хурдсад шурган урсацгүй болно. Хур

бороо ихтэй жилд Туул голын баруун салаанд хүрч цутгана. Хур бороо багатай жилд Баян голын урсац тасарч зөвхөн булгаас эх авах хэсэгт гадаргын түр урсац үүсэх бөгөөд голын бусад хэсэгт ус сэвсгэр хурдсад шургаж урсацгүй болно.



1.134 дүгээр зураг.
Баян голын сав
газрын гол, хуурай
сайрын байршил

Тариат гол нь Баян голын хамгийн том цутгал болно. Энэ нь Олон цохиот (1694.7 м) уулын зүүн хажуугаас усжина. Голын урт адгаар 5.4 км, цутгал сайруудын уртын нийлбэр 3.4 км, ус судлалын харуулын чиглэлд ус хурах талбай 18.7 ам дөрвөлжин км, түүний дундаж өндөр голын адгаар 1506 м, голын сүлжээний нягт 0.469 км/км^2 , голын хөндийн өргөн уртын дагууд өөрчлөлт багатай, татмын өргөн (1.134 дүгээр зураг) голын эхэн хэсэгт 0.005-0.010 км, голын адгаар задгайрч 0.025-0.075 км болно.

Голын голдрил ус судлалын харуулын орчимд 0.50-1.5 м, харуулаас доош 1.0-1.5 м өргөн байна. Голдрилын тахиршилт дунд зэрэг, татмын нуга зонхилно /1.134 дүгээр зураг/.



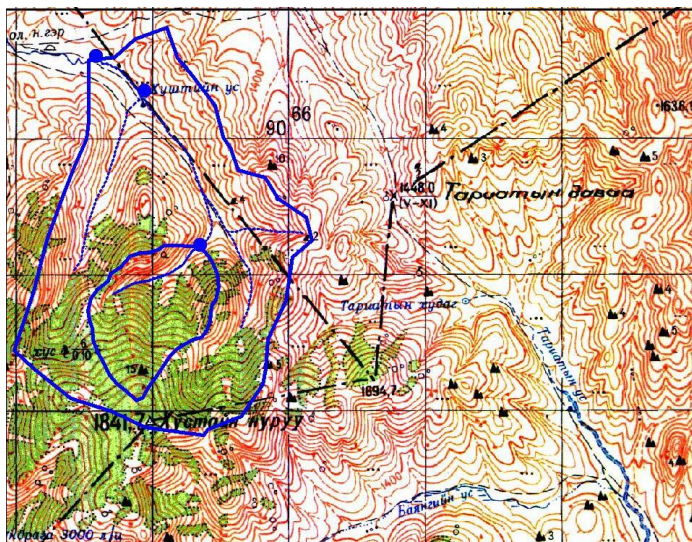
1.135 дугаар зураг. Баян голын
татмын ерөнхий байдал /Баян
гол-Хустай харуулын чиглэл/

Усзүйн арга, аргачлалыг ашиглан М1:100000 хураангуйлалтай топозургаас голын дүрсзүйн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход Баян голын урт 6.3 км, голын адгаар 16.1 км цутгал сайруудын уртын нийлбэр 25.0 км, ус хурах талбай ус судлалын харуулын чиглэлд 35.6 км^2 , голын адагт 76.6 км^2 , ус хурах талбайн дундаж өндөр голын адгаар 1413 м, голын сүлжээний нягт 0.661 км/км^2 , хөндийн өргөн уртын дагууд харьцангуй бага өөрчлөлттэй, татмын өргөн голын эхэнд 0.005-0.010 км, дунд хэсэгт 0.010-0.020 км, адгаар задгайрч 0.050-0.100 км болно (1.55 дугаар хүснэгт).

Тариат гол нь тухайн сав газрын булаг шандын ус, хур борооны усаар тэжээгдэнэ. Хур бороо багатай гандуу жилүүдэд голын урсац тасарч урсацгүй болдог.

Хөшөөтийн горхи нь Хустай нурууны араас эх авах ба ус хурах талбай Хөшөөтийн горхи-Харуулд 2.89 км^2 , үүний 1.89 км^2 нь хусан ойтой, голдрилын болон хажуу бэлийн хэвгий 0.077 ба 0.27 буюу хамгийн их байгаа нь уулархаг хийгээд сав газарт ойн талбай зонхилж буйг харуулна. Хөшөөт горхины ус хурах талбай Хөшөөтийн горхи-Доод худаг орчимд 15.8 км^2 , үүнээс 6.14 км^2 талбайд хусан ой тархжээ. Голдрилын болон хажуу бэлийн хэвгий 0.013 ба 0.24 болж буурах ба ялангуяа гулрилын хэвгий бусад горхиудтай харьцуулахад хамгийн бага болно. Энэхүү голлох шалтгаанаар Хөшөөтийн горхи энэ орчимд ихэвчлэн шургаж, ил урсацгүй болно. Хөшөөтийн горхины сав газрын онцлог бол уулын араас усжих учир ус хурах талбайн 65 хувиас (харуул орчимд) 39 хүртэлх хувь /доод худаг орчим/ ойтой, уулархаг учраас хажуу бэлийн хэвгий их байгаад оршино.

Сав газар дахь ой нь хур тунадсыг нэмэгдүүлэх, хөрс, хөвхөд шингээж үерийн их урсацыг бууруулах ба улмаар газрын доорх усны тэжээлийг нэмэгдүүлэх зэргээр усны горимыг зохицуулах үүрэг гүйцэтгэх бол, хажуу бэлийн хэвгий их байх уулархаг нөхцөл нь богино хугацаанд үер үүсэх нөхцөлийг бүрдүүлнэ. Эдгээр хүчин зүйлсийн аль нь давамгайлж байгаагаар Хөшөөтийн горхины усны горим тодорхойлогдоно. Усны горим, температур, балансын элементүүдтийн цаг хугацаа, орон зайн өөрчлөлтөөр сав газрын ой, хөрс, ургамлын өөрчлөлтөд үнэлгээ өгөх боломжтой болно.



1.136 дугаар зураг. Хустай нуруу, Хөшөөтийн горхины сав газар

Баян голын харуулын чиглэл дэх голдрилын хөндлөн зүсэлтээс үзэхэд голын баруун эрэг ууланд тулах учир татамгүй, эгц байхад зүүн эргийн дагуу усны угаагдлын процессийн эрчмээс хамаарч алаг цоог байдлаар татмын нуга ба аллювийн хурдас тархана.

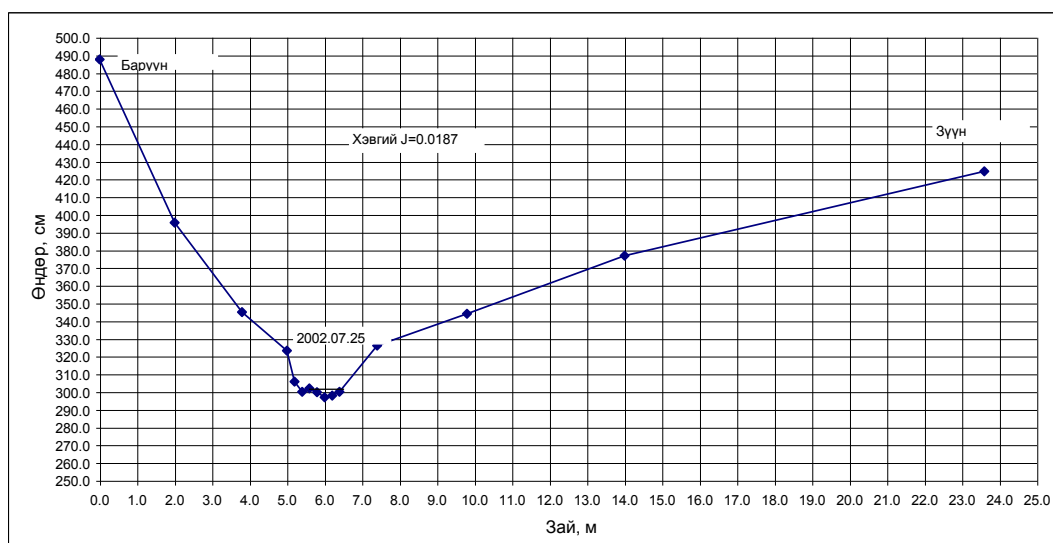
Баян голын хөндийн өргөн уртын дагууд харьцангуй бага өөрчлөлттэй, татмын өргөн голын эхэн хэсэгт $5-10$ м, дунд хэсэгт $10-20$ м, харин голын адгаар задгайрч $50-100$ м болно.

Баян голын голдрилын хэв гажилтын процессыг авч үзвэл голдрил ерөнхийдөө хөгжлийнхөө эхэн шатны чөлөөт болон чөлөөт бус тохойрлын хэв шинжтэй, тохойрлын өргөн 2.5-5 м, өндөр 0.5-1.5 м, оролт, гаралтын өнцгүүд 25°-35° орчим, эргэцийн өнцөг 50°-60°, алхам 2-4 м тус тус байна.

1.55 дугаар хүснэгт. Голын дүрсзүйн үндсэн үзүүлэлт

Голын нэр-чиглэл	Ус хурах талбай, км ²	Ой, км ²	Голын урт, км	Дундаж өндөр, м	Хэвгий	
					Голын	хажуу бэлийн
Тариат-чиглэл 1	13.2		1.8	1558	0.0194	0.206
Тариат-чиглэл 2	18.7		5.4	1506	0.0194	0.203
Баян гол-чиглэл 3	9.7	0.15	2.2	1641	0.0409	0.257
Баян гол-Хустай- 4	17.2		6.3	1558	0.0317	0.232
Баян гол-Бэлчир	35.9		6.3	1554	0.0317	0.217
Баян гол-чиглэл 5	62.1		10.9	1497	0.0243	0.204
Баян гол-чиглэл 6	76.6	0.15	16.1	1413	0.0199	0.178
Хөшөөтийн горхи-Доод худаг	15.8	6.14	5.1		0.0131	0.24
Хөшөөтийн горхи-Харуул	2.89	1.89	1.49		0.0772	0.27

Баянгийн гол-чиглэл 1 -ийн дагуух хөндлөн зүсэлт



Пикетаж	0+0.0	0+2.0	0+3.8	0+5.0	0+9.8	0+14.0	0+23.6
Хоорондын зай, м							
Өндөр, м	487.5	395.4	344.9	323.1	344.1	376.9	424.3
Хурдас	Тачир өвс			Хайрга	Тачир өвс		

1.137 дугаар зураг. Баян гол-Хустай харуулын үндсэн чиглэлийн хөндлөн зүсэлт

Усны горимын ажиглалт ба балансын элементүүд: Баян, Тариат гол, Хөшөөт горхи тэдгээрийн цутгал сайрт усзүйн байнгын судалгааг урьд өмнө нь хийж байгаагүй юм. Баян, Тариат, Хөшөөт голуудад анхны хээрийн хэмжилт, судалгааг 2002 оны зун явуулж, ус судлалын Баян гол-Хустай харуул, урсацын талбайг байгуулж, хур тунадас, хөрсний чийг хэмжилтийн автомат багажийг суурилуулснаар усны балансын байнгын судалгааны ажил эхэлсэн ба 2002-2015 онд үргэлжлэн, өргөжиж байна. Баян гол ба Хустай нуруу орчмын газрын доорх усны горим, чанар найрлага, усны амьтан, ургамал, хөрсний чийг, ургамлын ургац, цасан бүрхүүлийн тархац, нягтыг тодорхойлох чиглэлээр хээрийн хэмжилт судалгааг хийж, 2003 ба 2012 онд Баян голын сав газарт, 2010 онд Хөшөөтийн горхины сав газарт тус тус хөрсний ус физикийн шинж чанарыг

тодорхойлон газар доорх усны ажиглалтын цэг сүлжээ өргөжиж, 2004-2015 онд Хөшөөтийн горхинд ус судлалын харуул байгуулан усны балансын ажиглалт, судалгааг нэмж хийсэн болно.

Ажиглалтын цэг сүлжээний зохион байгуулалт ба багаж төхөөрөмж: Баян голд ус судлалын харуулыг ус халиураар төхөөрөмжлөн байгуулж, усны горимын ажиглалтыг хийж байна /1.136 дугаар зураг/. Усны түвшинг ус судлалын Баян гол-Хустай харуулын үндсэн чиглэл дээр өдөр тутам, 08, орой 20 цагт тогтмол хэмжиж, хоногийн дундаж утгыг урсацын тооцоонд ашигласан болно.



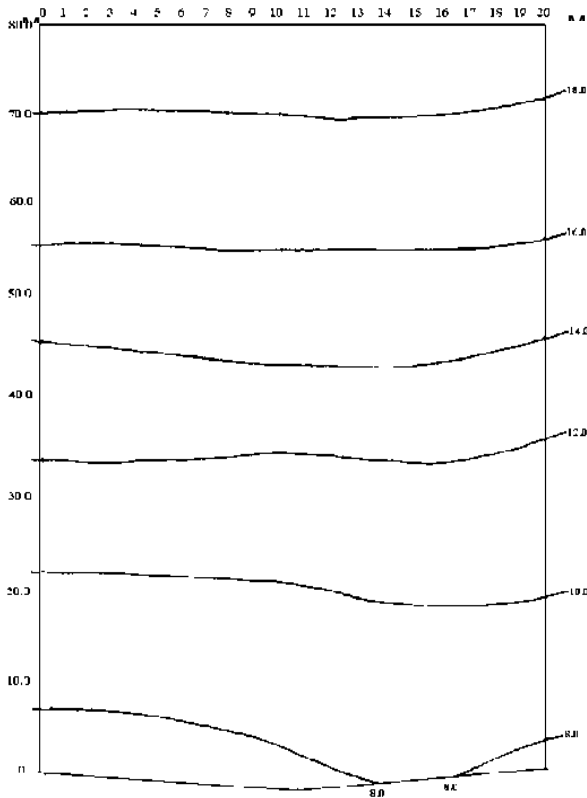
1.138 дугаар зураг. Ус судлалын Баянгол – Хустай харуулын чиглэл

Урсацын талбайд гадаргын нэл урсац ба хөрсний угаагдлын ажиглалтыг хийж байна. Энэ нь Баян голын ус хурах талбайн баруун талд Нэргүй уулын зүүн хажуугийн 161 ‰ хэвгийтэй бэлд байрлана (1.38 дугаар зураг). Урсацын талбайг жигд налуутай, хөрс, ургамлын бүрхэвч бусад геоморфологийн нөхцөлөөр сав газрын хамгийн бага хэвгийг төлөөлөхүйц байхаар сонгосон болно (1.139 дүгээр зураг).



1.139 дүгээр зураг. Урсацын талбайн ерөнхий байдал

Урсацын талбайн урт 80 м, өргөн нь 20 м хэмжээтэй, талбайн захыг шороон далан, сувгаар хааж, хажуугийн урсац талбайд орохоос хамгаалсан бөгөөд талбайн доод захад гадаргын усыг цуглуулах суваг, урсац хэмжих ус халиур бүхий сав, талбайн төвд автомат хур хэмжүүр зэргийг байрлуулав. Бага хур тунадастай жилд гадаргын нэл урсац ажиглагдаагүй болно.



1.140 дүгээр зураг. Урсацын талбайн өндрийн байршил /харьцангуй өндөр/

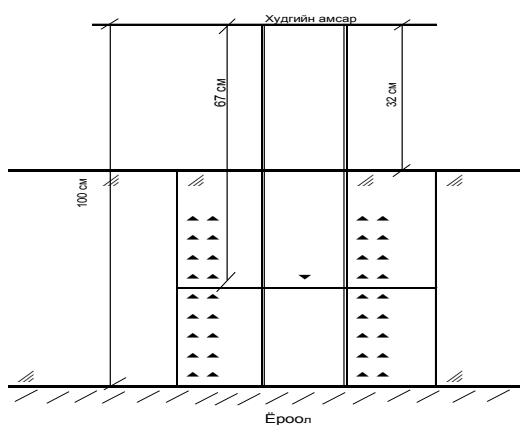
Масштаб: Хэвтээ 1:200, Босоо 1:500

Хур тунадсыг АНУ-ын Дэвис-II загварын автомат багажийг урсацын талбай, Баян голын эх, Бага-овоо, Хөшөөтийн аманд тус тус байрлуулж, хэмжилтийг хийв. Тунадас хэмжүүр нь 0.2 мм нарийвчлалтай бөгөөд тунадасны 0.2 мм хэмжээ тутамд юүлэлт хийж, хугацааг бүртгэх замаар хур борооны эрчимшлийн тоололтыг НОВО төрлийн мэдээ хураагуурт хадгалах үндсэн зарчимтай болно.

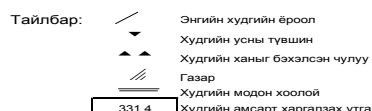


1.141 дүгээр зураг. Хур тунадас автомат хэмжүүр /Дэвис-II загвар/

Газар доорх усны түвшинг урсацын талбай ба Баян гол - Хустай харуулын дэргэд байгуулсан гар худагт хэмжиж байна (1.141 дүгээр зураг). Энэ ажиглалтын гол зорилго бол гадаргын болон гүний ус хоорондын гидравлик уялдаа, усны горим, тэжээлийн хэмжээ, хөдлөлзүйг тогтооход оршино. Баян голын баруун татамд ус судлалын Баян гол-Хустай харуулын үндсэн чиглэлээс доош 15 м орчимд эл гар худгийг байгуулав (1.142 дугаар зураг).



1.142 дугаар зураг. Ажиглалтын гар худгийн байгууламжийн бүдүүвч



Усны түвшинг гүний худагт өдөр тутам, 08, орой 20 цагт байнга хэмжиж байна. Баян гол ба эл худагт усны горимын байнгын ажиглалтыг 2002 оны 8 дугаар сарын 1-нээс эхлэн хийж байна.



1.143 дугаар зураг. Гар худгийн ерөнхий байдал

5. Хөрсний чийгийн хөдлөлзүйг илрүүлэх зорилгоор TDR багажийг урсацын талбайн хөрсний 8 гүнд суулгаж, мэдээг 30 минут тутамд автоматаар бүртгэж, мэдээлэл хураагуурт хадгалж байна (1.144 дүгээр зураг). Мэдээг дулаан улиралд 3 сар тутамд авч байна. Үүний зэрэгцээ урсацын талбай ба Баян голын сав дагууд урсацын талбай, тахийн хашаа, Баян голын эхэнд хөрсний чийгийн дээжийг 0-100 см гүний 11 цэгт өрмөөр авч, жигнэх аргаар нойтон ба хуурай жинг тогтоож, чийгийг тодорхойлно. Хөрсний чийгийн ажиглалтыг 2004-2015 онд Хөшөөтийн аманд нэмж хийж байна.



1.144 дүгээр зураг. Хөрсний чийгийн мэдрүүр ба автомат хураагуураас мэдээ авч буй байдал

6. Хөшөөтийн горхинд усны түвшин, температурыг автоматаар хэмжих багажийг 2004 оноос суурилуулж мөн ус халиураар төхөөрөмжлөн Хөшөөтийн горхи харуулыг байгуулан, хур тунадас хэмжих автомат багажийг суурилуулан урсац, хөрсний чийгийг ажиглалтыг хийж ирэв. Газар доорх усны түвшний ажиглалтыг Хөшөөтийн дээд ба доод худаг, урсацын талбай, Балдирын худаг зэрэгт 1 сарын хугацааны зайцаар хийж байна.



1.145 дугаар зураг. Усны түвшин, температурыг хэмжүүр автомат багаж

Усны горим ба нөөц: Ус судлалын Баян гол–Хустай, Хөшөөтийн горхи-Хөшөөт харуул, урсацын талбай дахь өдөр тутмын усны түвшин, өнгөрөлт, температур, хөрсний чийг, температур, Баян гол, Хөшөөт голын сав газар дахь хур тунадас болон бусад горимын ажиглалт, газар доорх усны түвшин, зарим гол горхины урсац, Баянгол, Хөшөөт голын сав газар дахь хөрсний чийг зэрэг түр зуурын хэмжилтэд тулгуурлан усны горимын үнэлгээг хийв.

Баян, Хөшөөт зэрэг гол горхины савд 4, 5 дугаар сард хаврын шар ус, 7, 8 дугаар сард хур борооны үер ихэвчлэн ажиглагдана.

Хаврын шар усны үерийн урсац сав газар дахь цасан дахь усны нөөц, цас хайлах үеийн агаарын нэмэх температурын горимоос хамаарна. Баян голын сав газарт шар усны үерийн урсацын гидрографын өгсөлт дэх хоногийн дундаж урсацын модуль ба агаарын хоногийн дундаж нэмэх температурын нийлбэртэй шууд хамааралтай ба дараах тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэж байна (1.76).

$$q = 0.0042 \Sigma + t \quad (R^2 = 0.77) \quad (1.76)$$

Үүнд: q- шар усны үерийн гидрографын өгсөлт дэх хоногийн дундаж урсацын модуль, л/с км², $\Sigma +t$ – агаарын хоногийн дундаж нэмэх температурын нийлбэр, цас хайлалтын итгэлцүүр 0.0042 байна.

Дээрх тэгшитгэлээр Хустай нурууны өврийн жижиг гол, горхины савд тохиох хаврын шар усны урсацын гидрографын өгсөлтийн үеийн усны өдөр тутмын өнгөрөлтийг /Q/ дараах тэгшитгэлээр ойролцоо үнэлж болно.

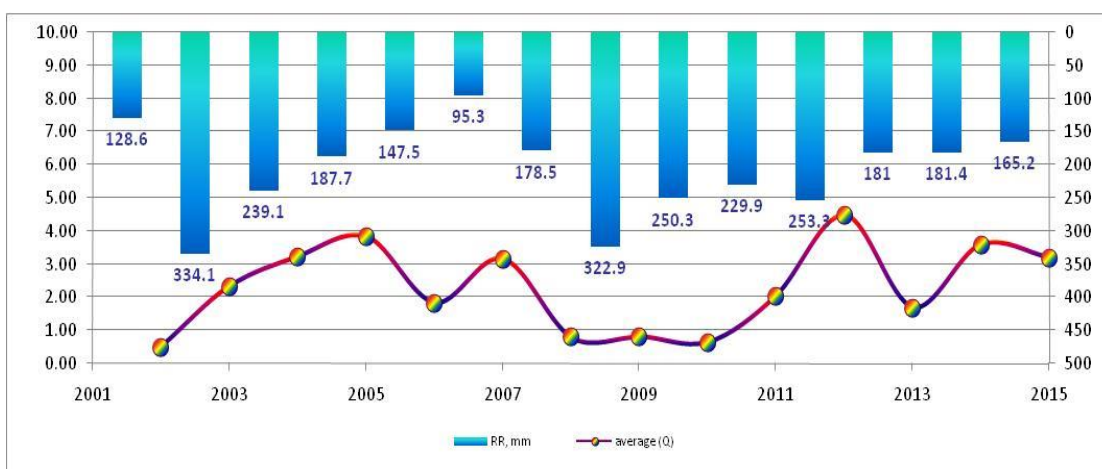
$$Q = 0.0042 (\Sigma +t) F \quad (1.77)$$

Үүнд: F- гол, горхи, сайрын ус хурах талбай, км²

Шар усны үерийн их урсацын хэмжээ нь сав газар дахь цасан дахь усны нөөцөөс хамаарна. Иймээс цаашдын судалгаанд сав газар дахь цасны усны нөөц ба шар усны үерийн горимыг холбон судлах шаардлага байна. Шар усны үерийн хамгийн их урсац ажиглагдсаны дараах урсацын бууралтыг дараах тэгшитгэлээр илэрхийлж болох талтай байна.

$$Q_t = Q_{\max} \exp(-0.0929 t) \quad (1.78)$$

Үүнд: Q_{\max} - Шар усны үерийн хамгийн их өнгөрөлт л/с, t- их урсац ажиглагдсанаас хойших хоногийн дугаар

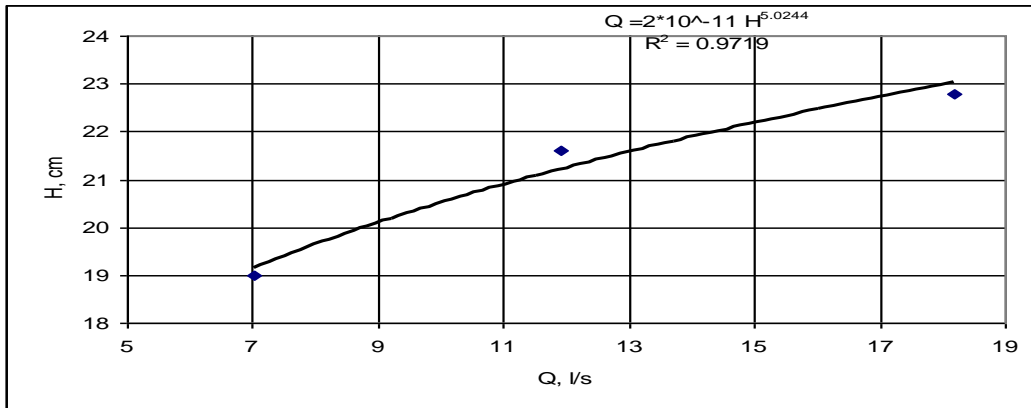


1.146 дугаар зураг. Урсац ба хур тунадас /Баян гол-Хустай өртөө/

Баян голын урсацад гантай байсан 2002, 2014, 2015 онд газар доорх усны тэжээл зонхилж байсан бол дунджаас ахиу хур тунадастай 2003, 2005, 2006, 2008, 2011, 2012, 2013 онд хур борооны тэжээл, 2004 онд хаврын шар ус, зуны хур борооны тэжээл зонхилж байв. Харин 2009 он хур тунадас олон жилийн дундажаас их боловч Баянголд газрын доорх усны тэжээл зонхилж байгаагаараа онцлог байсан бол 2010 онд ажиглалтын хугацаан дахь хамгийн их тунадас ажиглагдсан боловч гол болон газрын доорх усыг тэжээж чадахгүй ууршлаар алдагдаж байв.

Баян, Тариат голуудын дүрсзүйн онцлог, ялангуяа харьцангуй бага ус хурах талбайтай, голын голдрил, татам нь уулс хоорондын шахагдсан нарийн хөндийд сунаж тогтсон, сав газрын хажуу бэл, голдрилын хэвгий үлэмж их (бэлийн хэвгий 0.206-0.217 ‰, голдрилын дунджилсан хэвгий 19-41 ‰) зэргээс үзэхэд эрчимшил ихтэй хур тунадас унах үед богино хугацаанд үер үүсэх байгалийн нөхцөлтэй.

Ус судлалын Хөшөөтийн горхи-Хөшөөт харуулын өнгөрөлт ба түвшний хамаарлыг 2004 оны байдлаар дараах зурагт үзүүлэв. Цаашид усны өнгөрөлт хэмжих үед усны түвшинг шалгалтын шон дээр хэмжих, өнгөрөлт хэмжих үеийн цаг хугацааг нарийн авах шаардлагатай байгаа болно. 2005, 2006, 2007, 2009, 2015 онд Хөшөөтийн горхи хатаж, жилийн турш урсацгүй байсан бол 2008 онд өмнөх жилүүдээс харьцангуй бага устай жил байв.



1.147 дугаар зураг. Хөшөөтийн горхи-Хөшөөт харуулын өнгөрөлт ба түвшний хамаарал

Хустай нурууны өвөр ба араас эх авсан Баян гол, Хөшөөтийн горхины усны горим, урсац нь уулсын хажуугийн байршлын онцлог, байгалийн нөхцөлийн ялгаа, тэнд бүрдэх урсац, усны балансын онцлог, ялгааг илэрхийлэх боломж олгоно. Цаг уурын Хустай харуулд хэмжсэн агаарын температур буюу Хустай нурууны өвөрт хоногийн дундаж хийгээд нэмэх температурын нийлбэр 40°C хүрэх үед Хустай нурууны өвөрт шар усны үер эхэлж байгаа бол ард энэ температурын нийлбэр 200°C орчим (194.4°C) хүрэх үест эхэлж байна. Үүнээс үзэхэд Хустай нурууны ар буюу сүүдэр хэсгийн ойн цас хайлалтад зарцуулагдах дулаан өврийнхөөс их буюу хоногийн дундаж агаарын нэмэх температурын нийлбэр 100 °C градусаар их байна. Иймээс Хустай нурууны араас усжих гол, горхины сав газрын ойн цас хайлалтын параметр өврийнхөөс дунджаар 7.1 дахин их байна. 2005-2015 онд Баянголд хаврын шар усны үер төдийлөн тод илрээгүй болно.

Хустай нурууны араас усжих гол, горхины хаврын шар усны үерийн урсацын гидрографын өгсөлтийн үеийн өнгөрөлтийг дараах тэгшитгэлээр тодорхойлж болох урьдчилсан дүн гарч байна.

$$Q = (0.41 \cdot \Sigma + t - 78.911) \cdot F \quad (1.79)$$

Хаврын шар усны үер агаарын температурын явцыг даган Хустай нуруу өвөрт нийт 20 орчим хоног үргэлжилж, эрч хүч султай ажиглагдаж байгаа бол Хустай нурууны ард 5 хоног үргэлжилж, эрч хүч харьцангуй ихтэй байна.

Баян гол, Хөшөөт горхины 4-9 дүгээр сарын дундаж урсац 3.1, 15.4 л/с ба урсацын модуль 1.09, 5.32 л/с км² тус тус буюу Хустай нурууны араас эх авах гол горхины урсац өврийнхөөс 5 дахин их байжээ. Хоногийн дундаж урсацын хувьслын итгэлцүүр /с_v/ Баян голд 0.51, Хөшөөтийн горхинд 0.65 байгаа нь Баян голд газрын доорх усны тэжээл зонхилж байгаагаас урсацын хэлбэлзэл бага, Хөшөөтийн горхины урсац зуны турш аажим нэмэгдэж, аажим буурах горимтой байгаа нь урсацыг зохицуулах ойн нөлөө зонхилж буйг тус тус харуулж байна.

Аравдугаар сарын эхний арав хоногт голд мөсөн зах үүсч, мөсний үзэгдэл эхэлж, мөн сарын 24-нөөс эхлэн мөсөн бүрхүүл тогтоно. Арван нэг, арван хоёрдугаар сард гол бүрэн хадаалж, мөсний зузаан 5-20 см болно. Хаврын мөсний үзэгдэл 3 дугаар сарын сүүлч 4 дүгээр сарын эхээр эхэлж, 4 дүгээр сарын сүүлчээр мөснөөс бүрэн чөлөөлөгдөнө. Үүнээс үзэхэд мөсний үзэгдэл дунджаар 170 орчим хоног үргэлжилдэг бөгөөд үүнээс 135 хоног битүү мөсөн бүрхүүлтэй байна.

Ажиглалтын хугацаанд Баян голын урсац буурах хандлагатай үед түүний газрын доорх усны гол тэжээл болох Баян булгийн ундарга буурч байв. Энэ нь сав газрын эхэн дэх голыг тэжээж буй газрын доорх усны тэжээлийн хэмжээ буурч байхад урсац сарних бүсэд буюу харуулаас дооших хэсэгт Баян гол газар доорх усыг тэжээж байгааг харуулж байна. Хур тунадас орсноос Баян голын урсац төдийлөн нэмэгдэх байдал илрэхгүй байв (1.147 дугаар зураг). Дээрх томьёоны параметруудад тоон утгыг орлуулбал дараах хэлбэртэй болно.

2002 онд	$Q_t = 0.5759 \exp(-0.0022 t)$	(1.80)
2003 онд	$Q_t = 2.4929 \exp(-0.0020 t)$	
2004 онд	$Q_t = 1.4780 \exp(-0.0024 t)$	
2005 онд	$Q_t = 4.3092 \exp(-0.0019 t)$	
2006 онд	$Q_t = 3.8969 \exp(-0.0128 t)$	
2007 онд	$Q_t = 3.6467 \exp(-0.0121 t)$	
2008 онд	$Q_t = 3.3291 \exp(-0.0230 t)$	
2009 онд	$Q_t = 3.6380 \exp(-0.02 t)$	
2010 онд	$Q_t = 2.1740 \exp(-0.02 t)$	
2011 онд	$Q_t = 3.93 \exp(-0.01 t)$	
2012 онд	$Q_t = 6.737 \exp(-0.02 t)$	
2013 онд	$Q_t = 2.72 \exp(-0.03 t)$	
2014 онд	$Q_t = 5.5511 \exp(-0.015 t)$	
2015 онд	$Q_t = 3.491 \exp(-0.02 t)$	

Үүнээс үзвэл, Баян гол ба түүний гол тэжээл болох булгийн ус хуралтын параметр сүүлийн 10 гаруй жил харьцангуй тогтмол байв.

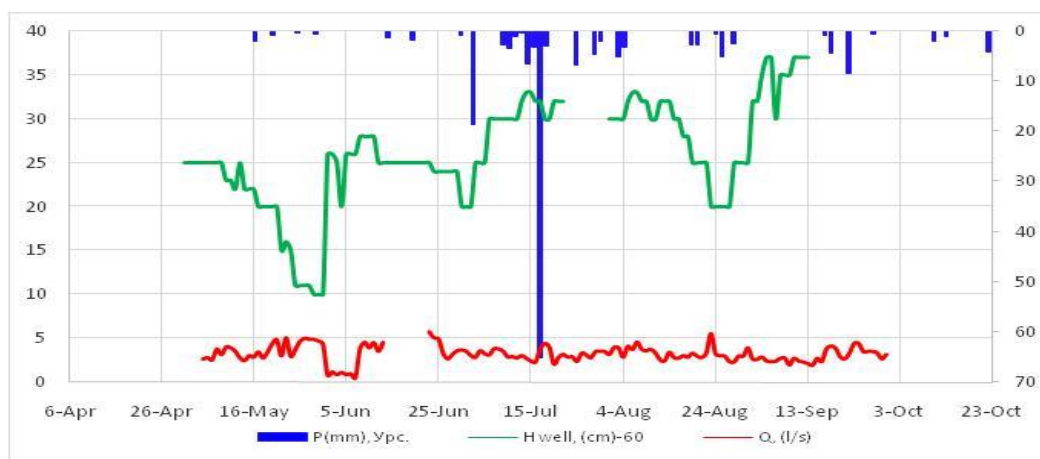
Голын сав газрын хэмжээ бага, ус өгөмж их байх тутам энэ параметрийн утга төдий чинээ өндөр байна. Үүний эсрэгээр усыг их хэмжээгээр нөөцлөх чадавхитай эсвэл томоохон голын савд энэ параметрийн утга бага байна. Иймээс энэ параметр голын сав газарт ул хөрсний усны хуримтлал буй болох нөхцөл ба газар доорх усны тэжээлийн хэмжээг илэрхийлэх гидрогеологийн хүчин зүйлс үүний дотор хурдас, уст үеийн нүх сүвшил, ус өгөмж болон ой, хөрс ургамал зэрэг урсац бүрдэх нөхцөлөөс голлон хамаарна.

$$\int_{t=0}^{t=\infty} Q_t dt = Q_o \int_{t=0}^{t=\infty} e^{-at} dt \quad (1.81)$$

Томьёоны зүүн гар тал усны түвшний бууралтын эхний үед голын сав газраас голыг тэжээж буй газар доорх усны эзлэхүүн W_o болно. Харин а параметрийн урвуу утга (1/a) нь газар доорх усны нөөц голыг тэжээж дуусах

нийт хугацаа (τ) болно. Энэ хугацаа ба газар доорх ус голыг тэжээж эхлэх үеийн усны нөөцийн цувааг үүсгэж тэдгээрийн өөрчлөлтөд дүн шинжилгээ хийж болно.

$$W_o = \frac{Q_o}{a} \quad \text{эсвэл} \quad \frac{1}{a} = \frac{W_o}{Q_o} \quad (1.82)$$



1.148 дугаар зураг. Гар худгийн усны түвшин, Баян голын өнгөрөлт, хур тунадасны явц, хандлага, 2015 он

Ажиглалтын хугацаанд Баян голыг тэжээж буй газар доорх усны эзлэхүүн хамгийн ихдээ 2005 онд $W_o = 2263$ л/хоног ба $(\tau) = 1/a = 526$ байсан бол хамгийн бага нь 2013 онд $W_o = 90$ л/хоног ба $(\tau) = 1/a = 30$ хоног байв.

1.56 дугаар хүснэгт. Газар доорх усны эзлэхүүн болон голыг тэжээж дуусах хугацаа

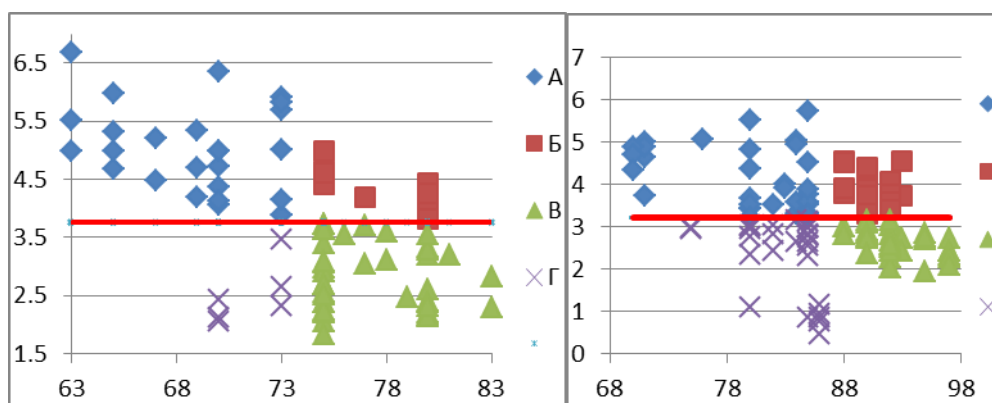
Он	W_o , Эзлэхүүн	t, хугацаа
2002	259	454
2003	1246	500
2004	616	417
2005	2263	526
2006	137	78
2007	301	82
2008	144	4
2009	182	50
2010	164	50
2011	390	100
2012	330	50
2013	90	30
2014	370	67
2015	174	50

Газар доорх усны нөөц голыг тэжээж дуусах нийт хугацаа нь түүний тэжээлийн бүсийн уртыг гүний урсгалын дундаж хурдад харьцуулсан харьцаа байна. Иймээс Баян голын тэжээлийн бүсийн уртыг судалгаагаар олж, түүний урсгалын хурдыг цаашид ойролцоогоор үнэлж болох юм.

Газар доорх уст үеийн физик шинж чанар буюу түүний нүх сүвшил бэлчээр ашиглалтаас төдийлөн өөрчлөгдөхгүй. Харин хөрсөнд усны нэвчиц, ус өгөмж буурснаас ул хөрс, газар доорх усны түвшний шатлуур, улмаар шүүрэлтийн хурд багасч, усны нөөц хомсдох нэгэн нөхцөл бүрдэж болно. Иймээс судалгааг үргэлжлүүлэн хийх явцад ус хуралтын параметрийн өөрчлөлт, түүний шалтгааныг илрүүлэх үндсэн дээр голын сав газар экосистемийн төлөв байдал, өөрчлөлтийн хандлагыг тогтоож болно.

Үер ба их устай үеийн дараа голын усны түвшин бага байх үед газар доорх ус голыг тэжээнэ. Энэ үед гол зөвхөн газар доорх усны тэжээлтэй бол голын усны түвшин газар доорх усны түвшинг даган хэлбэлзнэ. Өөрөөр хэлбэл шууд хамааралтай байна. Харин хуурайшилтай үеийн дараа гол элбэг устай болох үед гол газар доорх усыг тэжээнэ. Гэхдээ эдгээр харилцан тэжээх процесс голын ба газар доорх усны түвшин ижил буюу түвшний шатлуур тэгтэй тэнцүү болтол үргэлжилнэ.

Ажиглалтын 2003-2015 оны хугацаанд Баян голын дундаж өнгөрөлт (Q_d) ба газар доорх усны дундаж түвшин (H_d) нэг хугацаанд зэрэг ажиглагдах үед тэдгээрийн түвшин ижил болж харилцан бие биеэ тэжээх процесс зогсоно. Иймээс $H = f(Q)$ хамаарлын графикт а, б, в, г гэсэн газар доорх ба голын усны гидравлик холбооны дөрвөн мужийг илрүүлж болно. Гидравлик холбооны “а” мужид газар доорх усны түвшин ба голын урсац дунджаас их байна. Энэ үед газар доорх ус голын усанд тулсан байдалтай байх учраас газар доорх усны түвшний хэлбэлзэл бага, голын уртын дагууд урсацын алдагдал бага байх нөхцөл бүрдэнэ. Эл үед Баян гол Туул голд хүрч цутгах эсвэл харуулаас доош урсах зай нэмэгдэх таатай нөхцөл бүрдэнэ. Цаашид голын усны түвшин газар доорх усны түвшнээс өндөр байх нөхцөл бүрдвэл гол газар доорх усыг тэжээнэ. Харин “б” мужид газар доорх усны түвшин дунджаас бага, голын усны өнгөрөлт дунджаас их байна. Энэ үед гол газар доорх усыг тэжээх ба голын ус хур бороо, хаврын шар уснаас бүрдэх ба голын уртын дагуух урсацын алдагдал хамгийн их байна.



1.149 дүгээр зураг. Баянгол ба газар доорх усны гидравлик холбоо, А) 2014 он, Б) 2015 он

Гидравлик холбооны “в” мужид голын усны өнгөрөлт ба газар доорх усны түвшин дунджаас бага байна. Энэ үед голын сав газар бүхэлдээ бага устай газар доорх ус ба голын усны хоорондын гидравлик холбоо маш сул, эсвэл холбоо тасарсан байна. Гидравлик холбооны “г” мужид голын өнгөрөлт дунджаас бага ба газар доорх усны түвшин дунджаас их байна. Энэ үед гол

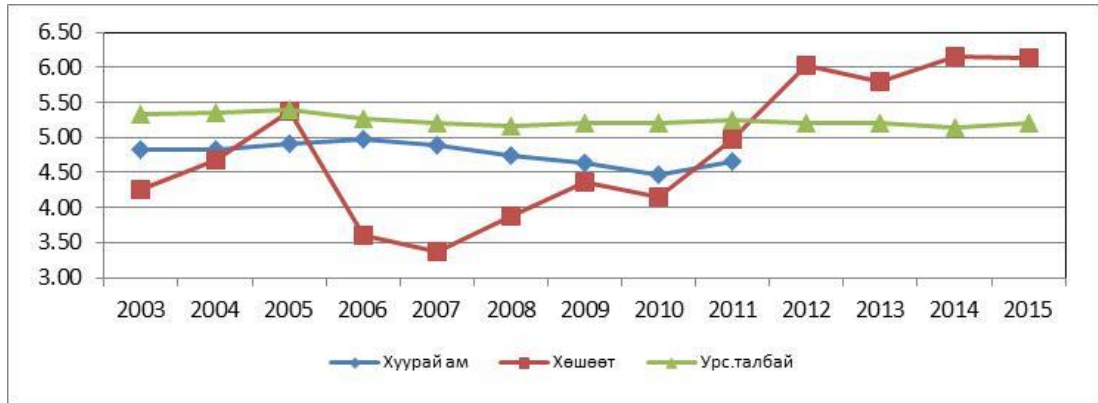
газар доорх усаар тэжээгдэнэ. Иймээс эл мужид голын урсацын уртын дагуух алдагдал хамгийн бага байна.

Сүүлийн 10 гаруй жилийн ажиглалтын хугацаанд Баян голд дээрх мужууд дараах байдлаар ажиглагдав. Үүнд: 2003 онд гидравлик холбооны “б” муж, 2004 онд “в” муж, 2005, 2006 онд “а” муж холбоо зонхилж байсан бол 2007 онд хур тунадас багатай хуурайшилт ихтэй жил байснаас энэ онд гидравлик холбооны “г” муж зонхилон ажиглагдаж Баянгол газар доорх усаар тэжээгдэж байсан бол 2008 онд мөн гидравлик холбооны “г” муж ажиглагдаж байгаа боловч газар доорх ус голыг тэжээж чадахгүй байна. Энэ нь газрын доорх усны түвшин голыг тэжээх хэмжээнд хүрч нэмэгдэж чадахгүй байгаатай холбоотой байна. Харин 2009 онд 4 дүгээр сарын 24-нөөс, 2010 онд 6 дугаар сарын 1-нээс эхлэн тус тус 1 сарын туршид гидравлик холбооны “а” муж ажиглагдсан ба үүнээс хойш “г” муж ажиглагдаж 1 сарын хугацаанд газар доорх ус Баян голыг тэжээснээр газар доорх түвшин буурч цаашид голыг тэжээж чадахгүй түвшинд хүрснээр гол тасарч байв. Хур борооны үед бага хэмжээний урсац үүсэж бусад үед тасарч байгаа нь Баян голд хур борооны тэжээл маш сул байсныг илэрхийлж байв. Харин 2011 онд 5-6 дугаар сард “г” муж ажиглагдаж түүнээс хойш “Б” муж ажиглагдаж байсан бол 2012 онд 5, 7 дугаар сарын сүүлийн 10 хоног, 8 дугаар сарын дунд үе хүртэл тунадас элбэг үед гидравлик холбооны “а” муж ажиглагдаж байв. Харьцангуй бага тунадастай 6 дугаар сарын эхээр уулын цас, улирлын мөсний хайлалттай байснаас “б” муж ажиглагдаж байгаад сарын дунд үеэс цасны хайлалт дууссанаар “в” мужид шилжив. Харин 7 дугаар сарын эх, дунд үеэр тунадас элбэг боловч ууршил их байснаар “г” муж ажиглагдаж байсан бол 2013 онд 6, 7 дугаар саруудад тунадас багатай байснаас гидравлик холбооны Г муж голлон ажиглагдаж 8 дугаар сард тунадас элбэгшисэнээр А мужид шилжив. 2014 онд 6 дугаар сард В муж зонхилон ажиглагдаж байв. Харин 7 дугаар сард 77 мм буюу жилийн нийт тунадасны 42.5% орсноор А мужид шилжиж улмаар 8 дугаар сард тунадас буурснаар буцаж В мужид шилжив. Харин 2015 онд хур бороо багатай гандуу байснаар гидравлик холбооны “в” муж голлон ажиглагдсан жил буюу үндсэндээ гидравлик холбоо маш султай жил байв (1.149 дүгээр зураг).

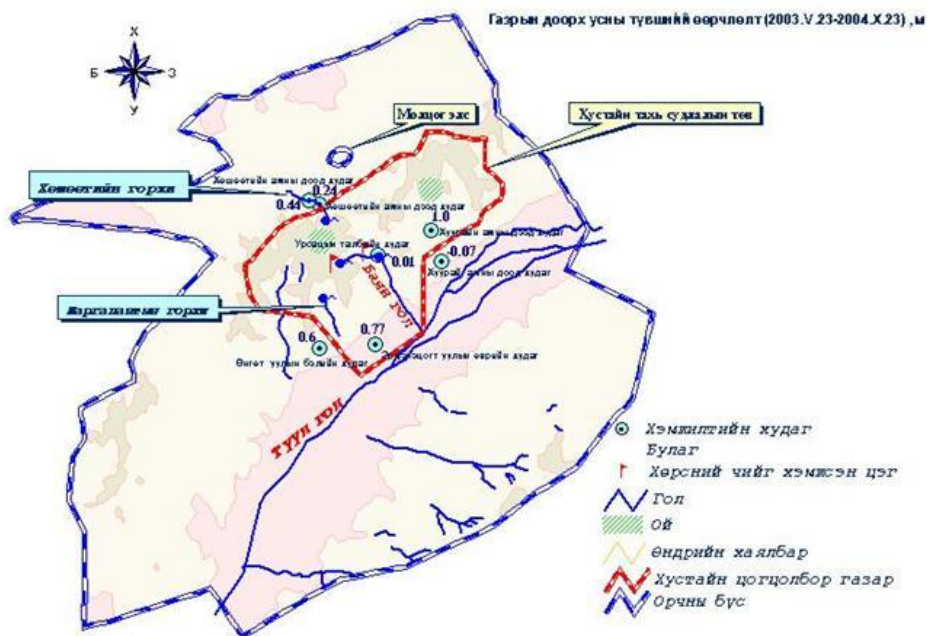
Цаашид Баян булгийн ундарга, газар доорх усны түвшин, Баян голын уртын дагуух урсацын горимын судалгааг нарийвчлах, Баян голын урсацын гидрографыг ялгахад ус судлалын ердийн аргыг хэрэглэхийн зэрэгцээ ус судлалын харуул, булаг, худаг, хур тунадасны усны цахилгаан дамжуулах чанарыг хэмжих, усны химийн найрлага, чанарын хяналт, шинжилгээг хийх, усны өнгөрөлт, дисперсийн итгэлцүүрийг үнэлэхэд тэмдэгт атомын арга, хоолны давс зэрэг энгийн бодисыг “tracer” болгон ашиглах шаардлага тавигдаж байна.

Хүдгийн хэмжилт: Хөшөөтийн амны дээд худаг 2004 оноос хойш усгүй болсон бол Хөшөөтийн амны доод худаг, Урсацын талбайн худгуудыг 2005 оны 5 дугаар сарын хэмжсэн хэмжилтийг 2006 оны 9 дүгээр сарын хэмжсэн хэмжилтэй харьцуулахад 2.47, 0.33 см буурсан байна. Харин 2007 онд урсацын талбайн худаг 5 дугаар сараас 10 дугаар сарын хүртэлх хугацаанд усны түвшин 30 орчим см буурч байсан бол 2008 онд ажиглалтын нийт хугацааны хамгийн бага түвшин ажиглагдаж байсан буюу усны түвшин эрчтэй буурч байв. Харин 2009 онд урсацын талбайн худгийн усны түвшний эрчтэй бууралтын зэрэг суларч 2010-2015 онуудад усны түвшин тогтмолжих хандлага ажиглагдав.

Хустай нуруу орчмын байнгын хээрийн хэмжилт хийдэг 3 худаг болох Хуурай амны худаг, Хөшөөтийн доод худаг, Урсацын талбайн худагуудын сүүлийн 8 жилийн мэдээнд дүн шинжилгээ хийж үзвэл 2002-2008 он хүртэл буурч байсан бол сүүлийн 4 жил бууралтын эрчим зогсож байна (1.150 дугаар зураг).



1.150 дугаар зураг. Хустай нуруу орчмын газар доорх усны түвшний явц

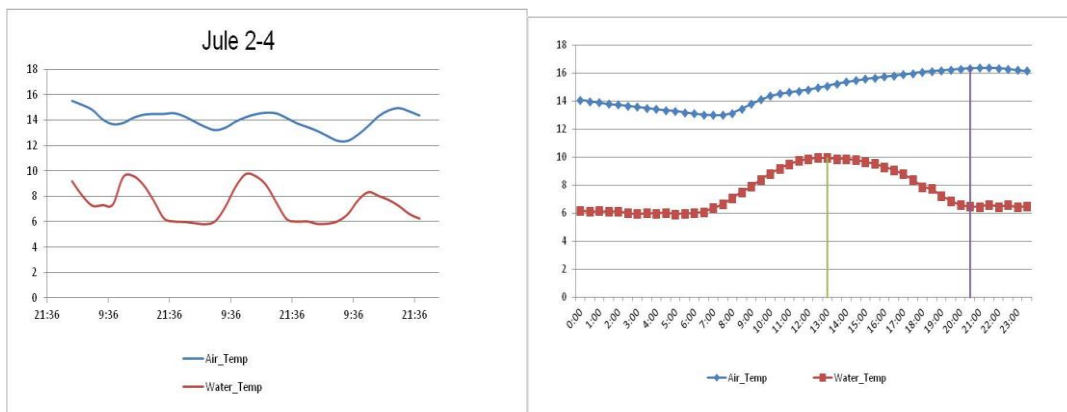


1.151 дүгээр зураг. Худгуудын байршил

Жижиг гол горхины усны нөөц бага учраас ус нь хялбархан халах ба хөрөх нөхцөлтэй байна. Иймээс Баян гол ба Хөшөөтийн горхины усны температур агаарын температурын явцыг даган хэлбэлзэх авч хур тунадасны усаар сүлэгдэн үе үе буурч байна.

Усны температур хавар агаарын температурын дулаарах явцыг даган нэмэгдэж, 6-8 дугаар сард харьцангуй тогтмолжих, цаашдаа агаарын температурын бууралтыг даган багасах ба намрын улиралд агаарын температураас их байх явцтай байна. Иймээс Хустай орчмын усны температурыг түүний ихсэлт, тогтмолжилт ба бууралтын 3 үе болгон хувааж,

агаарын температураас хамааруулан ойролцоо тооцож болохоор байна. Дараах зурагт агаарын температур ба Баян голын усны температур хоорондын хамаарлыг агаарын температурын өгсөлт ба бууралтын зөвхөн 2 үед хуваан үзүүлэв.



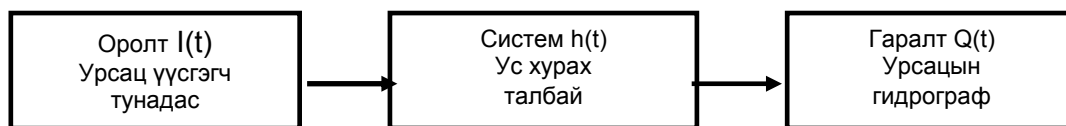
1.152 дугаар зураг. Агаарын температур ба Баян голын усны температур хоорондын температурын хамаарал

Эндээс үзвэл газар доорх усны тэжээлийн нөлөөгөөр Баян голын ус ба агаарын температурын хамаарал суларч, хур тунадасны тэжээл зонхилох энэ хамаарал Хөшөөтийн горхинд илүү сайн байна. Үүний зэрэгцээ температурыг Хөшөөтийн горхинд автомат багажаар, Баян голд ажиглагч хэмжсэн зэрэг ялгаа бий. Цаашид хүнээс хамаарч хэмжилтэд гарч болох субъектив алдааг багасгах шаардлага байгааг мөн харуулж байна. Эдгээр гол, горхи хүйтэн устай, усны их температур 2004-2005 онд Хөшөөтийн горхинд 10°C, Баян голынх 12°C үл хэтэрч байсан бол 2010 онд Баянголд 23°C, харьцангуй сэрүүн 2011 онд 10°C, 2013 онд 30°C, 2014 онд 24°C, 2015 онд 21°C хүрч халсан байна. Дээрх зургаас Баян голд цэвдэг эсвэл улирлын мөсний хайлалтын ус өдрийн 14 цагийн орчим нөлөөлж байгааг харуулж байна.

Хөшөөт горхи-Хөшөөт харуулын нэгж гидрографын загвар, үр дүн: Нэгж гидрограф гэдэг нь тодорхой хугацаанд орсон нэгж тунадаснаас үүсэн бий болох гадаргын шууд урсацын гидрограф бөгөөд урсац үүсгэгч тунадас нь тухайн савд нэгж давхаргаар жигд тархсан байх ба эрчимшил нь тухайн хугацаанд тогтмол байна. Энэ загварыг Шерман (АНУ,1932) анх боловсруулсан бөгөөд эхэндээ нэгж гэсэн тодотголыг хугацааны хувьд хэрэглэж байсан ба энэ нь цаашдаа нэгж давхарга бүхий урсац үүсгэгч тунадас гэсэн ойлголтод хүрч ихэнх тохиолдолд энэ утгаараа хэрэглэгдэх болсон юм.

Нэгж гидрографын арга нь энгийн шугаман загваруудын нэг бөгөөд энэ загвараар дурын урсац үүсгэгч тунадаснаас бүрдэх урсацын гидрографыг тооцож болно. Энэ аргыг жижиг гол савд хэрэглэх тохиромжтой бөгөөд урсац үүсгэгч тунадасны эрчимшил нь тухайн хугацаанд тогтмол, тухайн ус хурах талбайд жигд хуваарилагдсан байх шаардлагатай. Мөн түүнчлэн шууд урсацын үргэлжлэх хугацаа буюу гидрографын суурь ойролцоогоор тогтмол байна.

Нэгж гидрограф нь урсацын энгийн шугаман загвар бөгөөд энэхүү загварын оролт нь урсац үүсгэгч тунадас байх ба гаралт нь урсацын гидрограф юм. Харин системийн функц нь ус хурах талбай болно. Энэ загварыг систем талаас нь дараах байдлаар дүрсэлж болно.



1.153 дугаар зураг. Нэгж гидрографын схем

Параметрийн бус нэгж гидрографын загварыг дараах тэгшитгэлээр илэрхийлнэ.

$$Q(t) = \int I(t)h(t-\tau) \quad (1.83)$$

Нэгж гидрографыг эмпирик аргаар буюу ажигласан тунадас, урсацын өгөгдлөөс гаргаж авахдаа нутаг дэвсгэрийн хувьд харьцангуй жигд, богино хугацаанд орсон тунадаснаас үүссэн салангид, нэг орой бүхий хур борооны гидрографыг сонгож авсан байх шаардлагатай. Юуны өмнө сонгож авсан тунадас, ажигласан гидрографаас урсац үүсгэгч тунадас ба суурь урсац буюу гидрографын гүний усны тэжээлтэй хэсгийг ялгана. Усны хөрсөн дэх нэвчиц, тунадас, урсацын алдагдлыг тооцсон ажиглалтийн болон тооцооны аргаар хийсэн судалгаа манай орны хувьд мөн учир дутагдалтай тул урсац үүсгэгч тунадсыг тооцох асуудал нэлээд төвөгтэй юм. Түүнчлэн манай орны уур амьсгал, газарзүйн нөхцөлд зохицуулан гаргасан суурь урсацыг ялгах тодорхой арга зүй, туршилт одоохондоо байхгүй зэрэг хүндрэлтэй зүйлүүд байна. Иймд урсац үүсгэгч тунадас ба суурь урсацыг ялгадаг дэлхийн түгээмэл аргуудын нэг болох шулуун шугамын аргыг сонгож авсан болно.

Хөшөөтийн горхины сав газарт автомат багажаар хэмжсэн тунадасны болон урсацын өгөгдлөөс 5 удаагийн тохиолдлыг сонгон авч нэгж гидрографыг гаргаж авсан болно.

Хур тунадас болон урсацын бичлэг, хэмжилтийн үр дүнг 1 цагийн интервалаар боловсруулан нэгж гидрограф гаргаж авах өгөгдлийг бэлтгэв.

Суурь урсацыг үерийн гидрографаас ялгахдаа шулуун шугамын арга буюу шууд урсац эхэлсэн цэгээс төгссөн цэгийг шулуун шугамаар холбож ялгах аргыг хэрэглэв. Нийлбэр урсацын гидрографаас суурь урсацыг хасаж шууд урсацыг тодорхойлно.

Урсац үүсгэгч тунадсыг доорх тэгшитгэлээр тооцов.

$$P_{net} = (\sum DRH \Delta t) / (F1000) \quad (1.84)$$

Үүнд: P_{net} - урсац үүсгэгч тунадас, мм, $\sum DRH$ - шууд урсацын нийлбэр, м³/с, Δt - хугацааны интервал, цаг болон өдрөөр, F - ус хурах талбайн хэмжээ, км²

Эцэст нь шууд урсац ба урсац үүсгэгч тунадсыг тодорхойлсны дараа шууд урсацын ординатуудыг урсац үүсгэгч тунадасаар хувааж нэгж гидрографын ординатуудыг олно.

$$UH = DRH / P_{net} \quad (1.85)$$

Хөшөөтийн харуулаар нэгж гидрограф гаргаж авсан үр дүнг доорх хүснэгтэд нэгтгэв.

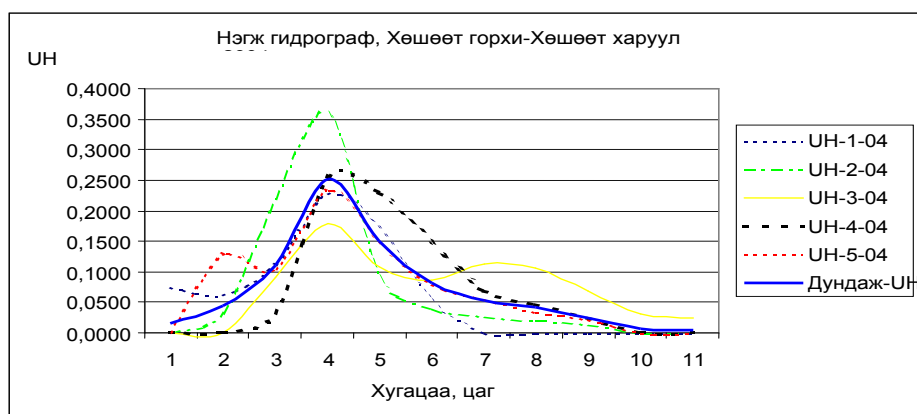
1.57 дугаар хүснэгт. Нэгж гидрографын гаргалгаа, Хөшөөтийн горхи-Хөшөөт харуул

Д/д	Сар өдөр	Хугацаа Цаг	Нийлбэр тунадас, мм	Нийлбэр урсац, м ³ /с	Суурь урсац, м ³ /с	Шууд урсац, м ³ /с	УН-Ординат м ³ /с/мм
1	VII.9	1	0.2	0.0323	0.0323	0.000000	0
2		2	0.4	0.0365	0.03237	0.004088	0.129054
3		3	1.4	0.0357	0.0324	0.003299	0.104169
4		4	0.6	0.0398	0.03244	0.007400	0.233623
5		5	0	0.0371	0.0325	0.004648	0.146764
6		6	0	0.0350	0.03252	0.002487	0.078512
7		7	0	0.0343	0.0326	0.001765	0.055729
8		8	0	0.0336	0.03259	0.001054	0.033285
9		9	0	0.0333	0.0326	0.000685	0.021642
10		10	0	0.0330	0.0330	0.000000	0
Шууд урсац ба нэгж гидрографын ординатын нийлбэр						0.025426	0.802778
Урсац үүсгэгч тунадас ба нэгж гидрографын 1 мм давхарга						0.03167	1

Энэхүү загварт нэгж гидрографуудыг олон жилийн ажиглалтын материалаас гарган авсны эцэст тэдгээрийг суурь урсацын үргэлжлэх хугацаа болон гидрографын оройг харгалзан дунджилж, тухайн голын савын онцлогийг илэрхийлсэн, харьцангуй тогтвортой нэгж гидрографыг гарган авч улмаар урсацын загварчлалд хэрэглэнэ /1.154 дүгээр зураг, 1.57 дугаар хүснэгт/.

1.58 дугаар хүснэгт. Дунджилсан нэгж гидрограф, Хөшөөт горхи-Хөшөөт харуул

Хугацаа, цаг	УН-1 VI.29	УН-2 VI.29-30	УН-3 VI.30-VII.1	УН-2 VII.9	УН-VII.9	Дунджилсан нэгж гидрограф
1	0,0757	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0151
2	0.0622	0.0309	0.0000	0.0002	0.1291	0.0445
3	0.1111	0.2181	0.0897	0.0312	0.1042	0.1109
4	0.2281	0.3607	0.1797	0.2534	0.2336	0.2511
5	0.1727	0.0938	0.1075	0.2307	0.1468	0.1503
6	0.0523	0.0398	0.0856	0.1491	0.0785	0.0810
7	0.0000	0.0265	0.1121	0.0687	0.0557	0.0526
8	0.0000	0.0197	0.1062	0.0460	0.0333	0.0410
9	0.0000	0.0132	0.0678	0.0232	0.0216	0.0252
10	0.0000	0.0000	0.0301	0.0002	0.0000	0.0060
11	0.0000	0.0000	0.0242	0.0000	0.0000	0.0048



1.154 дүгээр зураг. Дундаж нэгж гидрограф, Хөшөөт горхи-Хөшөөт харуул

Тухайн савд тогтвортой, дунджилсан нэгж гидрографыг гаргаж авсан бол дурын урсац үүсгэгч тунадасны өгөгдөлтэй үед хур борооны үерийн урсацыг загварчлах боломжтой болно. Хур борооны урсацыг энэ загварт доорх тэгшитгэлээр тооцно.

$$Q_p = \sum P_{net} U_{H_{p-M+1}} \quad (1.86)$$

Үүнд: Q_p -шууд урсац, m^3/c , P_{net} - урсац үүсгэгч тунадас, мм, $U_{H_{p-M+1}}$ -нэгж гидрографын ординат, $m^3/c/mm$, M -урсац үүсгэгч тунадасны блокын тоо

Шууд урсацыг тооцсоны дараа өмнө нь тооцсон суурь урсацыг нэмж нийлбэр урсацын гидрографыг гаргана. Ажиглалтын материалд дүн шинжилгээ хийснээр Хөшөөт горхины хувьд суурь урсац ойролцоогоор $0.025 m^3/c$ байна.

Хөшөөтийн горхины нэгж гидрографын зарим үзүүлэлтүүд 6 дугаар хүснэгтэд нэгтгэв. Эндээс үзэхэд хур бороо үргэлжлэх хугацаа дунджаар 9-10 цаг байх ба 2-3 цагийн дараа үерийн их урсац ажиглагдана.

1.59 дүгээр хүснэгт. Хөшөөт голын нэгж гидрографын зарим үзүүлэлтүүд

УН	Үер үргэлжлэх хугацаа, цаг	Үерийн орой хүртэлх хугацаа, цаг	Нэгж гидрографын ординатын их утга, $m^3/c/mm$	Суурь урсац, m^3/c
УН-1-04	10	-	0.2281	0.0206
УН-2-04	9	3	0.3607	0.0211
УН-3-04	10	2	0.1797	0.0199
УН-4-04	9	2	0.2534	0.0308
УН-5-04	9	3	0.2336	0.0325
Дундаж	9.4	2.5	0.2511	0.02498

Усны балансын элементүүд, тэдгээрийн хөдлөлзүй: Баян голын сав газрын усны балансын орлогын хэсэгт хур тунадас зарлагын хэсэгт голын болон газар доорх усны урсац, сав газрын ургамлан бүрхэвч ба хөрсний чийгийн ууршил зэрэг орно. Голын сав газрын усны балансын тэгшитгэлийг М.И. Львович, С. В. Басс нарын тэгшитгэлээр илэрхийлбэл:

$$P = R + E \pm dW \quad (1.87)$$

Энэ тэгшитгэлийг доорх байдлаар хэсэгчилж болно. Үүнд:

$$R = S + U \quad (1.88)$$

$$W = U + E - P \quad (1.89)$$

$$E = E_0 + T \quad (1.90)$$

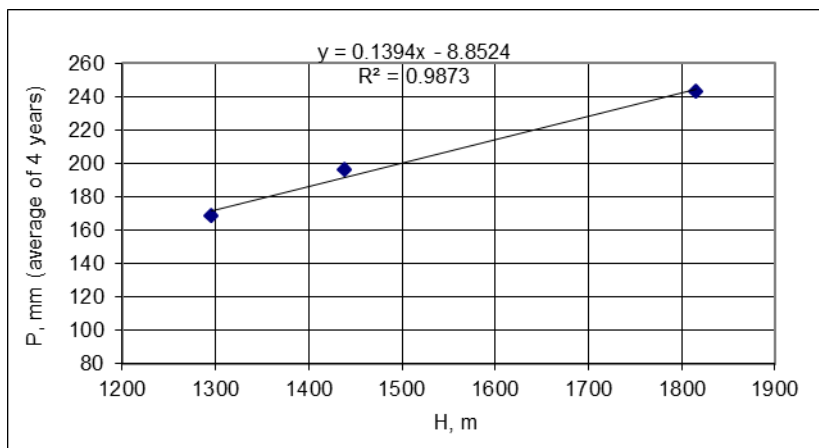
$$K_u = U/W \quad (1.91)$$

$$K_e = E/W \quad (1.92)$$

$$K_u + K_e = 1 \quad (1.93)$$

Энд голын нийлбэр урсацыг R гадаргын урсац S гүний урсац U гэж хоёр хуваав. Нийлбэр ууршлыг E хөрсний чийг ба усны гадаргын ууршил E_0 ургамлаар дамжих ууршил T гэж ялгах боловч эдгээр ууршлыг тус тусад нь нарийн тооцох боломжгүй учир гүний урсац ба нийлбэр ууршлыг нэгтгэн чийгжиц W гэж авч үзэв. Энэ хур тунадасны P хэдэн хувь нь ууршил, хэд нь өнгөн хөрсний усны тэжээл болохыг илэрхийлнэ. Хөрсөнд шингэх усны хэдэн хувь нь голыг тэжээхэд, хэд нь нийлбэр ууршилд зарцуулагдахыг K_u , K_e итгэлцүүр тус тус илэрхийлнэ.

Хустай нурууны Баян голын амны хур тунадас газар орны өндөр нэмэгдэх тутам нэмэгдэж байгаа нь Хустайн цаг уурын харуул, урсацын талбай, Баян голын эх, Хөшөөтийн ам ба Бага-Овоонд хийсэн хэмжилтийн мэдээнээс харагдаж байна (1.155 дугаар зураг). Хур тунадасны хэмжээ жил жилд өөр байсан ч нэгж өндөрт нэмэгдэх хур тунадасны хэмжээ буюу хур тунадасны өндрийн шатлуур ижил байна.

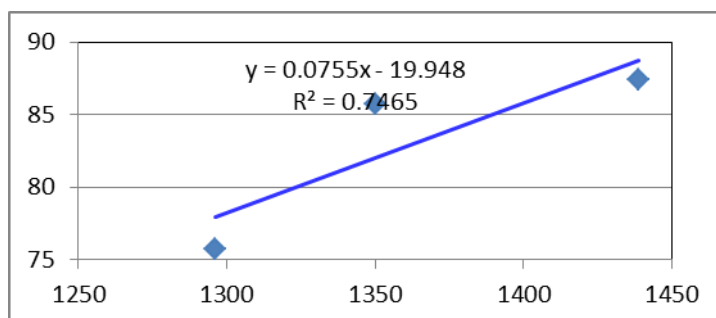


1.155 дугаар зураг. Хур тунадасны өндрийн хуваарилалт, 2002-2015 оны дунджаар

Бага-Овоо ба Баянгол-Хустай харуул хоорондын өндрийн зөрөө нь 460 м байна. 2002-2015 оны туршилтын хугацааны мэдээгээр уулын оройд хэмжсэн тунадасны хэмжээ нам дор газрын цэгийнхээс даруй 1.5 дахин их буюу 5-10 дугаар сарын тунадасны нийлбэрээр тооцвол, хур тунадас өндрийн 100 м тутамд 15 мм нэмэгдэж байна. Хур тунадасны өндрийн хамаарал 98% байгаа нь үүнийг хур тунадасны тархацын зураг зохиоход ашиглах боломжтой байна.

Усны тэнцэл: Баян голын сав газрын усны балансын элементүүдийг тодорхойлохын тулд сав газрын дундаж хур тунадасыг Бага-Овоо, Баян голын эх, Урсацын талбай, Хустай харуулын хур тунадасны арифметик дунджийг олов.

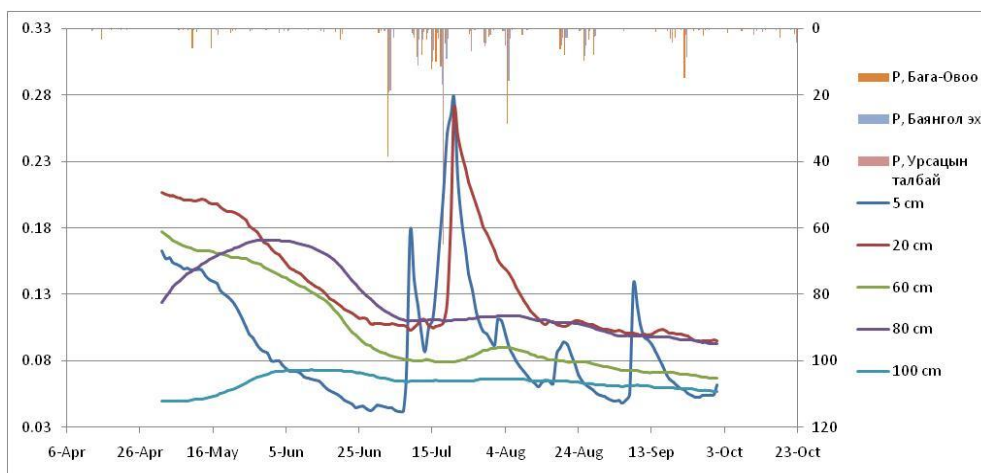
Урсацын талбай, Тахийн хашаа, Баян голын эх, Хөшөөтийн амны хөрсний чийгийн мэдээгээр өндрийн хамаарлыг тогтоож, Урсацын талбайд TDR багажаар хэмжсэн чийг ба Баян голын сав газрын бусад цэгүүдэд хэмжсэн хөрсний чийг хоорондын хамаарлыг гүн, гүнээр тогтоож эдгээр хамаарлыг ашиглан жил бүрийн хийгээд Баян голын сав газрын дундаж 0-100 см-ийн гүний нийт чийгийг тодорхойлов /1.156 дугаар зураг/.



1.156 дугаар зураг. Хөрсний чийгийн өндрийн хамаарал, 2003-2015 оны дунджаар

Баян голын савд дунджаар өндрийн 100 м тутамд хөрсний 0-100 см гүний нийт чийг 10 мм хэмжээгээр нэмэгдэж байна.

Урсацын талбайн хөнгөн шавранцар, хар хүрэн хөрсөнд TDR багажаар 30 минутын зайцаар хэмжсэн хөрсний чийгийн явцаас үзэхэд хөрсний 0-100 см гүнд хур тунадасны нэвчиц хур тунадасны хэмжээ, эрчмээс хамааран янз бүр байна. Түүний явцыг 1.157 дугаар зурагт үзүүлэв.



1.157 дугаар зураг. Урсацын талбайн хөрсний янз бүрийн гүний чийг ба хур тунадас 2015 он

Хөрсний чийгийн диффузи, дисперсийн итгэлцүүр хур борооны эрчим, хэмжээнээс хамаарч тогтмол бус, үүнээс шалтгаалан нэвчицийн гүн янз бүр байна.

Хөрсний чийгийн цаг хугацааны өөрчлөлтийг дараах тэгшитгэлээр илэрхийлж болно.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \text{div}(K \text{grad} h) \quad (1.94)$$

Үүнийг Ричардсын тэгшитгэл буюу Дарси-Ваккингамын тэгшитгэл (1.94) гэж нэрлэдэг.

Энэхүү тэгшитгэл нь 2 дугаар эрэмбийн дифференциаль, парабол тэгшитгэл юм. Тогтмол хөдөлгөөнтэй газар доорх ус, хөрсний чийгийн урсгалыг энэхүү тэгшитгэлээр илэрхийлбэл эллипс тэгшитгэл, хэрэв нэгэн хэмжээст тогтмол хөдөлгөөнтэй шингэний урсгалд хэрэглэвэл жирийн диффузийн тэгшитгэл болно.

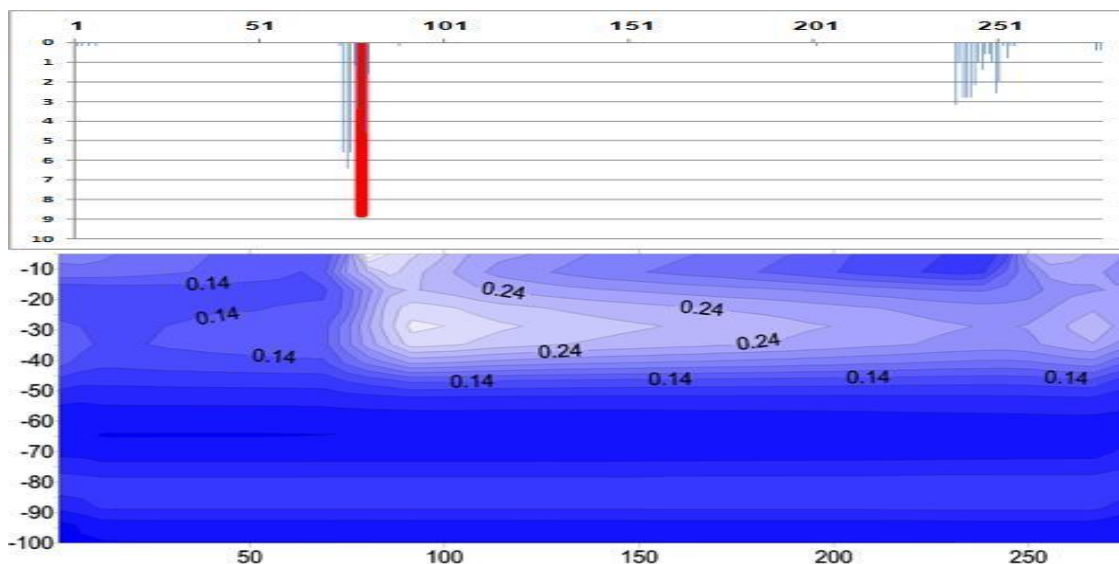
Энэхүү тэгшитгэл нь θ , K , h гэсэн 3 хувьсагчийг агуулж байна.

Үүнд: θ -Хөрсний чийг, хувь. мм

K – Хөрсний чийгийн тархацын хурд

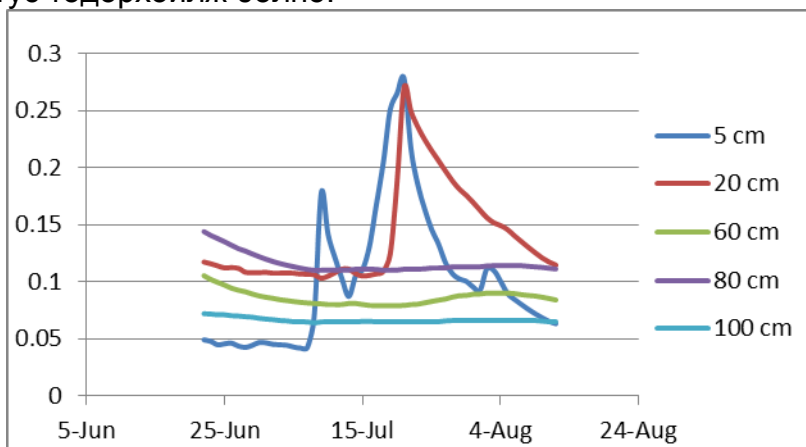
h – соролтын /матрик/ өндөр

Хур бороо орсны дараах хөрсний чийгийн хөдлөлзүйг дараах гурван хэмжээст зургаас тодорхойлж болно.



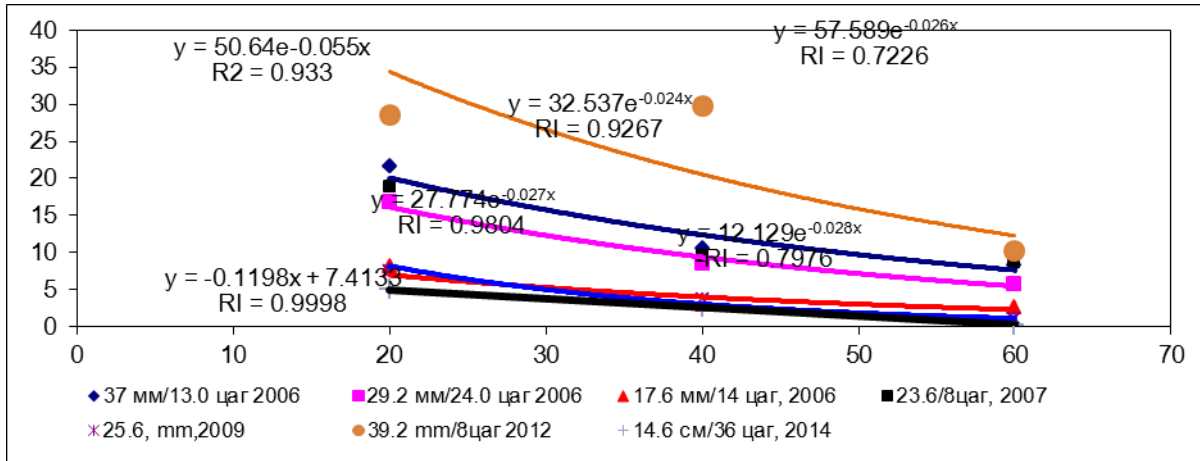
1.158 дугаар зураг. Хур тунадас ба хөрсний янз бүрийн гүний чийгийн цаг хугацаа ба гүний дагуух хувиарлалт /хугацаа: 2012 оны 7/30- 8/02

Хур бороо орсон үеийн хөрсний чийгийн хөдлөлзүйг нарийвчлан үзвэл хөрсний өнгөн хэсгийн чийг эхэлж хамгийн их хэмжээндээ хүрч энэ максимум утга хөрсний дараагийн гүн рүү шилжинэ. Үүнийг ашиглан хур борооны эрчимшлээс хамааруулан хөрсний гүний дагуух өөрөөр хэлбэл z тэнхлэгийн дагуух хөрсний чийгийн шилжилтийн хурд $/K_z/$, мөн хөрсний чийгийн нэмэгдсэн хэмжээг тус тус тодорхойлж болно.



1.159 дүгээр зураг. Хөрсний чийгийн хөдлөлзүй, 2015 он

Хур борооны хэмжээ их байх тутам хөрсний чийгийн янз бүрийн гүнд нэвчицээр нэмэгдэх хэмжээ их байх, гэхдээ энэхүү нэмэгдэх хэмжээ нь гүн рүү экспоненциаль байдлаар буурах явц илэрч байна.



1.160 дугаар зураг. Янз бүрийн хур борооны эрчимшилтэй үед хөрсний гүнүүд дэх хөрсний чийгийн нэмэгдэх хэмжээ ба гүний дагуух хуваарилалтын номограмм

Дээрх 1.159 ба 1.160 дугаар зургуудыг ашиглан хөрсний чийгийн гүний дагуух /z/ шилжилтийн хурдыг /K_z/ олж болно. Энэ хурдны утга хөрсний угтвар чийгийн хэмжээ, янз бүрийн гүн дэх хөрсний бүтцээс хамаарч гүний дагууд өөр өөр байна. Гэхдээ дундажлан үзвэл хөрсний чийгийн шилжих хурд гүн ихсэх тутам багасах, хур борооны эрчимшил ихсэх тутам буурах ерөнхий зүй тогтолтой нийцэж байна /1.60 дугаар хүснэгт/.

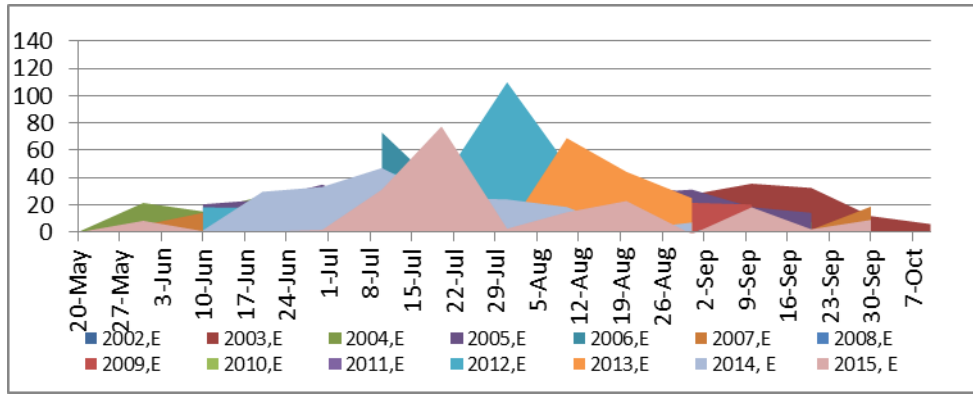
1.60 дугаар хүснэгт. Хөрсний чийгийн z тэнхлэгийн дагуух шилжилтийн хурд, см/цаг

H, sm	13.8 мм/24.0 цаг	36.4 мм/24.0 цаг	14.6 мм/36 цаг	10 мм/24цаг	18.6 мм/12цаг	K _z дундаж
20	3.00	5.00	5.00	2.50	3.8	3.85
40	2.35	6.60	2.66	0.86	1.48	2.79
60	0.31	0.64	0.21	0.76	0.2	0.42
K _z дундаж=f(l)	1.89	4.08	2.62	1.37	1.81	2.35

Баян голын урсац нь тус сав газрын гадаргын болон газар доорх усны тэжээлтэй байна. Ус судлалын Баянгол-Хустай харуулын өдөр тутмын мэдээгээр уг сав газрын гадаргын болон газар доорх урсацын нийлбэрийг тодорхойлж болно.

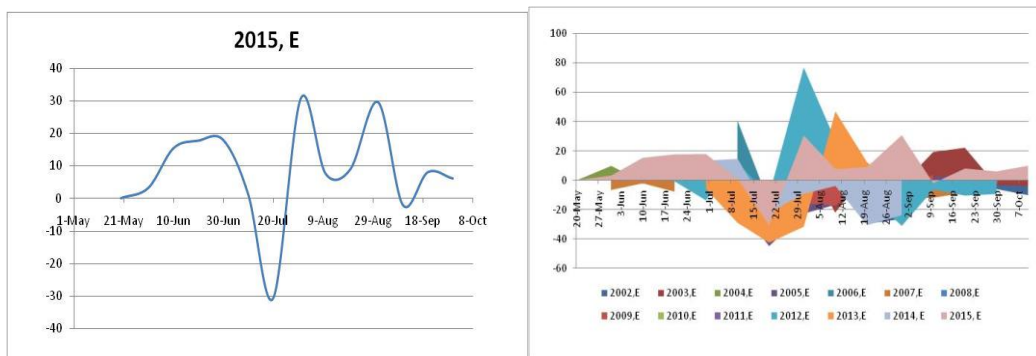
Хоногийн нийлбэр тунадаснаас хоногийн хөрсний чийгийн өөрчлөлт ба Баян голын урсацыг хасаж, 100 см гүнээс доош ус нэвчицгүй хэмээн үзэж нийлбэр ууршлыг олж болно.

Усны балансын элементүүдийн явцаас үзэхэд хур тунадас, ууршлын горим буюу агаарын чийгшил, хуурайшлын давтагдалтай уялдан хөрсний чийгийн өөрчлөлт нэлээд их байхад гол мөрний урсац ба усны балансын гишүүдийн үлдэгдэл гишүүний хэлбэрээр тодорхойлогдсон нийлбэр ууршлын хэмжээ хувьсал багатай байна /1.161 дүгээр зураг/.



1.161 дүгээр зураг. Баян голын сав газрын 10 хоногийн усны тэнцэл, мм

Арав хоног бүрийн усны тэнцлийг 1.61 дүгээр хүснэгтэд үзүүлэв. Усны балансын 2003, 2004 оны 7 дугаар сарын 3 дугаар 10 хоногоос 9 дүгээр сарын 2 дугаар 10 хоногийн элементүүдийг хооронд нь харьцуулж үзвэл 2003 онд ургамлаар дамжих ууршлын хэмжээ 2004 оныхоос 2.1 дахин их байгаа нь 2003 онд зуншлага сайн, 2004 оны зуны адаг ба намар хуурайвтар байсныг харуулж байна. 2005 онд 2004 оныхоос 5-9 дүгээр сард ургамлаар дамжих ууршлын хэмжээ 12.7 мм бага, ялангуяа 7 дугаар сард эл ууршил нэн бага байсан бол 2007 оны 7 дугаар сарын 10-наас 8 дугаар сарын 10-ний хоорондох ууршлыг 2006 оны мөн үетэй харьцуулж үзвэл 2.6 дахин бага байна. Харин 2008 онд хамгийн их ууршил ажиглагдсан ба 2003 оноос 55 хувь, 2004 оноос 66 хувь, 2005 оноос 76 хувь, 2007 оноос 71 хувь тус тус их байв. Ажиглалтын 2009 оны мэдээгээр 7 дугаар сарын 30-наас 9 дүгээр сарын 10-ны хооронд нийлбэр ууршил 185.8 мм байгаа нь 2004, 2005 оноос их бусад оноос бага ба хамгийн их ууршил 7 дугаар сарын нэгдүгээр 10 хоногт 38 мм байв. Харин 2010 онд хөрсний чийгийн (TDR) багаж ажилаагүйгээс хоног, 10 хоногийн нийлбэр ууршлыг бодох боломж байсангүй. Тиймээс сарын өрөмний чийгийг ашиглан бодход ууршил өмнөх онуудаас хамгийн их байв. Харин 2011 онд ууршил өмнөх оноос 25 мм бага байсан бол 2012 онд өмнөх жилүүдээс хамгийн их тунадастай байсан нь мөн хамгийн их ууршил ажиглагдсан жил байсан бол 2013 онд тунадас болон дулаан улиралын температур бага байснаас ууршил бага 2014 онд нийлбэр ууршлын хэмжээ 187 мм, 2015 онд нийлбэр ууршлын хэмжээ 192 мм байсан нь олон жилийн дундажаас тус тус бага байв (1.61 дүгээр хүснэгт).



1.162 дугаар зураг. Баян голын сав газрын 10 хоногийн усны балансын дундаас хазайх хазайлт, мм

Усны балансын өнгөрсөн 10 жилийн /2002-2015/ мэдээгээр усны ууршлын дундаас хазайх хазайцыг харьцуулж үзвэл /1.162 дугаар зураг/ V, VI, VIII, X

саруудад дунджаас бага ууршидаг бол VII, VIII саруудад дунджаас их ууршиж, IX сард дунджийн орчим ууршиж байна.

1.61 дүгээр хүснэгт. Баян голын сав газрын 10 хоногийн усны тэнцэл, мм

Date	2002,E	2003,E	2004,E	2005,E	2006,E	2007,E	2008,E	2009,E	2010,E	2011,E	2012,E	2013,E	2014, E	2015, E
20-May			0.07											-0.1
31-May			21.5			5.2								8.4
10-Jun			15.2	20.5		14.3	21			38.2	18.3		1.4	0.8
20-Jun			26.6	23.8		10.4					17.7		29.7	0.3
30-Jun			15.4	34.9			38.1	13.9			6.32	14	33.2	1.7
10-Jul			21.5	16.8	73.2	16.3		37.7			44.7	3.6	47.1	31.3
20-Jul			39.3	2.33	31.7	7.3		35.6	133	123	36.9	4.65	25.3	77.6
31-Jul		52.1	31.4	10.7	59.1	22.4		17.8			110	1.72	24.1	2.6
10-Aug		0.26	9.51	5.82	24.4	26		4.96			49.4	69	18.5	14.6
20-Aug	2.54	37.7	18.8	28.2		21.7		33.8	117		23.3	44.3	1.5	22.9
31-Aug	4.71	27.7	12.8	31.3		18.3	95.2	21.6		95.4	0	25	7.2	-1.4
10-Sep		35.6	6.52	18.4		4.47		20.4			10.2			18.3
20-Sep		32.5	7.39	14.3		1.83	13.6				0			2.2
30-Sep	9.37	11.9				18.8			35.8		6.01			9.0
10-Oct	0.01	6								23.9				

Баян гол, Хөшөөтийн горхины сав газрын усны тэнцлийг харьцуулан үзвэл зэрэгцээ ажиглалт хийсэн хугацаанд Хустай нурууны ард ахиу тунадастай, Хустай нурууны өвөрт орсон хур тунадасны 1 орчим хувь, Хустай нурууны ард 25 хувь нь гадаргын урсац болж байна.

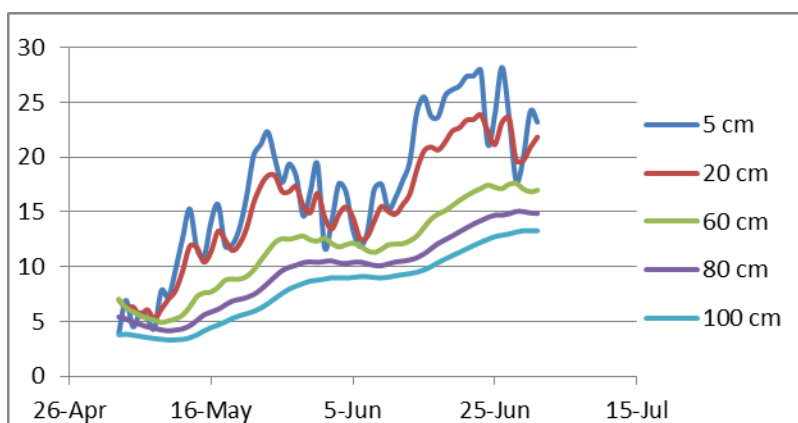
1.62 дугаар хүснэгт. Ууршилар алдсан тунадасны хувь

	Тунадас, мм	Ууршил, мм	Ууршлаар алдсан хувь
2006	205.8	188.4	91.54
2007	168.0	167.1	99.43
2008	207.1	167.9	81.10
2009	221.0	185.8	84.10
2010	300.0	287.0	95.67
2011	313	285.0	91.05
2012	334.8	322.0	96.18
2013	189.0	162.3	85.9
2014	202.0	187.0	92.57
2015	204.98	192.1	93.70

Баян голын савд 2005 оны 6-9 дүгээр сард 197.1 мм хур тунадас унаж, үүний дөнгөж 0.05 хувь нь гадаргын урсац үүсгэж байсан бол 2012 онд 2-20 мм/цаг бүхий янз бүрийн эрчимшилтэй тунадаснаас 0.1-ээс 04 хүртэл хувь нь урсац үүсгэсэн байна.

Хөрсний температурыг 2008 онд 5, 50, 100 см, 2009 онд 5, 50, 80, 100 см, 2012 онд 5, 20, 40, 60, 100 см-ийн гүнүүдэд автомат багажаар тус тус хэмжиж мэдээнд боловсруулалт хийж үзвэл хөрсний 5 см ба 50 см-ийн гүнүүдэд агаарын температур тодорхой хугацааны дараагаа нөлөөлж байгаа нь тогтоогдов. Тухайлбал хөрсний 5 см-ийн гүнээс 50 см-ийн гүнд дулаан шилжих процесс хаврын хөрс халж байх үед дунджаар 6 цаг байгаа бол зуны улиралд 4 цаг, намар хөрс хөрөх үед 8 цаг болж байна. Хөрсний 100 см-ийн гүнд энэ нөлөө төдийлөн илрэхгүй байна. Хөрсний гадаргын хамгийн их температур 50⁰С ба түүнээс их үед 5см-ээс 50 см-т дулаан шилжих хурд дунджаар 7.5 см/цаг байгаа бол хөрсний гадаргын хамгийн их температур 30- 50⁰С-н үед энэ хурд 3.7 см/цаг болж буурч байна. Ажиглалтын 2009 онд хөрсний гадаргын мэдрүүр 8 дугаар сараас эхэлж ажилласан тул гадаргын хамгийн их температур 50 С ба түүнээс их үед температур шилжилтийн хурдыг тооцох боломжгүй байв. Харин гадаргын

хамгийн их температур 30- 50°C-н үедэх хурдыг тооцвол 5-50 см шилжих хурд 5.31 см/цаг болж 2008 оноос 1.6 см/цаг хурдасч, 50-80 см шилжих хурд 3.5 см/цаг байна. 2010 онд 5-50 см шилжих хурд 6.5 см/цаг хурдасч, 50-80 см-т дулаан шилжих хурд 3.75 болж буурсан байна. Харин 2012, 2013 онд нийт 5 гүний хэмжилтийн мэдээгээр тодорхойлоход хурд 15 см/цаг болж 2010 оноос 11 см/цаг-аар хурдассан бол 2014 онд 5.68 см/цаг, 2015 онд 3.11 см/цаг болж тус тус буурав. Энэ нь агаарын температурын хамгийн их утга сүүлийн жилүүдэд бага байгаатай холбоотой. Халалтын эрчим их байх тутам хөрсний нэвчих хурд нэмэгдэнэ.



1.163 дугаар зураг. Хөрсний температурын явц

Хөрсний 50 см-ийн гүн дэх температур хөрсний гадаргын температураас дунджаар 18°C-аар бага ба хавар хөрс халах үед 17 орчим градус байдаг бол зуны улиралд 35 градус болж байгаа бол 5 см-ийн гүний температур дунджаар хугацааны эхэнд 10 градус, зундаа 25 орчим градус болж байна. Үүнээс үзвэл хөрсний тодорхой гүн дэх температурыг прогнолох улмаар ургамалжилтын нөхцөлийг урьдчилан тодорхойлох арга замыг бүрдүүлэх боломжтой гэдэг нь харагдаж байна.

Усны химийн найрлага ба чанар: Ус судлалын Баянгол-Хустай харуулын үндсэн чиглэл орчмоос усны химийн найрлага, чанарыг тогтоох зорилгоор хэд хэдэн сорьцыг авч эхний шатанд 2004 оны 09 дүгээр сарын 21-нд авсан сорьцод дүн шинжилгээг хийв.

1.63 дугаар хүснэгт. Усны химийн шинжилгээний дүн

Анион	1 дм ³ -д байгаа			Катион	1 дм ³ -д байгаа		
	мг	мг-экв	Мг-экв %		мг	мг-экв	мг-экв %
Cl ⁻	5.3	0.15	4.20	Na ⁺ +K ⁺	49.7	2.16	60.50
SO ₄ ⁻	25.0	0.52	14.56	Ca ⁺⁺	22.0	1.10	30.81
NO ₂ ⁻	0.0	0.00	0.00	Mg ⁺⁺	3.6	0.30	8.40
NO ₃ ⁻	0.0	0.00	0.00	NH ₄ ⁺	0.2	0.01	0.28
CO ₃ ⁻	3.0	0.10	2.80	Fe ⁺⁺	0.0	0.00	0.00
HCO ₃ ⁻	170.8	2.80	78.43	Fe ⁺⁺⁺	0.0	0.00	0.00
Дүн	204.1	3.57	100	Дүн	75.5	3.57	100.0

HCO₃⁻ ийн хагасыг хассан анион катионуудын нийлбэр: 194.2 мг/дм³

Анион катионуудын нийлбэр: 279.6 мг/дм³

Хуурай үлдэгдэл :206.0 мг/дм³

Ерөнхий хатуулаг : 1.40 мг-экв/ дм³

рН 7.86
 Исэлдэх чанар : 4.0 мг/дм³
 Физик чанар :
 Тунгалаг : > 30 см
 Өнгө : үгүй
 Үнэр : 0 балл
 Амт : - балл
 Тунадас: үгүй

$$\text{Усны найрлагын томьёо : } \frac{\text{HCO}_3^- \cdot 73 \text{ SO}_4^{2-} \cdot 4}{\text{M}_{0.2} \text{ Ca}^{2+} 60 \text{ Na}^+ + \text{K}^+ 32 \text{ Mg}^{2+} 8} \quad (1.95)$$

Шинжилгээний дүнгээс үзэхэд Баян голын усны химийн найрлагад катионоос кальцийн ион (Ca²⁺), анионоос гидрокарбонатын ион (HCO₃⁻) зонхилж катионы харьцаа Ca²⁺>Na⁺+K⁺>Mg²⁺, анионы харьцаа HCO₃⁻>SO₄²⁻>Cl⁻ байна. Энэ нь гол мөрний цэнгэг усны химийн найрлага ба түүн дэх ионы харьцаатай төсөөтэй авч, намрын гачиг үеийн урсацын үед эрдэсжил харьцангуй ихсэж катионы харьцаа өөрчлөгдсөнийг харуулж байна. Шинжилгээний дүнгээс үзэхэд Баян голын усны эрдэсжил нь 273.5 мг-л/дм³ байгаа нь нэн цэнгэг устай, рН- 7.86 буюу шүлтлэг орчинтой, ерөнхий хатуулаг 1.40 мг-экв/дм³ буюу зөөлөн устай байгаа бөгөөд химийн бусад элементүүдийг 1.63 дугаар хүснэгтэд үзүүлэв.

Энэ ус бол химийн найрлагаараа гидрокарбонатын ангийн, натрийн бүлгийн, 1 дүгээр төрлийн, ус чанарын хувьд нэн цэнгэг, зөөлөн байна. Тухайн усыг гадаргын усны цэврийн зэргийн ангиллын нормтой харьцуулахад "бохирдолт багатай" гэсэн ангид багтаж байна.

Усны амьтан, ургамал: 1990, 1993 онд Америкийн Дэвид Р. Ленатын боловсруулсан усны шавьжийн биотик индексийг ашиглан усны чанар байдлыг үнэлэх арга манайд хамгийн тохиромжтой байдаг. Энэ аргачлалаар усны амьтдын төрлийн түвшин дэх биотик индекс буюу амьтдын тодорхой чанар найрлага бүхий усанд амьдрах чадварыг нарийвчлан гаргадаг. Энд усны бохирдлыг хамгийн мэдрэмтгий өдөрч, хаварч, манцуйтан шавьжийг голлон үнэлгээ өгөхөд ашигласан болно.

Ленатын аргаар усан орчны экологийн төлөв байдалд үнэлгээ өгөхдөө тухайн гол мөрөн, нуурт илэрсэн амьтдыг төрөл, зүйл хүртэл тодорхойлж улмаар илэрсэн амьтдын биотик индексийн нийлбэрийг гаргаад нийт амьтдын тоонд хувааж дунджийг олно. Биотик индексийн дундаж утга өндөр байх тутам тухайн усан орчин төдийчинээ бохирдсон гэж үздэг. Биотик индексийн дундаж утга нь уулархаг нутагт 4.18-аас бага бол маш цэвэр, 4.17-5.09 бол цэвэр, 5.10-5.91 бол бага бохирдсон, 5.92-7.05 бол бохир, 7.05-аас их бол маш бохир ангилалд орно. Тал хээрийн бүсэд 5.24-өөс бага бол маш цэвэр, 5.25-5.95 бол цэвэр, 5.96-6.67 бол бага бохирдсон, 6.68-7.7 бол бохир, 7.71-ээс их бол маш бохир гэсэн ангилалд хамаарна.

Маш цэвэр усанд Хаварч /Plecoptera/, Өдөрч /Ephemeroptera/, Хоовгон /Trichoptera/ шавьжийн багийн амьтад ихэвчлэн тархан амьдарна. Нэг сорьцонд эдгээр амьтад зэрэг тохиолдвол тухайн усан орчны усыг маш цэвэр гэж үзнэ. Усны чанар өөрчлөгдөх бохирдоход түүнд амьдарч байсан усны хөвөгч болон ёроолын амьтдын зүйлийн бүрдэл, ургамлын бүлгэмдэлд өөрчлөлт гарна.

Судалгааны явцад тухайн бүс нутгийн гол горхи, булаг шандны усны чанарын өөрчлөлт бохирдолд үнэлэлт өгөх үүднээс 2002-2009 онд ус судлалын Баян гол-Хустай харуулын үндсэн чиглэлийн орчмоос 4-9 дүгээр саруудад нийт 48 усны биологийн сорьц авч лабораторийн аргаар боловсруулалт хийв. Сорьцод хийсэн шинжилгээнээс үзвэл маш цэвэр, цэвэр усанд амьдардаг амьтад зонхилсон байна. Түүнчлэн бохирдлын элемент болох амьтад илрээгүй байна. Биотик индексийн дундаж утга, гидробиологийн үнэлгээгээр тухайн голын ус бохирдоогүй цэвэр гэсэн үнэлгээтэй байна.

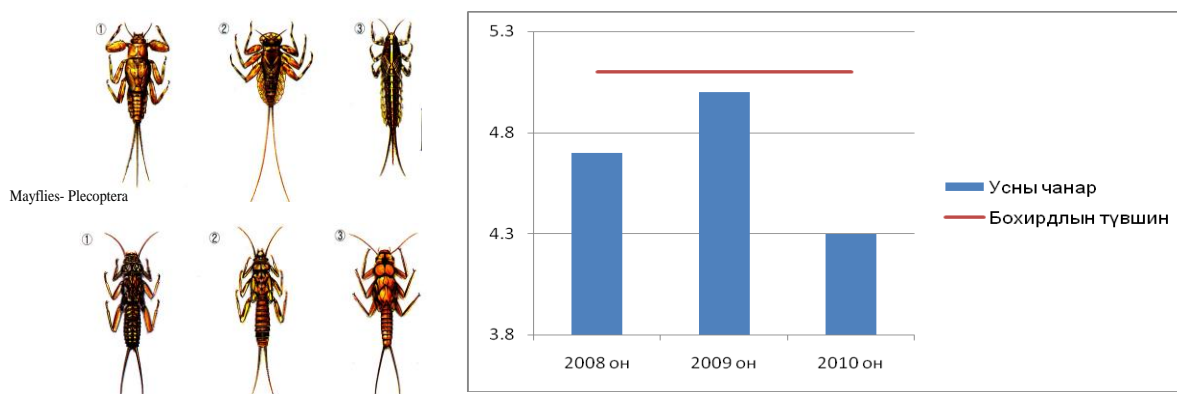
2002-2015 оны шинжилгээний ажлын үр дүн

Усны ёроолын буюу бентос сээр нуруугүй амьтдаас:

- Ephemeroptera /Өдөрч/** - Baetidae - *Baetis sp.*, *Cloeon sp.*,
Heptageniidae - *Heptagenia flava*, *Heptagenia sulfurea*, *Heptagenia sp.*, *Ecdyonurus sp.*,
Epeorus sp.,
Ephemerellidae - *Ephemerella sp.*,
- Plecoptera /Хаварч/** - Perlodidae - *Arcynopteryx sp.*, *Skwala sp.*, *Perlodes sp.*, *Megarcys sp.*,
Perlidae - *Agnatina sp.*, *Chloroperla sp.*, *Perla sp.*,
Chloroperlidae - *Alloperla deminuta*,
Nemouridae - *Amphinemura borealis*, *Amphinemura standfusseii*, *Nemoura arctica*,
Nemoura sp.,
- Trichoptera /Хоовгон/** - Brachycentridae - *Brachycentrus sp.*,
Goeridae - *Goera sp.*,
Limnephilidae - *Apatania sp.*, *Dicosmoecus sp.*, *Limnephilus sp.*,
Molannidae - *Molanna albicans*,
Phryganeidae - *Phryganea bipunctata*, *Phryganea sp.*,
- Diptera /Хос далавчтан/** - Simuliidae - *Simulium sp.*,
Chironomidae - *Chironomus sp.*, *Stenochironomus sp.*, *Cricotopus sp.*,
Endochironomus sp., *Stictochironomus sp.*,
- Mollusca /Зөөлөн биетэн/** - Lymnaeidae - *Radix peregra*, *Limnea stagnalis*,
Усны замаг буюу фитопланктоноос:
- Bacillariophyta /Цахиурт замаг/** - Eunotiaceae - *Eunotia sp.*,
Melosiraceae - *Melosira sp.*,
Fragilariaceae - *Fragilaria sp.*, *Diatoma sp.*, *Meridion circulare*, *Synedra acus*, *Synedra sp.*,
Tabellariaceae - *Tabellaria sp.*,
Cymbellaceae - *Cymbella affinis*, *Cymbella affinis*, *Cymbella sp.*, *Gomphonema sp.*,
Didymosphenia geminata,
Cocconeidaceae - *Cocconeis placentula*, *Cocconeis sp.*,
Pinnulariaceae - *Pinnularia sp.*,
Naviculaceae - *Navicula sp.*,
Catenulaceae - *Amphora ovalis*, *Amphora sp.*,
Bacillariaceae - *Hantzschia sp.*, *Nitzschia sp.*,
Rhopalodiaceae - *Ephitemia sp.*,
Surirellaceae - *Surirella ovata*, *Surirella sp.*,
- Chlorophyta /Ногоон замаг/** - Scenedesmaceae - *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus sp.*,
Cladophoraceae - *Cladophora sp.*,
Zygnemataceae - *Mougeotia sp.*, *Spirogyra weberi*,
Closteriaceae - *Closterium sp.*,
Desmidiaceae - *Cosmarium sp.*, *Desmidium sp.*,
- Cyanophyta /Хөх ногоон замаг/** - Microcystaceae - *Merismopedia sp.*,
Oscillatoriaceae - *Oscillatoria sp.* зэрэг усны ёроолын болон хөвөгч ургамал, амьтан илэрлээ.

Судалгааны явцад Баян голоос 4 анги, 9 баг, 20 овог, 41 төрөлд хамаарагдах нийт 47 зүйлийн усны ёроолын сээр нуруугүй амьтан илэрснээс, 3 овог, 6 төрөл, 8 зүйлийн өдөрч, 4 овог, 10 төрөл, 12 зүйлийн хаварч, 6 овог, 9 төрөл, 10 зүйлийн хоовгон, 2 овог, 10 төрлийн хос далавчтан, 1 овог, 1 төрлийн Цох, 1 овог, 1 төрлийн хагас хатуу далавчтан, 1 овог, 2 төрөл, 3 зүйлийн зөөлөн биетэн тус тус илрэв.

Сорьцод хийсэн шинжилгээний дүнгээс үзвэл дээрх илэрсэн амьтан, ургамал нь маш цэвэр, цэвэр гэсэн үзүүлэлттэй усанд амьдардаг организмууд бөгөөд ялангуяа тухайн голоос Өдөрч /Ephemeroptera/, Хаварч /Plecoptera/, Хоовгон /Trichoptera/ багийн шавьжууд илэрсэн байна. Учир нь эдгээр 3 багийн шавьж нэг сорьцонд зэрэг тохиолдвол тухайн усан орчны усыг маш цэвэр гэж үздэг байна. Иймд дээрх голын усны чанар маш цэвэр, бохирдолгүй гэсэн үзүүлэлттэй байна.



1.164 дүгээр зураг. Хустайн голын усанд тархсан замаг, ёроолын амьтад

1.4.2 Хэрлэн голын эхний сав газрын усны баланс

Өндөр уул, ойт хээрийн бүсийг төлөөлүүлэн Хэрлэн голын эх, Хонгонд 2014-2015 онд хур тунадас, усны түвшний автомат багаж суурилуулах, хяналтын өнгөрөлт хэмжих, ус судлалын харуулын горимын мэдээг бүрдүүлж, боловсруулах ажлыг гүйцэтгэв.

Хэрлэн-Хонгон харуулын ажиглалтын богино хугацааны мэдээг Хэрлэн-Мөнгөнморьт харуулын мэдээгээр уртасгасан болно.

Хэрлэн-Хонгоны голын сав газарт 2014-2015 онд Хонгоны дээд Овоо, доод Овоо, Бугын хашаа гэсэн 3 цэгт хур тунадасны автомат DAVIS-II хур хэмжүүрийг байрлуулан хур бороог орон зай, цаг хугацааны өндөр нягтралтай хэмжсэн болно.

Автомат хур хэмжүүрг байрлуулахдаа хур тунадасны градиентыг тооцох боломжийг харгалзан 3 өөр өндөрт байрлуулсан болно.

1.64 дүгээр хүснэгт. Хэрлэн-Хонгонд суурилуулсан хур тунадасны автомат багажийн байршил, 2014-2015

№	Цэгийн нэр	Өргөрөг	Уртраг
1	Дээд Овоо	108°46'07,1"	48° 26' 34,5"
2	Доод Овоо	108°46' 18,0"	48° 26' 32,6"
3	Бугын хашаа	108°47' 41,97"	48° 25' 55,32"



1.165 дугаар зураг. Хэрлэн-Хонгоны савд зарим автоматж багаж суурилуулсан байршил, 2014-2015 он

Хэрлэн-Хонгоны савд автомат багажаар хэмжсэн хур тунадсыг 08, 20 цаг, хоног, сар, жилийн нийлбэрээр боловсруулан, хур тунадас, урсац (түвшин)-ыг тооцов.

Хэрлэн-Хонгоны савд 2014, 2015 оны дулаан улиралд (IV-X сарын) 220-340 мм хур тунадас унасан ба энэхүү хур тунадасны нийлбэр хэмжээ өндрөөс нэмэгдэх зүй тогтол ажиглагдаагүй болно. 2015 оны хоногийн их хур тунадас 7 дугаар сарын 12-нд Бугын хашаа хэмээх цэгт ажиглагдаж 31.2 мм хүрсэн байна.

1.65 дугаар хүснэгт. Хэрлэн-Хонгоны сав газар дахь сарын нийлбэр хур тунадас, 2014

Цэг, өртөө	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	H, m
УЦУ-ын Мөнгөнморьт өртөө	9.2	40.3	69.3	159.6	32.0	29.1	3.0	342.5	1390
Овоо-Дээд	9.2	40.3	47.8	79.4	31.6	10.4	2.2	220.9	1700
Овоо-Доод	9.2	40.3	38.2	96.8	43.6	16.0	3.6	247.7	1597
Хонгон-Бугын хашаа	9.2	40.3	54.4	118.8	49.6	-	5.4	277.9	1460
Дундаж-2014	9.2	40.3	52.4	113.6	39.2	18.5	3.5	272.3	
Олон жилийн дундаж	7.7	20.7	56.6	88.7	67.8	23.7	8.7	273.9	

1.66 дугаар хүснэгт. Хэрлэн-Хонгон голын сав газрын сарын нийлбэр хур тунадас, 2015, мм

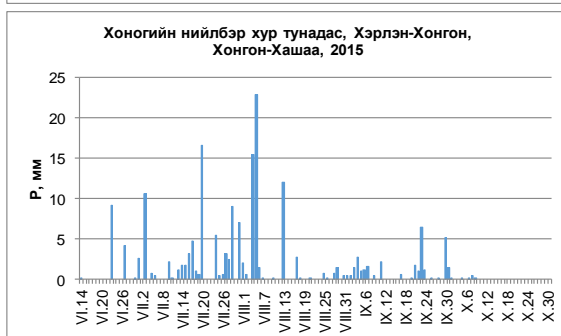
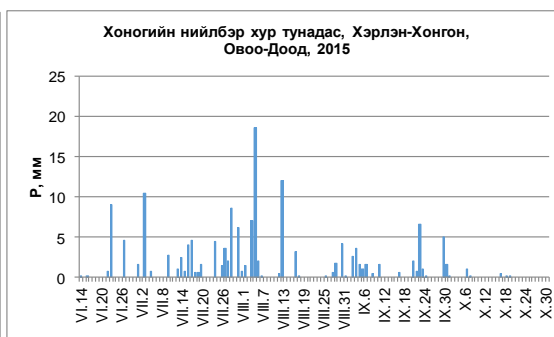
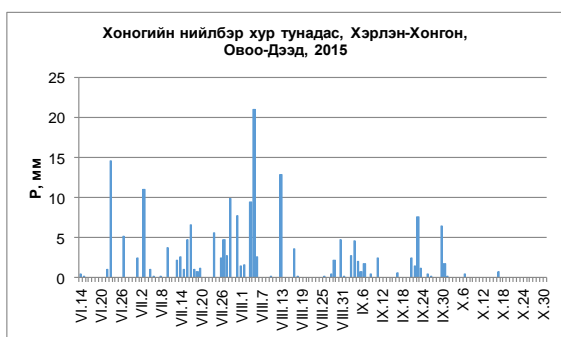
Өртөө, цэг, харуул	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X
УЦУ-ын Мөнгөнморьт өртөө	11.6	15.6	26.6	69.1	35.1	63.4	0.0	221.4
Овоо-Дээд	11.6	15.6	30.0	72.0	60.4	35.2	3.2	228.0
Овоо-Доод	11.6	15.6	23.4	57.4	52.6	28.8	3.8	193.2
Хонгон-Бугын хашаа	11.6	15.6	22.4	75.8	61.4	28.2	2.6	217.6
2015-Дундаж	11.6	15.6	25.6	68.6	52.4	38.9	2.4	215.1
Олон жилийн дундаж	7.7	20.7	56.6	88.7	67.8	23.7	8.7	273.9

Хур тунадас 2014 онын дулаан улиралд бүс нутгийн олон жилийн дунджийн орчим байв. 2015 оны дулаан улиралд 215 мм хур тунадастай, бүсийн дунджаас

15 орчим хувь бага, хоногийн их тунадас 8 дугаар сарын 5-нд ажиглагдаж 20-22 мм хүрсэн байна.



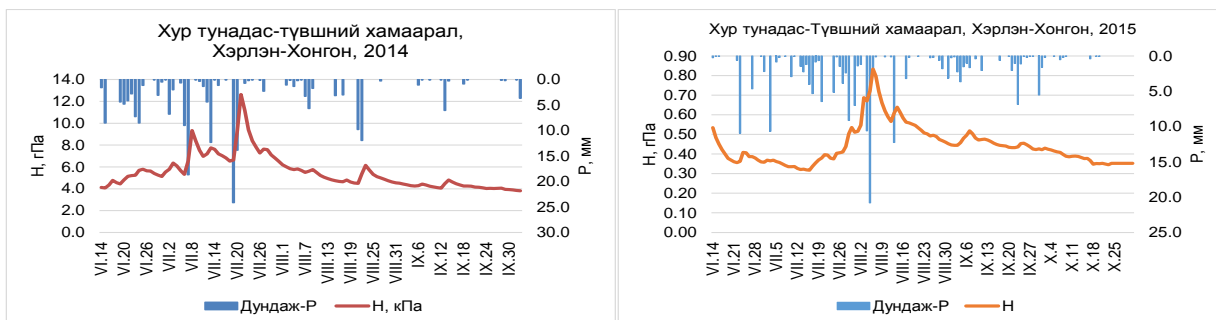
1.166 дугаар зураг. Хэрлэн-Хонгон голын сав дахь хоногийн нийлбэр хур тунадас, 2014



1.167 дугаар зураг. Хэрлэн-Хонгон голын сав дахь хоногийн нийлбэр хур тунадас, 2015

Голын усны горим, нөөц: 2014-2015 оны дулаан улиралд Хэрлэн-Хонгон түр харуул байгуулж ($F=1875.8 \text{ км}^2$, $108 \text{ } 47' \text{ } 47,0''$, $48 \text{ } 25' \text{ } 55,2''$) усны горим, нөөцийг усны түвшний автомат багажаар хэмжиж, усны өнгөрөлтийг зөвхөн хээрийн хэмжилт судалгааны үеэр хяналтын зориулалтаар хэмжсэн болно.

Хэрлэн голын эхэнд хамгийн их түвшин 2014 оны 7 дугаар сард, 2015 онд 8 дугаар сарын дундуур ажиглагдсан ба зуны улиралд хур борооны 1-2 удаагийн үер ажиглагдсан явцтай байв.



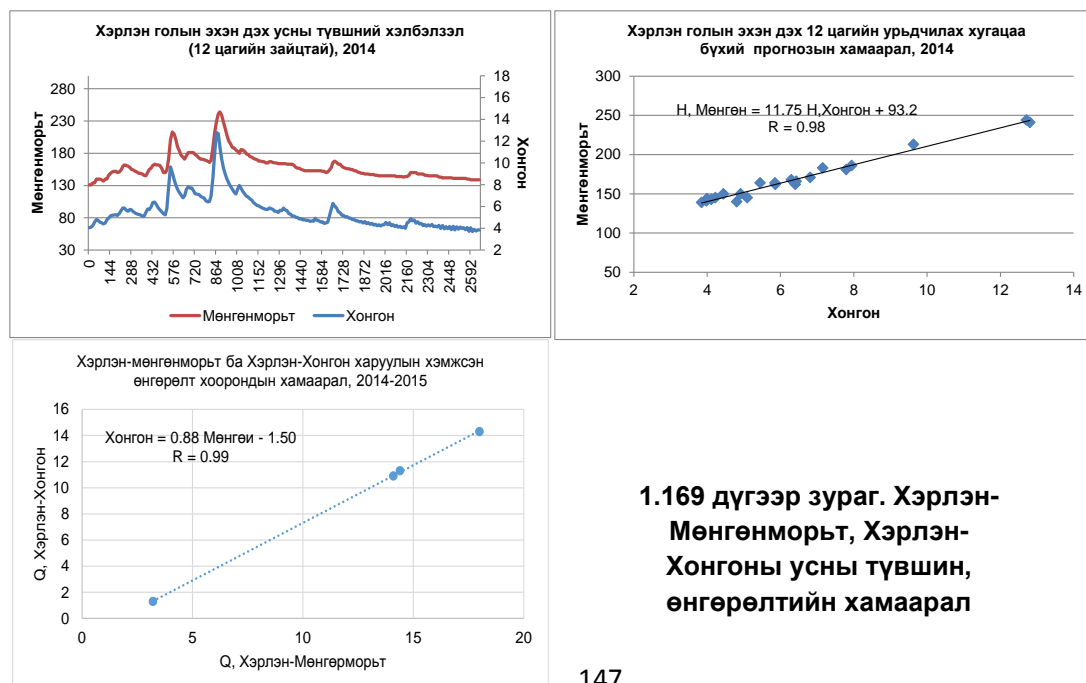
1.168 дугаар зураг. Хэрлэн-Хонгон голын дулааны улирлын гидрограф ба хоногийн хур тунадас, 2014-2015

Хэрлэн-Хонгон ба Хэрлэн-Мөнгөнморьт харуулын 2014 оны түвшний хамааралд үндэслэн ($R=0.98$) 2014, 2015 онд хоёр харуул дээр зэрэгцээ хэмжсэн хяналтын өнгөрөлтийг ашиглан ($R=0.99$), Хэрлэн-Мөнгөнморьтын ажиглалтийн мэдээгээр Хэрлэн-Хонгон харуулд хоног, сарын урсацыг тооцов.

1.67 дугаар хүснэгт. Хэрлэн-Хонгоны чиглэлд хэмжсэн хяналтын өнгөрөлтийн дүн, 2014-2015

Гол-харуул	Он, сар, өдөр	H-хэмжүүр	H-Мөнгөн	Q, м ³ /с	F, м ²	V, м/с
Хэрлэн-Хонгон	2014.VI.14			10.90		0.65
	2014.X.3			14.3		
Хэрлэн-Мөнгөнморьт	2014.VI.14		132	14,1		
	2014.X.3		139	18.0		
Хэрлэн-Хонгон	2015.VI.14	0.53		11.30	17.41	0.59
	2015.X.24	0.38		14.57	21.34	0.72
Хэрлэн-Мөнгөнморьт	2015.VI.14	0.53	136	1.31	9.24	0.14
	2015.X.24	0.38	115	3.21	11.30	0.28

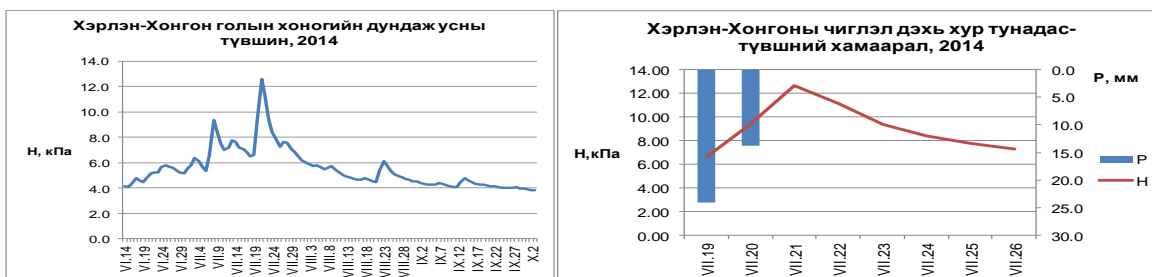
Голын урсацыг дээр дурдсан хамаарлууд дээр үндэслэн Хэрлэн-Мөнгөнморьт харуулын хоногийн өнгөрөлтөөр дулааны сард тооцон дор нэгтгэв.



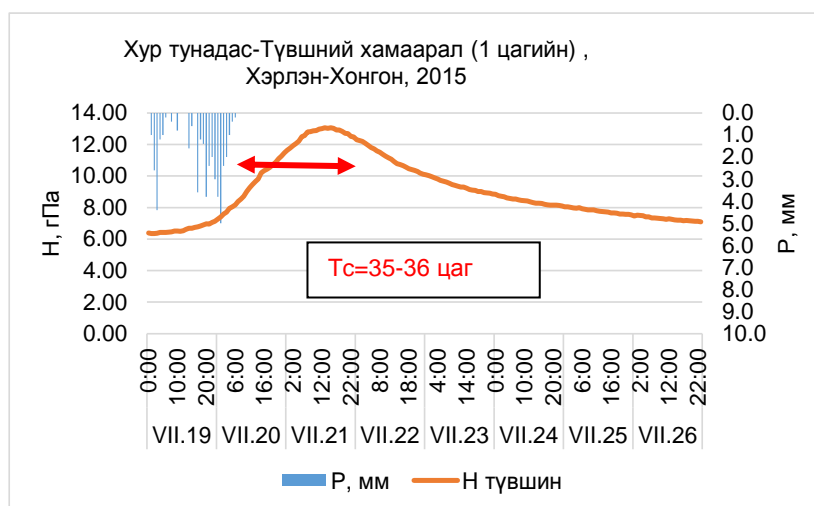
1.169 дүгээр зураг. Хэрлэн-Мөнгөнморьт, Хэрлэн-Хонгоны усны түвшин, өнгөрөлтийн хамаарал

1.68 дугаар хүснэгт. Хэрлэн-Хонгоны 2014 оны сарын дундаж урсац, м³/с

Гол-харуул	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Хэрлэн-Хонгон	3.7	23.8	17.5	42.6	26.2	17.5	10.9



1.170 дугаар зураг. Хэрлэн-Хонгоны сав дахь хоногийн хур тунадас, усны түвшний хамаарал, 2014



1.171 дүгээр зураг. Хэрлэн-Хонгоны сав дахь 1 цагийн зайц бүхий хур тунадас-усны түвшний хамаарал, 2014

Хур бороо, урсацын хамаарлын зүй тогтол, урсах хугацаа зэргийг Хэрлэн-Хонгон голын савд бодитой тооцон гаргахад цаашид горимын янз бүрийн үе хийгээд сав газрын гадаргын бүрхэвчийн янз бүрийн нөхцөлд гүйцэтгэсэн олон удаагийн буюу олон жилийн ажиглалт мэдээ шаардлагатай болно.

Хэрлэн-Хонгон савд нийлбэр ууршлыг эмпирик аргуудаар тооцоход шаардлагатай уур амьсгалын өгөгдөл дутагдалтай, харин Мөнгөнморьт өртөөний өгөгдлөөр Г.Даваагийн эмпирик тэгшитгэлээр сарын нийлбэр усан гадаргын ууршлын сарын нийлбэрийг тооцсон болно.

1.69 дүгээр хүснэгт. Хэрлэн-Хонгон голын сав газрын усан гадаргын ууршил (УЦУ-ын Мөнгөнморьт өртөөний өгөгдлөөр)

Он	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Дулааны улирлын нийлбэр, мм
2013	91.4	112.9	72.8	70.1	68.1	92.0	507.3
2014	40.1	63.5	83.8	22.4	37.9	31.1	278.9
2015	35.6	50.9	43.6	58.5	70.4	70.6	329.5
Дундаж	55.7	75.8	66.7	50.3	58.8	64.6	371.9

Сав газрын нийлбэр ууршлыг цаашид уур амьсгалын өгөгдлөөр янз бүрийн эмпирик тэгшитгэлээр тооцон шинжилгээ хийж, усны тэнцэл тооцох шаардлага бий. Энэхүү судалгааны хүрээнд нийлбэр ууршлыг усны балансын ерөнхий тэгшитгэлийн аргаар, сарын нийлбэр хэлбэрээр тооцсон болно (2014 оны өгөгдлөөр).

$$ET=P-Q, \text{ мм} \quad (1.96)$$

Хэрлэн-Хонгон голын усны балансын тооцоход хур тунадасны оролтыг сав газарт хур тунадас хэмжсэн цэгүүдийн дунджаар, голын урсацыг Хэрлэн-Мөнгөнморьт-Хонгоны хамаарлаар тооцож, улмаар сарын нийлбэр ууршлыг усны балансын ерөнхий тэгшитгэлээр тооцож 1.62 дугаар хүснэгтэд нэгтгэв.

Анхны үр дүнгээс үзэхэд Хэрлэн-Хонгоны савд урсацын итгэлцүүр 0.50-0.80 хүрч байгаа нь энд уур амьсгал сэрүүн, ургамал, хөрсний бүрхэвч хөндөгдөөгүй, голын сүлжээний нягтрал өндөр зэрэг гол, мөрний урсац бүрдэх нөхцөл сайн болохыг илтгэж байна.

1.70 дугаар хүснэгт. Хэрлэн-Хонгон голын сав газрын усны тэнцэл, 2014

Бүрэлдэхүүн	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
P, мм	9.2	40.3	52.4	113.6	39.2	18.5	3.5
Q, мм	5.2	34.0	25.0	60.8	37.3	24.9	15.5
ET, мм	4.0	6.3	27.4	52.8	1.9	-6.4	-12.0
R	0.57	0.84	0.48	0.54	0.95		

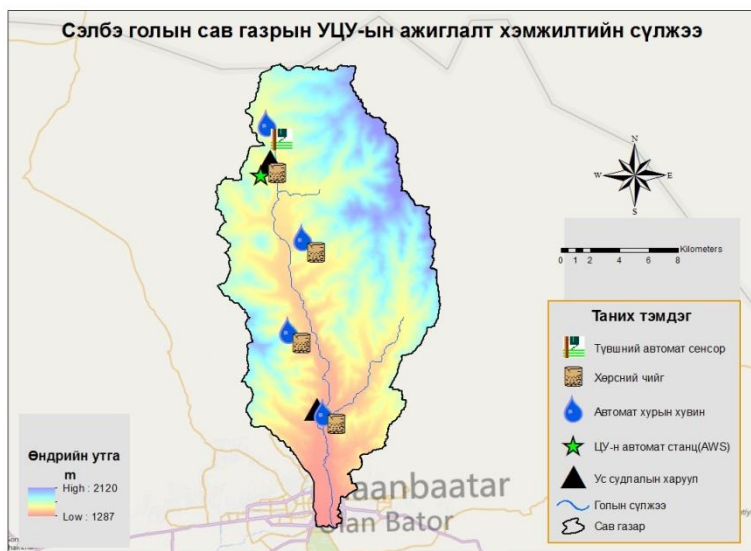
1.4.3 Сэлбэ голын сав газрын усны баланс

Монгол орны усны эргэцийн балансын судалгаа хэмээх дотоодын ШУТ-ын төслийн хүрээнд 1998 оноос эхэлсэн судалгааны ажлыг үргэлжлүүлэн хийв. Усны балансыг голын сав газрын хэмжээнд цогц судлах нь шинжлэх ухааны болон практикийн өндөр ач холбогдолтой байдаг.

Судалгааны ажлын үр дүнг урсац бүрдэх процессын зүй тогтлыг нарийвчлах, усны тэнцлийг тооцох, УННМ болон ХАА ба газар тариалан, нийгэм, эдийн засгийн бусад салбарт өргөн ашиглахын зэрэгцээ хүний үйл ажиллагааны нөлөөллийг үнэлж тогтооход үнэтэй материал болно.

Энэхүү судалгаанд юүлүүрийн зарчим бүхий автомат багажаар (DAVIS-II. USA) хэмжсэн дулааны улирлын хур тунадасны 2013-2015 оны тасралтгүй бичлэг, Сэлбэ-Багабаянд усны түвшин температурыг автомат багажаар дулаан улиралд тасралтгүй буюу 30 минутын зайцтай хэмжсэн үр дүн (2014-2015), Сэлбэ голын дагууд голын усны түвшин ба өнгөрөлтийг 12 цагийн зайцаар ус судлалын дээд харуул Сэлбэ-Санзай, доод харуул Сэлбэ-Дамбадаржаад хэмжсэн үр дүн, хөрсний чийгийн дээжийг сард нэг удаа авч, жингийн аргаар тодорхойлсон үр дүн зэргийг ашиглаж, хэрэглэсэн болно.

Уур амьсгалын мэдээг Санзайд ажиллаж буй УЦУ-ын автомат станцын мэдээгээр (2013-2015) болон УЦУ-ын Тахилт, Их сургууль өртөөний уур амьсгалын мэдээг ашиглав. Төслийн хугацаанд Сэлбэ голын савд хур тунадсыг 4 цэгт (Бага Баян, Баянбулаг, Яргайт ба Дамбадаржаа), хөрсний чийгийг уламжлалт жингийн аргаар сард нэг удаа голын сав газарт 3 цэгт (Бага Баян, Баянбулаг, Яргайт) тодорхойлов.



1.172 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав дахь усны тэнцлийн хэмжилт, судалгааны цэгүүдийн байршил (уур амьсгалын элемент, голын усны түвшин ба өнгөрөлт, хур тунадас, хөрсний чийгийн хэмжилтийн цэгүүд)

Сав газрын нийлбэр ууршлыг усны балансын ерөнхий тэгшитгэл, Такахаши, Бланей-Крайдл, Иванов, түүнчлэн Харгревис (Hargreaves, 1985), цацрагийн баланс дээр үндэслэгдсэн (Irmak, 2003) зэрэг эмпирик тэгшитгэлүүдээр тооцон харьцуулалт хийж, сав газрын усны тэнцлийг тооцов.

Иванов-Бланей-Кридлийн арга нь агаарын температур харьцангуй чийгшлийн мэдээг ашиглан ууршцыг тооцдог. Агаарын температур 2°C-аас их байх үед Бланей Кридлийн томъёогоор, харин агаарын температур 2°C-аас бага байх үед Ивановын томъёогоор тус тус тооцов.

Хур тунадасны автомат багажийн бичлэгийг хэмжээ, эрчимшил, орон зай цаг хугацааны хуваарилалтын хэлбэрээр боловсруулан, гадаргын урсац болон хөрсний чийгийн хэмжээтэй уялдуулан харьцуулалт, статистик дүн шинжилгээ хийж, сав газрын усны балансын орлогын хэсгийг бүрдүүлэв.

Сэлбэ голын урсацыг дээд харуул Сэлбэ-Санзай, доод харуул Сэлбэ-Дамбадаржаад хэмжин, усны түвшин, усны температур зэрэг горимын үндсэн элементүүдийг хэмжиж урсацын орон зай, цаг хугацааны хуваарилалтыг гаргаж, хур тунадас, хөрсний чийгтэй уялдуулан, эцэст нь үерийн долгионы шилжилтийн зарим загварын оролтын мэдээг бэлтгэв. Сэлбэ-Багабаянд хэмжсэн усны түвшний автомат мэдээг цагаар, 12 болон хоногоор боловсруулан, доод харуул болох Сэлбэ-Санзайтай уялдуулан шалгаж, усны түвшний цагийн мэдээг хур тунадасны цагийн мэдээтэй хамааруулан, урсах хугацааг тооцох, нарийвчлах зарим тооцоо, дүн шинжилгээг хийв.

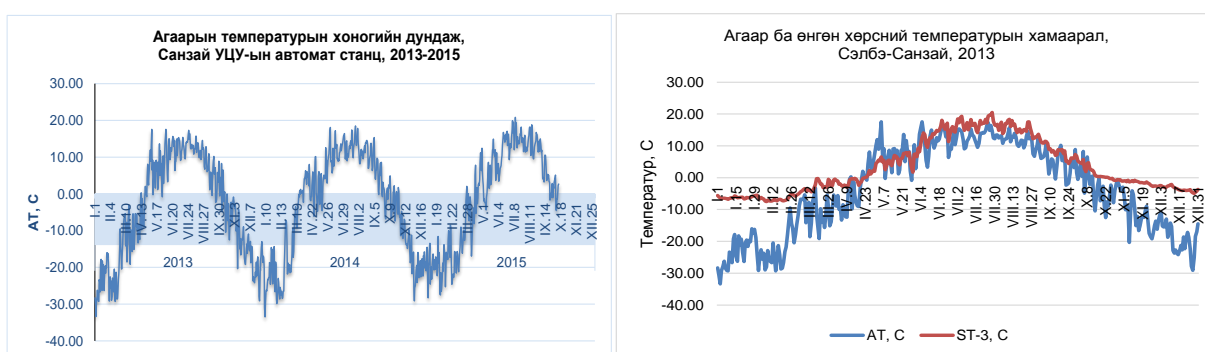
Сэлбэ голын сав газар гүйцэтгэсэн усны балансын судалгааны үр дүнг голын сав газрын уур амьсгал, хур тунадас, сав газрын нийлбэр ууршил, Сэлбэ голын усны горим, нөөц, хур тунадас, урсацын хамаарал, урсах хугацаа, сав газрын усны тэнцэл болон сав газрын хөрсний чийг гэсэн 6 бүрэлдэхүүн хэсгээр тооцон, боловсруулалт, тооцоо, дүн шинжилгээ гүйцэтгэж, энэхүү тайланг бичив.

Энэхүү төслийн судалгаанд Сэлбэ голын усны балансын судалгааны ажилд Ус судлалын секторын ЭШТА Д.Оюунбаатар, инженер Э.Батбаяр,

Б.Эрдэнэбаяр, Г.Оюунхүү, ХАА-н цаг уурын секторын инженер Ганхүү нар оролцож тайлан бичив.

Дулааны улирлын агаарын температурын явц, дунджаас үзэхэд 2013 оны жилийн дундаж -3.82°C байсан ба хоногийн дунджийн хамгийн их температур 26.1°C хүрсэн бол өвөл хоногийн дунджийн хамгийн бага температур -40.6°C байжээ.

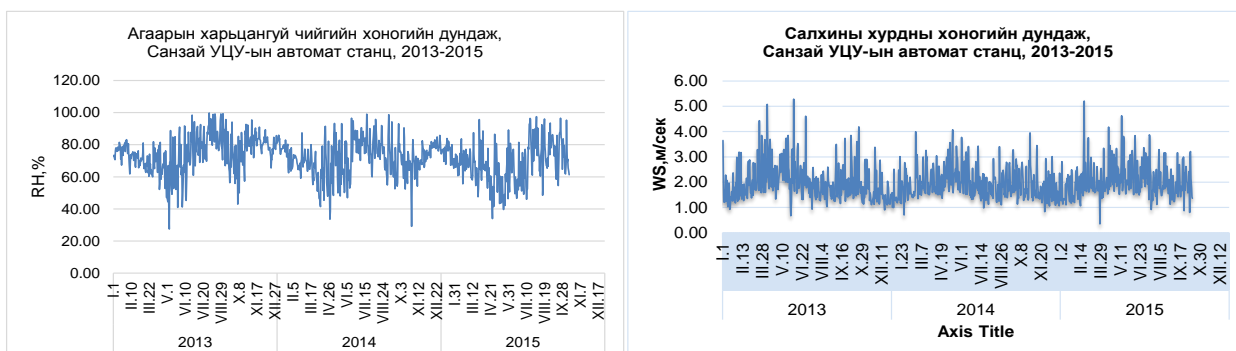
Агаарын чийг, салхи зэрэг нь агаарын температурын нэгэн адил голын сав газрын усны эргэц буюу усны балансын үндсэн элемент болох сав газрын ууршлыг тодорхойлогч бас нэг гол хүчин зүйлс болно. 2013 онд Сэлбэ голын савд агаарын чийгийн жилийн дундаж хэмжээ 74.5 хувь орчим, харьцангуй чийг байсан бол хуурайшилтай улиралд агаарын чийгийн хэмжээ 12.8 хувь хүрч хуурайшсан байна. Салхины дундаж хурд 1.9 м/с хоногийн дунджийн хамгийн их хэмжээ 8.4 м/с хүрсэн байна.



1.173 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав дахь агаарын температурын явц ба агаар болон хөрсний температурын хамаарал (Санзай. УЦУ-ын автомат станц)

Харин жилийн дундаж агаарын температур 2014 онд -3.35°C дунджаас дулаан байсан ба хамгийн их температур 30.2°C , хамгийн бага температур -39.9°C байжээ. Агаарын харьцангуй чийг 11-99 % хооронд хэлбэлзэж байна.

Сэлбэ голын савд агаарын чийгийн жилийн дундаж хэмжээ 70.0 хувь орчим, зундаа 90 гарсан явцтай 5 дугаар сарын хуурайшилтай үед 21.9 хувь хүртэл багассан байна.



1.174 дүгээр зураг. Сэлбэ голын сав газрын агаарын чийг ба салхины хурд, 2013-2015 (Санзай, УЦУ-ын автомат станц)



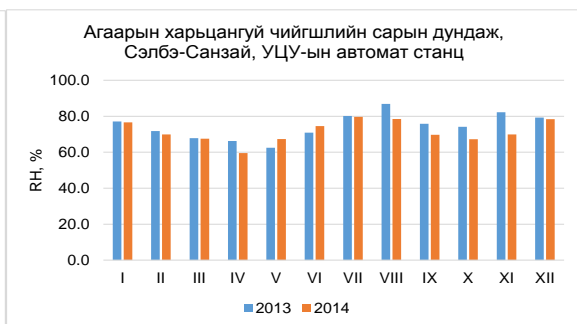
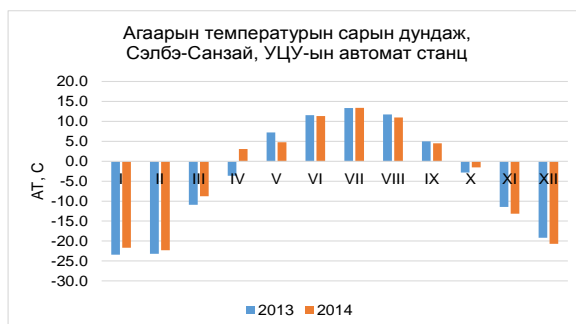
1.175 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав газрын агаарын температур ба харьцангуй чийгийн дулааны улирлын дундаж, 2013-2015, (Санзай, УЦУ-ын автомат станц)

Тухайлбал, жилийн дундаж температур 2015 онд -2.6 °С байж өмнөх 2 жилээс 0.5-1.0 градусаар дулаан байна. Түүнчлэн харьцангуй чийгийн дундаж өмнөх 2013-2014 онуудаас илүү хуурай байв.

1.71 дүгээр хүснэгт. Санзай дахь УЦУ-ын автомат станцын уур амьсгалын элементүүдийн дундаж, максимум болон минимум, 2013-2015

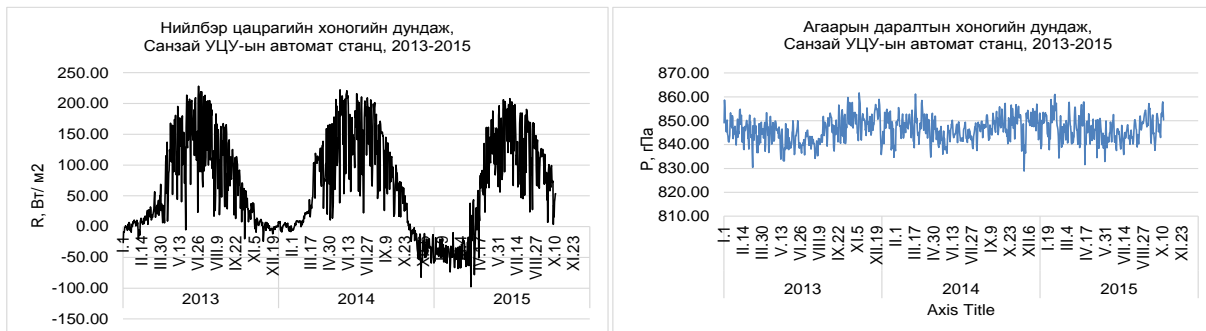
Он	Үзүүлэлт	WS, м/с	AT, C	RH, %	R, Вт /м ²	ST-3, C	ST-10, C	P, гПа
2013	Дундаж	1.99	-3.71	74.59	66.13	3.40	3.11	845.72
	Макс	8.40	26.09	100.00	857.46	28.86	21.57	863.53
	Мин	0.00	-40.63	12.81	-187.16	-7.73	-6.75	822.82
2014	Дундаж	1.94	-3.25	71.62	68.72	2.57	2.24	846.89
	Макс	6.77	30.18	100.00	882.91	23.45	15.51	862.44
	Мин	0.01	-39.95	11.35	-323.18	-8.02	-6.98	823.40
2015	Дундаж	2.07	-2.60	70.47	61.00	2.14	1.52	846.46
	Макс	7.93	31.14	100.00	775.22	13.79	10.45	862.07
	Мин	0.00	-35.16	8.41	-567.20	-8.96	-7.61	826.94

Уур амьсгалын үндсэн элементүүдийн их, бага буюу тухайн жилийн экстремаль утгуудыг түүвэрлэн дор хүснэгтэд нэгтгэв. Тухайлбал, өнгөрсөн 3 жилд Сэлбэ голын савд агаарын температур -40.6 градус хүрч хүйтэрсэн байх жишээтэй. Харин, зундаа 31.1°C хүрч халж байв.



1.176 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав дахь уур амьсгалын зарим элементийн сар дундаж, 2013-2015, (Санзай, УЦУ-ын автомат станц)

Нийлбэр цацраг Сэлбэ голын савд дулааны улирлын дундажаар 102-118 Вт/м² бол их утга нь 220-230 Вт/м² давдаг байна.



1.177 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав дахь нарны цацраг ба агаарын даралт, 2013-2015 (Санзай, УЦУ-ын автомат станц)

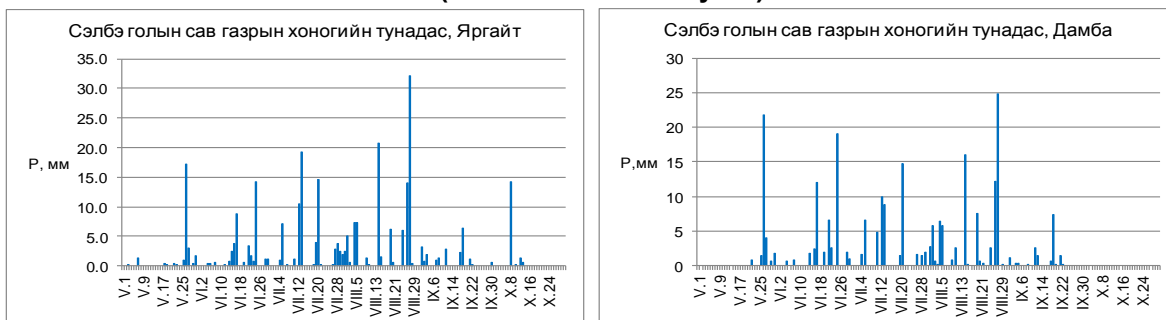
Сүүлийн 3 жилийн үр дүнгээс үзэхэд Сэлбэ голын савд агаарын температур дулаарч, агаарын чийг багасч, түүнчлэн хур тунадасны хэмжээ 2015 онд өмнөх хоёр жилээс буурсан зэргээс үзэхэд Сэлбэ голын сав газар улам хуурайшиж буй хандлага ажиглагдав.

Сэлбэ голын савд байрлуулсан автомат тунадас хэмжүүр болон УЦУ-ын сүлжээний Тахилт зэрэг зарим өртөөний ажиглалт, хэмжилтийн материалыг ашиглан хур тунадсыг доорх хэлбэрээр боловсруулж, дүн шинжилгээ хийв.

Сэлбэ голын савд 2013 оны 5 дугаар сар харьцангуй их хур тунадастай буюу мөн сарын олон жилийн дунджийг бараг 2-3 дахин давж байв. Энэ оны хоногийн хамгийн их тунадас 8 дугаар сарын 28-нд орж 24.8-42.4 мм хүрчээ. Энэ нь сав газрын эхэнд, Багабаянд 42.4 мм хүрсэн нь тухай сарын нийлбэр хур тунадасны 40 шахам хувийг эзэлж байна. Энэ бүхнээс үзэхэд эрчимшил ихтэй хур борооны тоо, давтагдал нэмэгдэж, тунадасны сарын болон жилийн хуваарилалт өөрчлөгдсөөр буйг илтгэж байна.



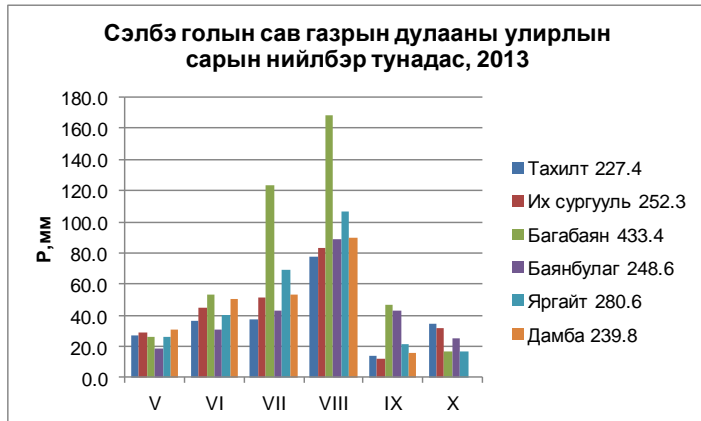
1.178 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав дахь хоногийн нийлбэр хур тунадас, 2013 (Багабаян ба Баянбулаг)



1.179 дүгээр зураг. Сэлбэ голын сав дахь хоногийн нийлбэр хур тунадас, 2013 (Яргайт ба Дамбадаржаа)

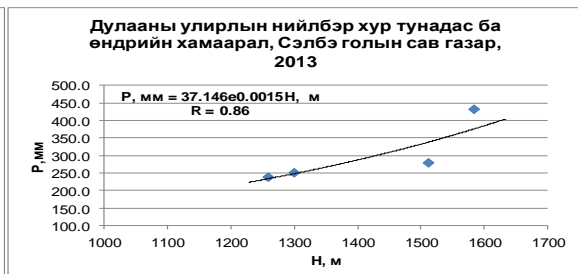
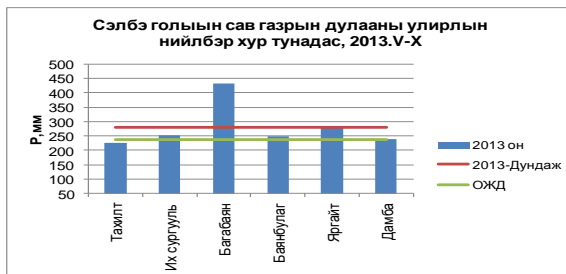
Хур тунадасны хэмжээг сарын нийлбэр утгаар авч үзвэл дулааны улирлын бүх сард олон жилийн дунджийг 10-70 хүртэлх хувиар давж, 10 дугаар сард бүр

2 дахин ахиу хур тунадас унав. 2013 оны дулаан улиралд сав газрын дунджаар 280 мм хур унасан нь олон жилийн дунджаас 20 гаруу хувиар ахиу хур тунадас унасан байна.

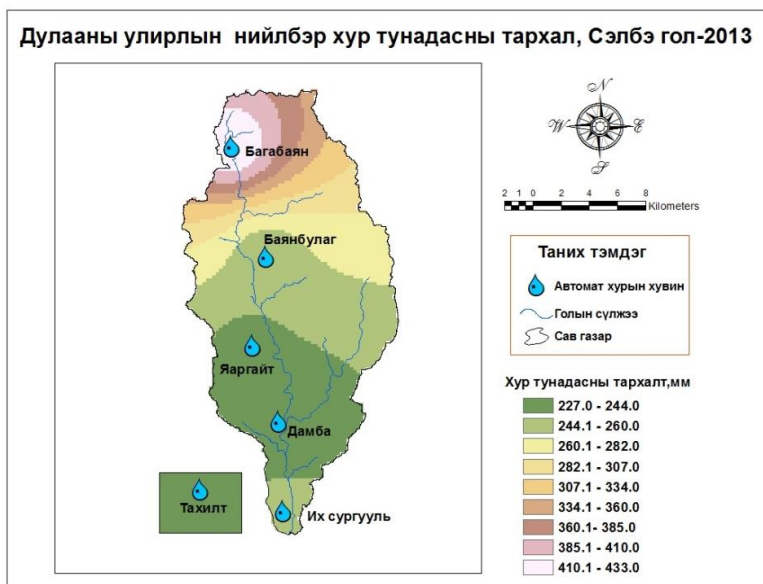


1.180 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав дахь сарын нийлбэр хур тунадас

Дулааны улирлын нийлбэр хэмжээгээр үзэхэд 2013 онд Сэлбэ голын савд 240-430 мм хур тунадас унаснаас сав эх буюу Багабаянд дулааны улирлын нийлбэр хэмжээ 433 мм хүрч олон жилийн дунджийг бараг 2 дахин давсан байв. Дулаан улирлын нийлбэр хэмжээгээр авч үзвэл хур тунадасны өндрийн хамаарал тодорхой хэмжээгээр ажиглагдсан гэж үзэж болно.

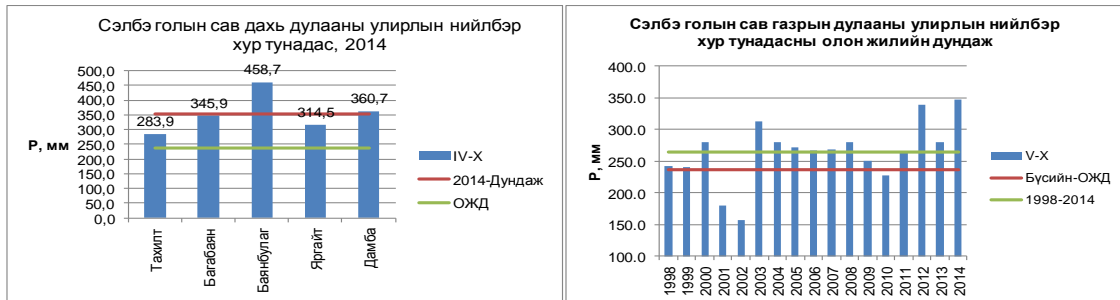


1.181 дүгээр зураг. Сэлбэ голын сав дахь дулаан улирлын сарын нийлбэр хур тунадас ба өндрийн хамаарал, 2013



1.182 дугаар зураг. Дулаан улирлын нийлбэр хур тунадасны орон зайн хуваарилалт, 2013

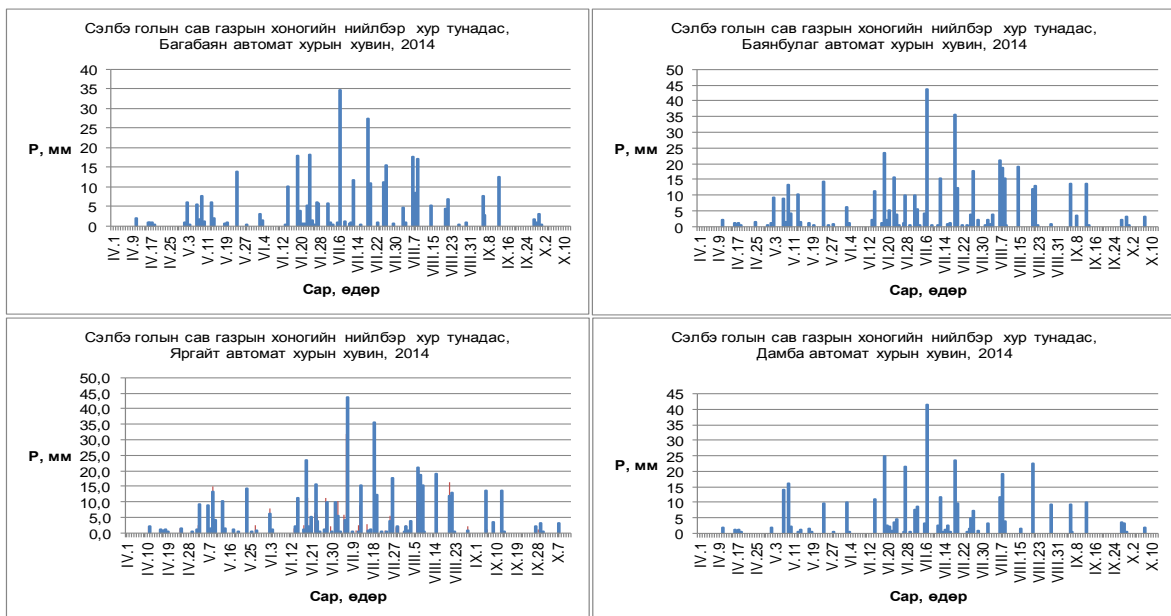
Сэлбэ голын савд 2014 онд сарын нийлбэр хур тунадас 5, 6, 7 дугаар сард олон жилийн дунджаас 2-3 дахин их, 8 ба 10 дугаар сард бага байна (1.72 дугаар хүснэгт). 2014 оны дулаан улиралд сав газрын дунджаар 325 мм хур тунадас унасан нь олон жилийн дунджаас 20-50 хувь ахиу, Баянбулагт бараг 2 дахин их хур тунадас унаснаар 2014 он Сэлбэ голын хувьд хур бороо элбэгтэй жил болжээ.



1.183 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав дахь дулаан улирлын нийлбэр хур тунадас, 2014

Сэлбэ голын савд хур тунадасны хэмжээ 2010 оноос хойш нэмэгдэх хандлага ажиглагдсан ба 2014 онд сүүлийн 20 шахам жилийн хамгийн их хур тунадас буюу 350 мм дулаан улиралд орсон байна.

Хоногийн хамгийн их 31.8-43.6 мм хур тунадас 2014 оны 7 дугаар сарын 7-нд унаж, сав газрын эхэнд Баянбулагт хамгийн их нь ажиглагдаж 43.6 мм хүрсэн нь тухай сарын нийлбэр хур тунадасны 30 шахам хувийг эзэлж байна. Энэ бүхнээс үзэхэд эрчимшил ихтэй хур борооны тоо, давтагдал нэмэгдэж, хур тунадасны сарын болон жилийн хуваарилалт өөрчлөгдсөөр буйг илтгэж байна.

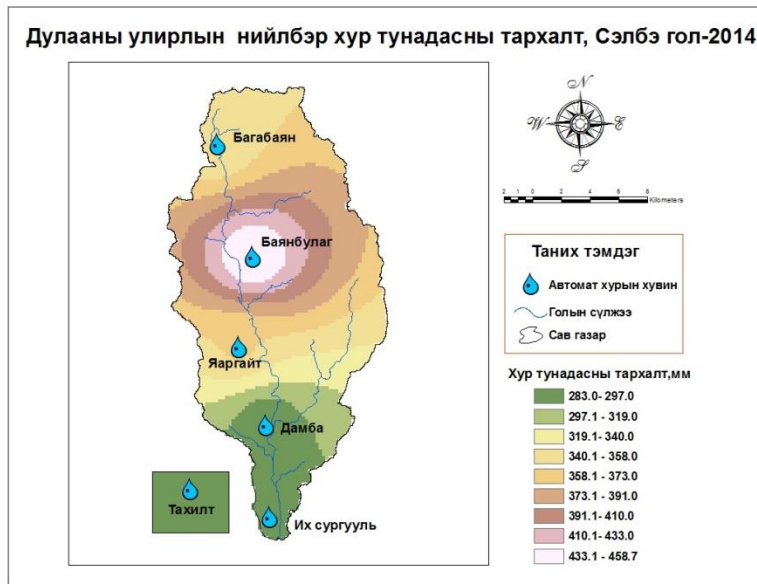


1.184 дүгээр зураг. Сэлбэ голын сав дахь хоногийн нийлбэр хур тунадас, 2014 (Багабаян, Баянбулаг, Яргайт ба Дамбадаржаа)

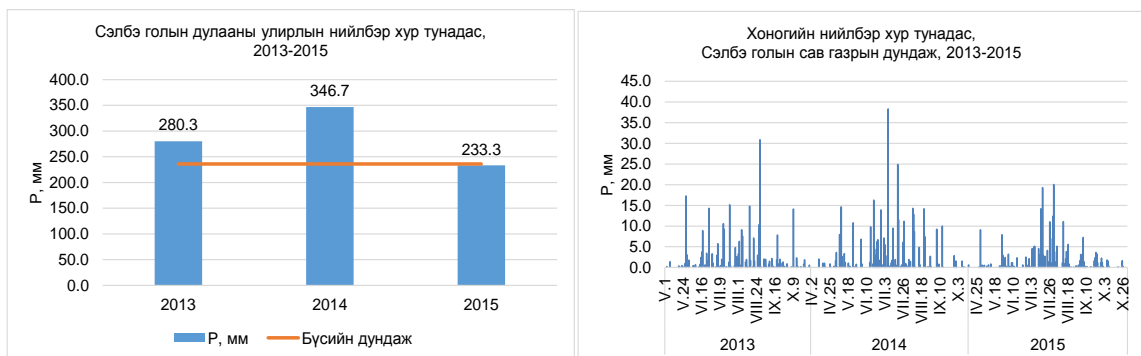
1.72 дугаар хүснэгт. Сарын нийлбэр тунадас, 2014 он

Д/д	Хэмжилтийн цэг	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Нийлбэр (IV-IX)
1	Багабаян	4.9	47.0	74.8	123.8	66.4	28.8	0.2	345.9
2	Баянбулаг	6.5	67.2	84.2	153.8	107.0	36.6	3.4	458.7
3	Яргайт	7.3	43.0	64.0	123.0	54.8	20.2	2.2	314.5
4	Дамбадаржаа	4.9	47.0	81.6	127.6	71.2	26.6	1.8	360.7
5	Дундаж-2014	6.0	49.1	73.4	125.5	70.7	26.4	1.8	352.7
6	Тахилт	6.4	41.2	62.3	99.2	54.0	19.6	1.2	283.9
7	Бүсийн дундаж		14.7	54.6	57.9	75.9	23.4	9.7	236.2

Сэлбэ голын савд 2015 онд өмнөх хоёр жилийнхээс 20-30 хувь бага хур тунадастай байв. 2015 онд Сэлбэ голын савд дулаан улирлын нийлбэр хур тунадас 233.3 мм байна.



1.185 дугаар зураг. Дулаан улирлын нийлбэр хур тунадасны тархац, 2014



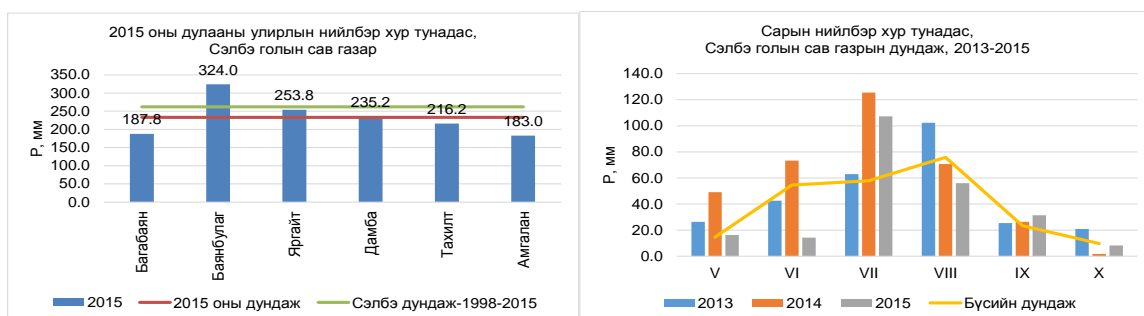
1.186 дугаар зураг. Дулаан улирлын болон хоногийн нийлбэр хур тунадас, Сэлбэ голын сав газрын дундаж, 2013-2015

Сэлбэ голын савд 2015 оны дулаан улирлын нийлбэр хур тунадас бүс нутгийн олон жилийн дунджаас 2-3 хувь, сав газрын олон жилийн дунджаас 15 хувиар тус тус бага байв. Ялангуяа 6 дугаар сард олон жилийн дунджаас 2-3 дахин бага, 8 дугаар сард харьцангуй бага хур тунадастай байв.

1.73 дугаар хүснэгт. Сарын нийлбэр хур тунадас, Сэлбэ голын сав газар, 2015 он

Өртөө, харуул, цэг	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X	V-X
Багабаян	3.6	23.4	10.4	77.8	58.0	18.0	0.2	191.4	187.8
Баянбулаг	0.0	11.6	14.4	141.8	81.2	66.0	9.0	324.0	324.0
Яргайт	17.8	21.0	15.6	133.0	48.4	32.4	3.4	271.6	253.8
Дамба	12.6	18.8	13.8	126.8	43.8	29.2	2.8	247.8	235.2
Тахилт	15.0	12.3	10.0	99.8	57.4	17.6	19.1	231.2	216.2
Амгалан	10.7	10.2	21.0	64.6	47.1	24.9	15.2	193.7	183.0
Сав газрын дундаж	10.0	16.2	14.2	107.3	56.0	31.4	8.3	243.3	233.3
Бүсийн дундаж		14.7	54.6	57.9	75.9	23.4	9.7	236.2	236.2
Сэлбэ гол сав-1998-2015		31.1	54.8	73.5	71.5	24.9	6.3	263.9	262.2

Сав газрын дунджаар 2015 онд Сэлбэ голын савд дулаан улиралд 233.3 мм хур тунадас унасан бөгөөд сүүлийн 20 жилд ямагт ахиу хур тунадастай байдаг сав газрын эхэнд буюу Багабаянд 2015 онд хамгийн бага хур тунадас (191 мм) унасан байна.



1.187 дугаар зураг. 2015 оны дулаан улирлын нийлбэр хур тунадас болон 2013-2015 оны сарын нийлбэр хур тунадасны дундаж

Төслийн хугацааны сарын нийлбэр тунадсыг олон жилийн дундажтай харьцуулбал 2013 он олон жилийн дунджийн орчим, 2014 оны ахиу, харин 2015 он бага тунадастай байсан ерөнхий дүр зураг харагдаж байна.

Сэлбэ голын савд хур тунадсыг автомат багажаар хугацааны өндөр нягтралтай хэмжих болсон сүүлийн 18 жилийн өгөгдөл мэдээгээр 12 цаг, хоногийн болон сарын хамгийн их утгуудыг түүвэрлэв.

1.74 дүгээр хүснэгт. Сэлбэ голын савд ажиглагдсан хамгийн их тунадас, 2013-2014

Хугацаа	Он	P, мм	Ажиглагдсан сар, өдөр, жил	Байршил
12-цагийн их тунадас	2013	27.0	VIII.28	Багабаян
	2014	43.6	VII.7	Баянбулаг
	2015	29.6	VII.18	Яргайт
Хоногийн хамгийн их тунадас	2013	42.4	VIII.28	Багабаян
	2014	43.6	VII.7	Баянбулаг
	2015	40.2	VII.17	Яргайт
Сарын их тунадас	2013	168.0	VIII сар	Багабаян
	2014	153.0	VII сар	Баянбулаг
	2015	141.8	VII сар	Баянбулаг
Жилийн их тунадас	2013	433.4	2013 он	Багабаян
	2014	458.7	2014 он	Баянбулаг
	2015	324.0	2015 он	Баянбулаг

Сэлбэ голын савд явуулж буй сав газрын усны балансын судалгаанд дутагдаж байсан нэг элемент бол сав газрын ууршил байв. 2007 оноос эхлэн зарим шинэ аргыг ашиглан сав газрын ууршлыг тооцох бололцоо бүрдэж байна. Тухайлбал, сав газрын нийлбэр ууршлыг өмнөх жилүүдэд хур тунадас, урсацын ялгавраар $ET=P-Q$, энерги, усны балансын мониторингийн систем (Energy and Water Balance Monitoring System-EWBMS) ба FY-2C хиймэл дагуулын бодит хугацааны мэдээг ашиглан тооцож байсан болно. Түүнчлэн 2013-2015 онд Санзай дахь УЦУ-ын автомат станцын мэдээг аишглан хэд хэдэн эмпирик тэгшитгэлээр ууршцыг тооцох бололцоотой болов.

Сэлбэ голын сав газрын усны баланс, зарим загварын (HEC, HBV) оролтын мэдээг бүрдүүлэх зорилгоор сав газрын нийлбэр ууршлыг сар, хоногоор усны балансын тэгшитгэл болон зарим эмпирик тэгшитгэлүүдээр тооцов.

Иванов-Бланей-Кридийн арга нь агаарын температур, харьцангуй чийгшлийн мэдээг ашиглан ууршцыг тооцдог. Агаарын температур 2°C их байх үед Бланей Кридийн томъёогоор, харин агаарын температур 2°C бага байх үед Ивановын томъёогоор тус тус бодно. Энэхүү загварт агаарын температур 2°C -аас их байх үеийн ууршиц тооцох Бланей Кридийн томъёо, Харгревис (Hargreaves, 1985), цацрагийн баланс дээр үндэслэгдсэн (Irmak, 2003), доорх эмпирик тэгшитгэлүүдийг туршив.

Эдгээр эмпирик аргуудаар ууршлыг тооцоход шаардагдах уур амьсгалын мэдээг Санзай дахь автомат станцын мэдээгээр авав.

$$ET = 3.6 \cdot 10^{-4} \cdot \left[(25 + T)^2 \cdot \left(1 + \frac{100 \cdot rH}{100} \right) \right] \quad (1.97)$$

Үүнд: T -агаарын температур. rH -харьцангуй чийгшил

Харин агаарын температур 2°C -аас бага байх үед ууршцыг тооцох Ивановын томъёо:

$$ETP = a + b(f(0.457 \cdot T + 8.128)) \quad (1.98)$$

Үүнд: ETP –ууршиц, мм, T –агаарын температур, $^{\circ}\text{C}$, a , b –параметр ($a = -1.55$, $b = 1.13$), (L.Menzel, 2008), f – бүсийн итгэлцүүр

Харгревис (Hargreaves, 1985), цацрагийн баланс дээр үндэслэгдсэн (Irmak, 2003), доорх эмпирик тэгшитгэлүүдийг туршив.

Харгревисийн эмпирик тэгшитгэл:

$$ET_0 = 0.0023(T_m + 17.8) \cdot (\sqrt{T_{\max} - T_{\min}}) \cdot R_a \quad (1.99)$$

Үүнд: T_m - хоногийн дундаж агаарын температур. $^{\circ}\text{C}$

T_{\max} - хоногийн хамгийн их температур

T_{\min} - хоногийн хамгийн их температур

R_{net} - хоногийн цацрагийн баланс, $\text{Мж} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{хон}^{-1}$

Цацрагийн баланс дээр үндэслэгдсэн (Irmak, 2003):

$$ET_0 = 0.489 + 0.289R_n + 0.023T_{mean} \quad (1.100)$$

Үүнд: T_{mean} - Хоногийн дундаж агаарын температур, °C
 R_{net} - хоногийн цацрагийн баланс, Мж·м⁻²·хон⁻¹

Сарын нийлбэр ууршлыг өмнө ашиглаж байсан Такахашийн эмпирик тэгшитгэлийг ашиглан тооцов. Сав газрын сарын нийлбэр ууршлыг хур тунадас болон агаарын температураас хамааруулан тооцох энгийн эмпирик арга (Takahashi method).

$$ET = 3100 P / [3100 + 1.8 P^2 \exp (-34.4T_m / (235 + T_m))] \quad (1.101)$$

Үүнд: T_m -агаарын температурын сарын дундаж, °C
 P - сарын нийлбэр хур тунадас, мм

1.85 дугаар хүснэгт. Такахашийн эмпирик тэгшитгэлээр тооцсон Сэлбэ голын сав газрын нийлбэр ууршил, 2013-2015, ET, мм

Гол-харуул	Он	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X
Сэлбэ-Санзай	2013	11.4	23.0	39.9	51.5	39.9	28.8	13.3	207.9
	2014	4.9	28.5	44.8	51.7	42.7	25.6	0.2	198.4
	2015	1.8	15.5	11.7	17.9	22.5	23.7	4.6	97.6
Сэлбэ-Дамба	2013	11.9	23.7	37.5	51.7	53.2	23.8	14.9	216.6
	2014	5.8	31.9	49.8	60.5	50.1	25.0	1.9	225.0
	2015	9.7	15.3	13.9	60.3	43.9	27.2	8.1	178.3

Алпатьевийн тэгшитгэлээр тооцсон биологийн итгэлцүүрээр сав газрын бодит ууршлыг тооцсон болно.

$$ET_a = a \sum d \quad (1.102)$$

Үүнд: ET_a -ууршил, мм, a -биологийн итгэлцүүр, d - хоногийн дундаж дутагдал чийгшил

1.86 дугаар хүснэгт. Сэлбэ голын сав газрын ууршцыг (ETP) бодит ууршилд (ET_a) шилжүүлэх биологийн итгэлцүүр, 2013

Биологийн итгэлцүүр	V	VI	VII	VIII	IX	X
а-Санзай	0.12	0.21	0.80	0.95	0.48	0.34
а-Дамба	0.12	0.29	0.62	0.85	0.26	0.38

Янз бүрийн эмпирик тэгшитгэлээр тооцсон ууршцыг дээр дурдсан биологийн итгэлцүүр ба усны балансын тэгшитгэлээр тооцсон бодит ууршилд шилжүүлэн доорх хүснэгтэд нэгтгэн харьцуулав. Эмпирик тэгшитгэлээр тооцсон дулаан улирлын ууршиц Сэлбэ голын савд 490-765 мм байх төлөвтэй.

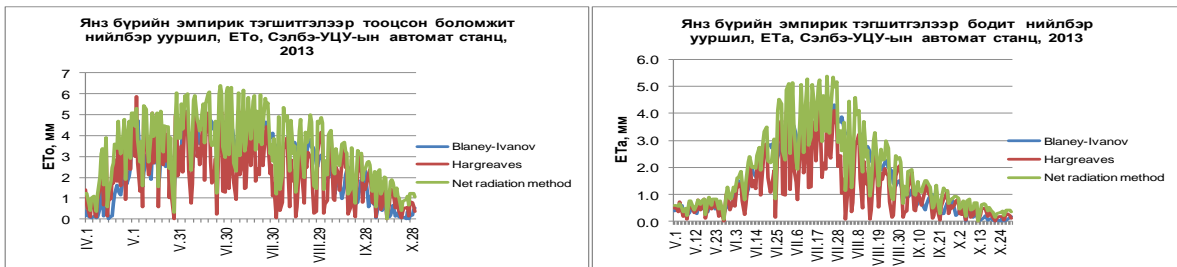
1.87 дугаар хүснэгт. Усны балансын тэгшитгэлээр тооцсон сав газрын нийлбэр ууршил (ET_a). Сэлбэ голын сав газар, мм, 2013-2015

Он	Сав газар	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	V-X
2013	Дээд-Сазай		-4.7	28	77.3	107.6	33.5	16.3	257.9
	Доод-Дамба		15.5	37.2	60	88.9	18.1	18.3	238.00
2014	Дээд-Сазай	-12.5	13.3	47.5	100.3	51.5	17.4	-12.3	205.2
	Доод-Дамба	-2.6	9.3	32.1	45.6	25.3	12.1	12.9	134.6
2015	Дээд-Сазай	-34.5	6.4	5.9	103.4	63.9	37.7	-4.0	178.8
	Доод-Дамба	4.6	14.1	12.9	105.4	52.9	30.2	7.2	227.3

Сав газрын хур тунадас болон сав газрын гаралт дээрх урсацын бодит хэмжилт хийснээр усны балансын тэгшитгэлээр ($ET=P-Q$), сав газрын нийлбэр ууршлыг тооцсон бөгөөд сав газрын хөрсний чийг, газар доорх усны тэжээл эсвэл алдагдал зэрэг сав газрын усны балансын зарим бүрэлдэхүүн хэсгийн өгөгдөл мэдээлэл дутагдалтай хэдий ч усны балансын тэгшитгэлээр тооцсон нийлбэр ууршлыг бодит утгад илүү дөхсөн байна. Энэ утгаараа бусад эмпирик тэгшитгэлүүдээр тооцсон ууршлыг усны балансын тэгшитгэлээр тооцсон ууршилтай харьцуулав. Такахаши болон Харгревисийн аргаар тооцсон ууршил усны балансын аргаар тооцсон ууршлаас ихэнх тохиолдол бага бол Бланей-Ивановын аргынх ойролцоо байна. Харин цацрагийн балансын буюу Ирмакийн (Irmaк, 2003) тэгшитгэлээр тооцоход бодит ууршлаас ахиу тооцож буй байдал ажиглагдав.



1.188 дугаар зураг. Янз бүрийн эмпирик тэгшитгэлээр тооцсон дулаан улирлын нийлбэр ууршил



1.189 дүгээр зураг. Сэлбэ голын сав газрын хоногийн боломжит ба бодит ууршил, мм 2013

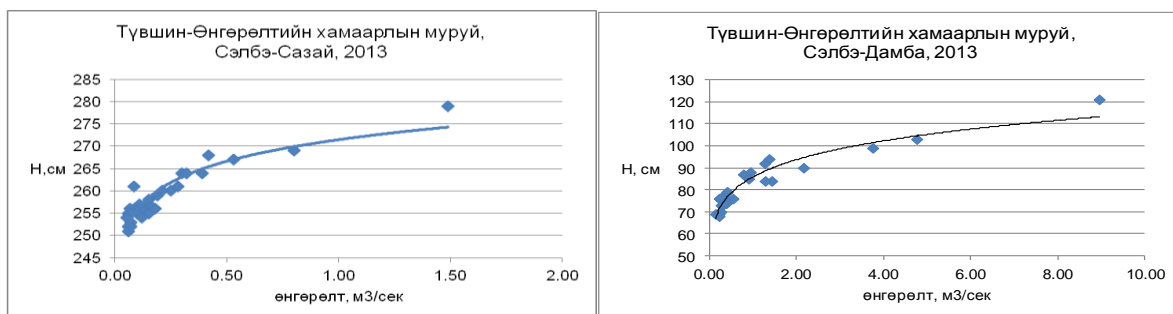
Сэлбэ голын усны горим, нөөцийн ажиглалт, тооцоо судалгааг 2013-2015 онд үндсэн 3 чиглэл буюу түр харуул болох Сэлбэ-Багабаян, ус судлалын улсын сүлжээний Сэлбэ-Санзай ба Сэлбэ-Дамбадаржаа зэрэг харуулаар гүйцэтгэв. Дээрх харуулын 2013-2015 оны урсац, дулаан улирлын гидрографыг байгуулж, Сэлбэ-Багабаяны автомат түвшин хэмжүүрийн мэдээгээр хоног, сар, дулаан улирлын усны түвшин, урсацыг тооцож, урсацын загварын оролтын мэдээг бэлтгэв.

Сэлбэ голын дулааны улирлын олон жилийн дундаж урсац сав газрын эхэнд буюу Сэлбэ-Санзай харуулаар $0.20 \text{ м}^3/\text{с}$ бол адгаар $0.58 \text{ м}^3/\text{с}$ хүрнэ (жилийн дундаж, Санзай- $0.13 \text{ м}^3/\text{с}$ ба Дамбадаржаа- $0.35 \text{ м}^3/\text{с}$). Сэлбэ голын сав газарт дулаан улирлын нийлбэр урсац голын эхэнд 110 мм, адгаар 55 мм болно. Сэлбэ голын савд олон жилийн дундажаар жилд 4-10 сая м^3 (Санзай- 0.0037 км^3 ба Дамбадаржаа- 0.0104 км^3) урсац бүрдэнэ.

1.88 дугаар хүснэгт. Сарын дундаж өнгөрөлтийн олон жилийн дундаж, Сэлбэ голын сав газар, (м³/с)

Он	Харуул	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X
ОЖД	Сэлбэ-Санзай	0.21	0.38	0.28	0.13	0.21	0.12	0.08	0.20
	Сэлбэ-Дамбадаржаа	0.72	0.70	0.60	0.63	0.61	0.48	0.29	0.58

Сэлбэ голын усны түвшний хэлбэлзлийн агууриг 2013 онд 20-50 см байна. 2013 оны дундаж урсац олон жилийнхээс бараг хоёр дахин бага байна (Дулааны улирлын буюу 4-10 дугаар сарын дундаж урсац Сэлбэ-Санзайд -0.21 м³/с, Сэлбэ-Дамбадаржаад-0.67 м³/с болно).



1.190 дүгээр зураг. Сэлбэ голын дагуух усны түвшин, өнгөрөлтийн хамаарал, 2013, (түвшин-өнгөрөлтийн 2013 оны муруй)

Сэлбэ-Санзайн олон жилийн дундаж өнгөрөлт 0.13 м³/с ба Сэлбэ-Дамбадаржаад 0.51 м³/с бол Сэлбэ голын 2013 оны жилийн дундаж урсац дээд ба доод харуулд 0.10 ба 0.29 м³/с тус тус болно. Жилийн дундаж урсацын энэхүү хэмжээ олон жилийн дунджаас ойролцоогоор 20-40 орчим хувиар бага байна. Урсацын давхраа Сэлбэ-Санзайд 87.7 мм бол голын адаг-Дамбадаржаад 48.6 мм хүрнэ.

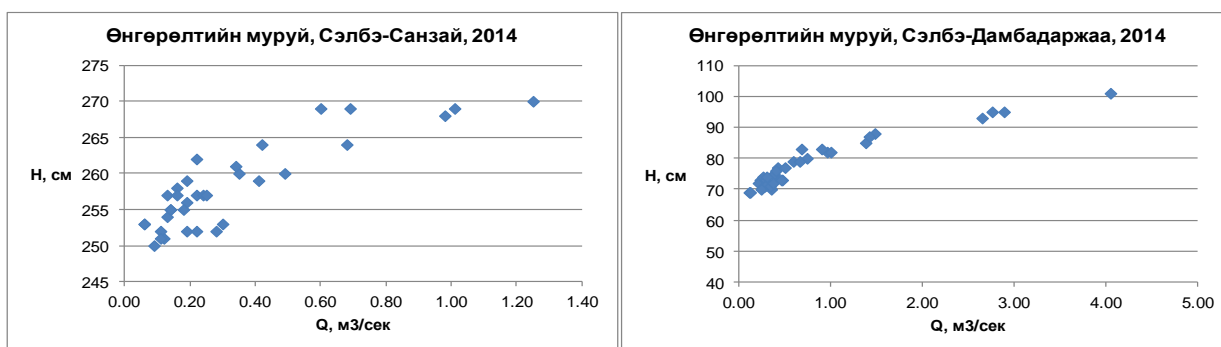


1.191 дүгээр зураг. Сэлбэ голын дагуух хоногийн дундаж түвшин ба өнгөрөлт, 2013

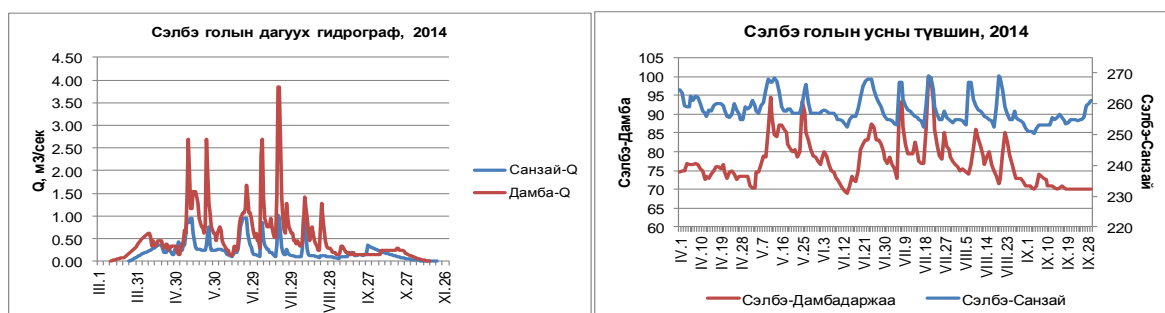
Сэлбэ голын хоногийн хамгийн их түвшин ба өнгөрөлт 5 дугаар сарын 30-31-нд ажиглагдаж, их өнгөрөлтийн хэмжээ Санзайд 1.82 м³/с, Дамбадаржаад 7.43 м³/с хүрчээ. Хэдийгээр энэ өдрүүдэд хур бороо төдийлөн их ороогүй ч сав газарт хайлсан цас, мөсний улмаас хөрсний чийг ахиу байж, голын савд гадаргын их урсац бүрдэх нөхцөл бололцоог нэмэгдүүлсэн болно. 2014 онд хур борооны үер болж 5-6 удаа усны түвшин нэмэгдсэн явц ажиглагджээ. Дулаан улирлын түвшний хэлбэлзлийн агууриг 20-30 см байна.



1.192 дугаар зураг. Сэлбэ голын ус судлалын харуулын чиглэл дэх усны өнгөрөлт хэмжлэг, 2014



1.193 дугаар зураг. Сэлбэ голын дагуух ус судлалын харуул дээрх түвшин, өнгөрөлтийн хамаарал, 2014



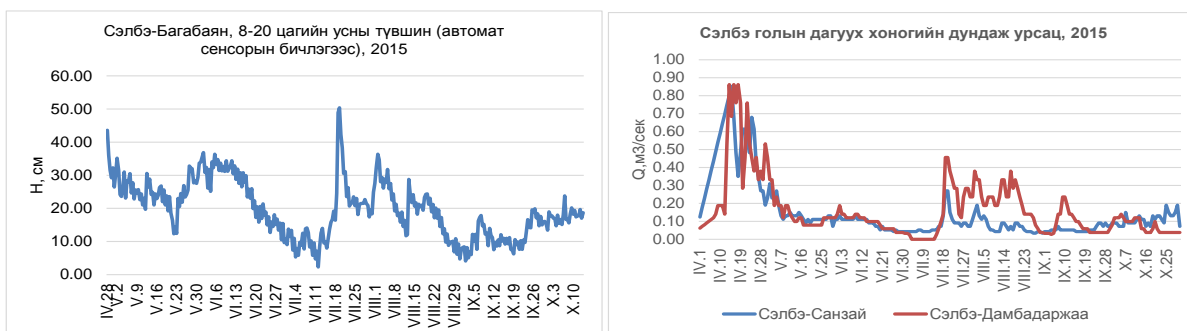
1.194 дүгээр зураг. Сэлбэ голын дагуух усны түвшин ба өнгөрөлт, 2014

Сэлбэ голын савд 2015 онд шар усны үер давамгайлжээ. 4 дүгээр сарын дундуур хоногийн хамгийн их өнгөрөлт 0.80-0.90 м³/с голын дээд ба доод харуулд ажиглагдсан байна.

1.89 дүгээр хүснэгт. Сэлбэ голын усны түвшин хэлбэлзэл ба өнгөрөлт

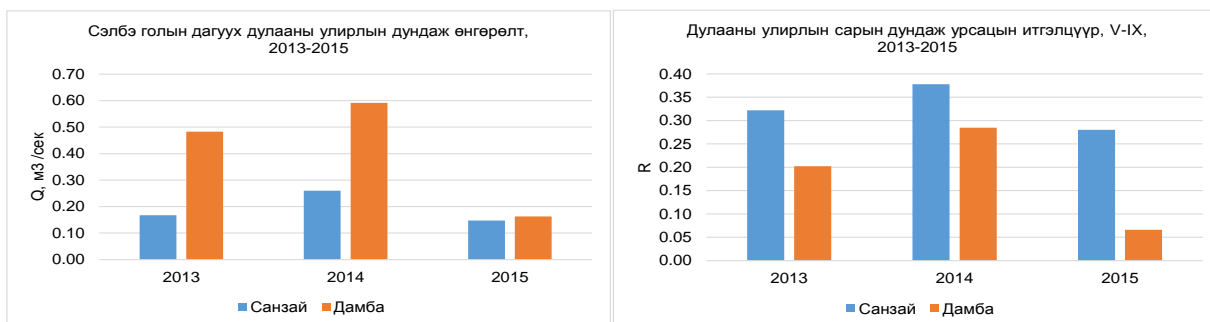
Он	Гол-харуул	Усны түвшин, см			Q _{дунд} м ³ /с	Q _{макс} м ³ /с
		H _{макс}	H _{мин}	Агууриг		
2013	Сэлбэ-Санзай	279	251	20	0.10	1.82
	Сэлбэ-Дамбадаржаа	121	68	53	0.29	7.72
2014	Сэлбэ-Санзай	270	250	20	0.15	1.11
	Сэлбэ-Дамбадаржаа	101	69	32	0.35	4.09
2015	Сэлбэ-Санзай	264	249	16	0.15	0.85
	Сэлбэ-Дамбадаржаа	81	63	18	0.16	0.86

Түвшний түвшний хэлбэлзлийн агууриг дөнгөж 15-20 см байв. Судалгааны хугацаанд Сэлбэ голын усны түвшний хэлбэлзэл 15-55 см байсан ба сүүлийн жилүүдэд хэлбэлзэл улам багасах хандлагатай байна.



1.195 дугаар зураг. Сэлбэ голын дагуух усны түвшин болон хоногийн өнгөрөлт, 2015

Дулаан улирлын дундаж урсац 2013 онд олон жилийн дунджаас 15-18 хувь бага, 2014 онд ахиу буюу голын эхэнд 0.26 м³/с адаг 0.59 м³/с хүрч, голын эхээр олон жилийн дунджийг 30 хүртэл хувиар давсан байна. Харин 2015 бага устай жил байж, голын адгаар олон жилийн дунджаас 70 орчим хувиар бага байна. Голын адгаар буюу Дамбадаржаа чиглэлд 2015 оны 7 дугаар сарын 4-14 хүртэл арав шахам хоног гол хатаж, тасарсан болно.



1.196 дугаар зураг. Сэлбэ голын дагуух дулаан улирлын дундаж урсац, урсацын итгэлцүүр, 2013-2015

Урсацын итгэлцүүр сав газрын эхэнд ахиу, 0.30-0.40 хүрэх бол голын адгаар 0.10-0.30 хүрч буурах ба зарим сард бүр 0.02-0.04 болж багасна. Хур тунадас ахиу байсан 2014 онд урсацын итгэлцүүр Сэлбэ голын дагуу 0.30-0.40 хүрсэн бол хур бороо багатай 2015 онд 0.10-0.20 байна. Дулаан улирлын сарын дундаж өнгөрөлтийг доорх хүснэгтэд нэгтгэв.

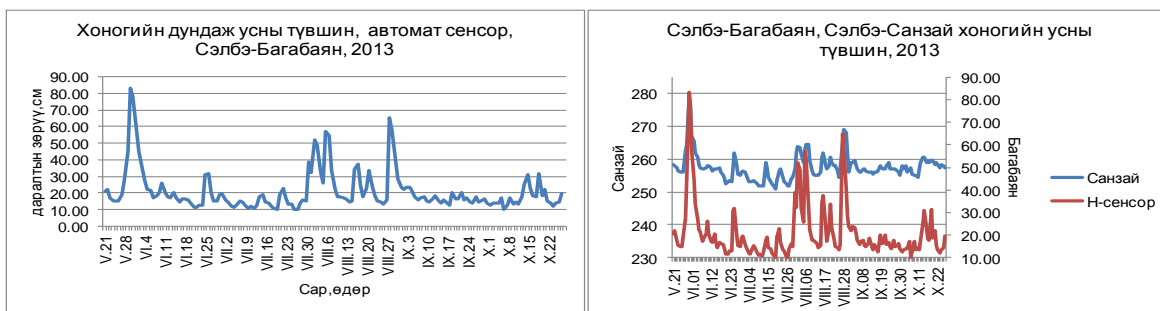
1.90 дүгээр хүснэгт. Сарын дундаж өнгөрөлт, м³/с, Сэлбэ голын сав газар, 2013-2015

Он	Харуул	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV-X
2013	Санзай	0.11	0.35	0.17	0.07	0.27	0.14	0.06	0.17
	Дамбадаржаа	0.40	0.76	0.38	0.21	0.94	0.51	0.18	0.48
2014	Санзай	0.23	0.43	0.36	0.30	0.19	0.15	0.16	0.26
	Дамбадаржаа	0.42	1.01	0.63	1.15	0.56	0.17	0.20	0.59
2015	Санзай	0.48	0.14	0.09	0.08	0.07	0.06	0.11	0.15
	Дамбадаржаа	0.39	0.15	0.10	0.13	0.22	0.08	0.07	0.16

Сэлбэ голын усны балансын 2013-2015 оны судалгааны нэг онцлог, давуу тал бол голын эхэнд буюу Багабаяны чиглэлд усны түвшинг автоматаар хэмжих түр харуул байгуулсан явдал болно. Сэлбэ зэрэг түвшний хэлбэлзэл ихтэй голд

усны түвшинг хугацааны зайц, давтамжийн өндөр нягтралтай автомат багажаар хэмжих болсноор хур бороо, урсацын хамаарал, урсах хугацаа зэрэг гидрологийн чухал параметруудийг шинэчлэн тогтоох, өмнөх үр дүнг нарийвчлах, зарим загварын оролтын мэдээ болон параметрийг тооцох зэрэгт маш чухал ач холбогдолтой.

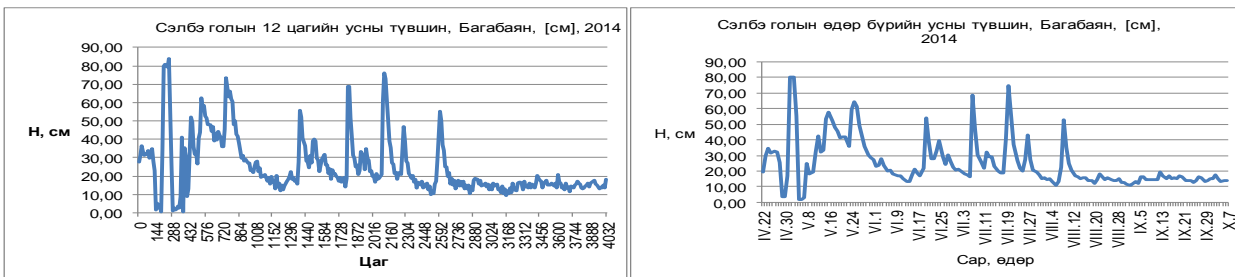
Голын усны түвшинг 1 цагийн зайцтай хэмжсэн ба боловсруулалтыг 8, 20 цагаар, хоногийн дунджаар хийж, урсгалын доод чиглэл дэх ус судлалын Сэлбэ-Санзай харуулын мэдээтэй харьцуулсан болно. Усны түвшин хэмжсэн дээрх хоёр чиглэлийн түвшний хэлбэлзэл, явц сайн хамааралтай гарсан нь хоёр чиглэлд голын усны түвшинг үнэн зөв, бодитой хэмжсэнийг илтгэнэ.



1.197 дугаар зураг. Сэлбэ голын усны түвшний хэмжилтийн үр дүн ба харьцуулалт (Багабаян- автомат хэмжүүр, Санзай- шонгийн харуул), 2013 он

Усны түвшний энэхүү автомат хэмжүүр усны температурыг давхар хэмжих давуу талтай бөгөөд усны температурын хэмжилтээр цаашид усан гадаргын ууршлыг тооцох боломжтой. Үүний зэрэгцээ усны температурын хэмжилтийн дүнг доод харуулын мэдээтэй харьцуулж, уялдуулах шаардлага бий.

Усны түвшинг Багабаянгийн чиглэлд усны автомат хэмжүүрээр дулаан улиралд хэмжин мэдээг боловсруулан, урсгалын доод чиглэл дэх ус судлалын харуулын мэдээтэй харьцуулан, шалгаж, холбогдох дүн шинжилгээ хийв.



1.198 дугаар зураг. Сэлбэ-Багабаянд усны түвшинг автомат хэмжүүрээр хэмжсэн үр дүн, 2014

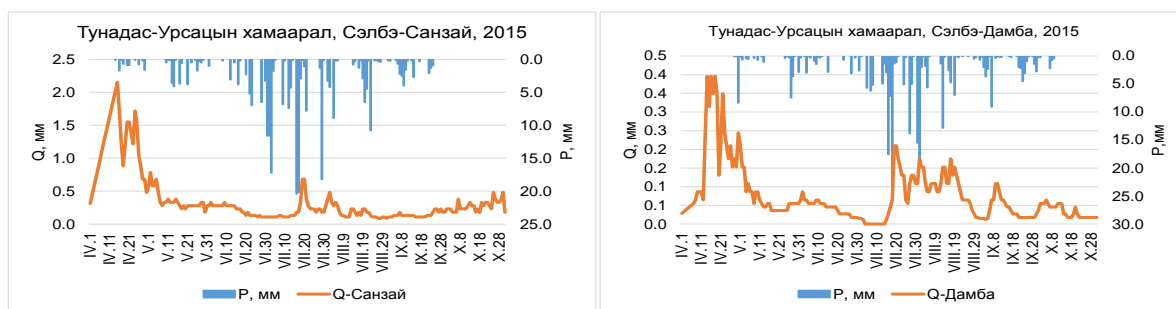
Сэлбэ голын дагуух харуулуудын түвшний хамаарал 2013-2015 онд жил бүр ижил байна..

Сэлбэ голын усны түвшин, урсац ерөнхийдөө сав газарт орсон хур тунадасны хэмжээ, эрчимшлээр тодорхойлогдох авч сав газрын гадаргын бүрхэвч, хөрсний чийг, ургамлын бүрхэвч болон хотжилтын нөхцөл байдлаас шалтгаалан хур борооноос бүрдэх урсац харилцан адилгүй байна. Харин энэхүү хамаарлын зүй тогтол, сүүлийн жилийн өөрчлөлтийг тогтоох чиглэлээр илүү нарийн судалгаа, хэмжилт хийх шаардлагатай байна. Тухайлбал, Сэлбэ голын

сав газрын хотжилтын эзлэх хувь хэмжээ, газар бүрхэвчийн өөрчлөлт, үүний дотор ой, ургамлын бүрхэвчийн өөрчлөлт зэрэг олон мэдээлэл хомс байна.



1.199 дүгээр зураг. Сэлбэ голын сав газрын хур тунадас, урсацын хамаарал, 2013



1.200 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав газрын хур тунадас, урсацын хамаарал, 2015

Хур тунадас, урсацын хамаарлын өөрчлөлтийг 2013 оны 5, 7 ба 8 дугаар сард хэмжээний хувьд ойролцоо хур борооны гурван тохиолдлоор жишээ болгон энд дүн шинжилгээ хийж болно. Тухайлбал, 5 дугаар сарын 27-нд сав газрын эхэнд 17.3 мм хур бороо унахад 2-3 хоногийн дараа энэ борооноос үүдэлтэй өнгөрөлтийн хэмжээ 1.82 м³/с буюу 4.6 мм урсац үүссэн байхад бараг мөн ижил хэмжээний хур бороо 7 ба 8 дугаар сарын дундуур сав газарт унахад 1-2 дараа хоногийн дөнгөж 0.20-0.33 м³/с (0.5-0.8 мм) урсац бүрдсэн байх жишээтэй. Үүнд хур борооны эрчимшил, тухай үеийн газар бүрхэвчийн нөхцөл, үүнд хөрсний чийг ба ургамлын бүрхэвчийн байдал газар доорх усны түвшний байрлал, түүний гадаргын ба газар доорх усны харилцан үйлчлэлийн хэлбэр, төрөл, хур бороо орохоос өмнөх өдрийн голын урсац, усны түвшин зэрэг маш олон хүчин зүйлсээс хамаарна. Тухайлбал, 5 дугаар сарын ургамлын бүрхэвч хур бороог саатуулах нөхцөл бага (rain interception), 7 ба 8 дугаар сард ой, хээр ид цэцэглэж, навчилсан үед ургамлын транспираци их байх зэргээр урсац бүрдэх нөхцөл өөр өөр байна.

1.91 дүгээр хүснэгт. Хур тунадас, урсацын хамаарал, Сэлбэ голын сав, 2013

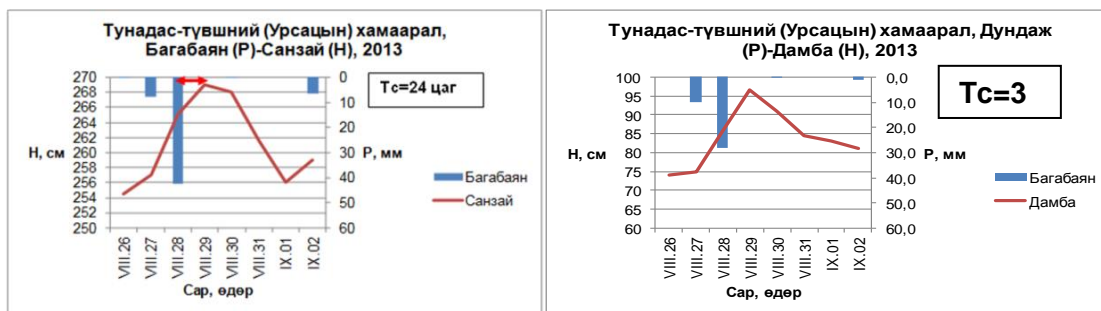
Сэлбэ-Санзай, 2013						
Хур тунадас, P, мм		Урсац, Q, м³/с, мм				Хөрсний чийг, %
Сар, өдөр	P, мм	Сар, өдөр	Q, м³/с	Q, мм	R	SM,%
V.27	17.3	V.30	1.82	4.6	0.27	
VII.13	15.2	VII.14	0.20	0.5	0.03	
VIII.15	16.4	VII.17	0.33	0.8	0.05	
Сэлбэ-Дамба, 2013						
Хур тунадас, P, мм		Урсац, Q, м³/с, мм				Хөрсний чийг, %
Сар, өдөр	P, мм	Сар, өдөр	Q, м³/с	Q, мм	R	SM,%
V.27	17.6	V.30	7.43	3.40	0.46	
VII.21	17.9	VII.24	0.33	0.15	0.45	
VIII.15	15.8	VII.17	0.96	0.44	0.46	

Хур тунадас, урсацын хамаарал, урсах хугацаа зэрэг янз бүрийн загварт орох чухал мэдээг нарийвчлах зорилгоор 2013 онд Багабаян дахь хур тунадасны болон усны түвшний автомат хэмжүүрийн мэдээгээр зарим үр дүнг гаргав. Багабаян дахь хур тунадасны мэдээг Багабаянгийн чиглэл дэх усны түвшинтэй, мөн Багабаянгийн хур тунадсыг Санзайн усны түвшинтэй уялдуулсан бол Сэлбэ голын сав газрын дундаж түвшинг Дамбадаржаагийн чиглэл дэх усны түвшинтэй уялдуулан сав газрын хур тунадас хэрхэн голын усны урсацад нөлөөлж, ялангуяа хур тунадас орсноос хойш ямар хугацааны дараа (basin response to the rainfall) голын усны түвшин эсвэл өнгөрөлт нэмэгдэж үерлэж буйг тооцож гаргав.



1.201 дүгээр зураг. Сэлбэ-Багабаянгийн чиглэл дэх хур тунадас, усны түвшний хамаарал, 2013

Сэлбэ голын сав газрын эхэнд, Багабаянд орсон хур тунадас ойролцоогоор 20-22 цагийн дараа голын эхэнд усны түвшинг нэмэгдүүлж, голыг тэтгэж, эсвэл үерлэж эхлэх бол Санзайд бараг нэг хоногийн дараа, харин сав газарт орсон хур тунадаснаас хойш 36 цагийн дараа голын адаг руу Дамбадаржаагийн чиглэлд усны түвшин (урсац) нэмэгдэж байна.



1.202 дугаар зураг. Сэлбэ голын дагуух ус судлалын харуулын чиглэл дэх хур тунадас, усны түвшний хамаарал, 2013

Энэхүү хур тунадас, урсацын эсвэл түвшний хамаарал маш нарийн төвөгтэй, хур тунадасны хэмжээ, эрчимшил, сав газрын гадаргын бүрхэвчийн байдал, нэн ялангуяа хөрсний чийг, ургамлын бүрхэвч, хотжилт зэрэг олон хүчин зүйлсээс хамаарах тул цаашид энэ чиглэлийн судалгааг нарийвчлан үргэлжлүүлэн зүй тогтлыг гаргаж ирэх шаардлага байна. Тухайлбал, урсац үүсгэгч хур тунадасны хувь, шууд урсац (direct runoff), хөрсний нэвчиц, газар доорх усаар дамжин (хур борооны ус-interflow, baseflow) орж ирэх зэрэг механизмуд бий.

Дараагийн нэг чухал судалгаа бол сав газрын болон голын голдрилын дагуух урсах хугацааг том жижиг гол, сайруудаар тооцох явдал. Урсах хугацаа нь (time of concentration, travel time, Lag time гэх мэтээр нэрлэх нь бий.) хур тунадас унаснаас хойш сав газрын гаралт дээр урсац болон очих хугацаа гэж ерөнхийд нь тодорхойлох ба харьцангуй тогтвортой үзүүлэлт бөгөөд үерийн үерийн тооцоо, загварын параметр, мэдээ байдаг. Энэхүү урсах хугацаа сав газрын хур тунадас, урсацын хамаарал, сав газрын гадаргын бүрхэвч, голын урт, хэвгий, сав газрын талбай зэрэг дүрсзүйн үндсэн үзүүлэлтүүдээс хамаарч, улмаар дээрх мэдээгээр тодорхойлох олон эмпирик тэгшитгэлүүд бий болсон байдаг. Эдгээр аргуудыг хур тунадас, урсацын хамаарал дээр үндэслэгдсэн шууд арга гэх ба урсгалын хурд, дүрсзүйн үзүүлэлтүүдээс хамааруулсан аргуудыг шууд бус арга гэж ялгасан байна.

Голын сав газрын дүрсзүйн үзүүлэлтүүдээс хамааруулан урсах хугацааг тооцох Кирпичийн (Kirpich) арга арга ихээхэн түгээмэл байна.

$$T_c = 0.00032 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (1.103)$$

Үүнд: L- голын урт, км, S-хэвгий

$$t_c = 21.3L \frac{1}{A^{0.1} S^{0.2}} \quad (1.104)$$

Үүнд: L- голын урт, км, S-хэвгий, A-ус хурах талбай, км²

1.92 дугаар хүснэгт. Янз бүрийн эмпирик аргаар Сэлбэ голын дагуу тооцсон урсах хугацаа, цагаар

Гол-харуул	Bansby/Williams	Jonston/Cross	Linsley	Clark	Kirpich	P-H-хамаарал
Сэлбэ-Санзай	4.4	1.9	3.1	1.5	1.6	24 (1 хон)
Сэлбэ-Дамба	18.0	4.3	6.5	7.4	4.9	24-36 (1.5 хон)

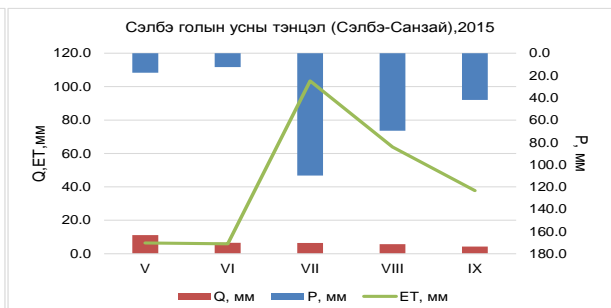
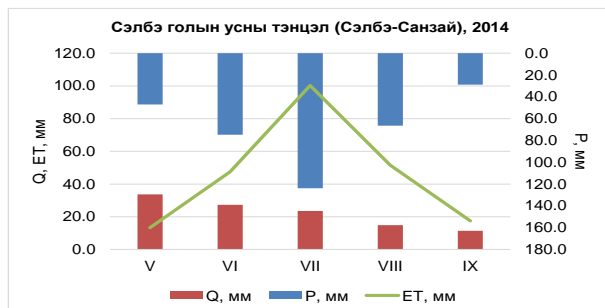
Хур тунадас, урсацын мэдээгээх ба усны балансын энгийн тэгшитгэлээр тооцсон ууршил, Сэлбэ голын сав газрын усны тэнцлийг сав газрын эх буюу Санзайгаар, адгаар буюу Дамбадаржаагаар тооцон доорх хүснэгтэд нэгтгэв. Орсон хур тунадасны 10-30 гаруй хувь нь голын урсацыг бүрдүүлж, үлдсэн хэсэг нь ууршил, нэвчилт, газар бүрхэвчийн саатуулалт, газар доорх усыг сэлбэх зэргээр алдагдаж байна. 2013 оны нэг онцлог бол голын урсацын үлэмж хувь бүрдэх 7 дугаар сард маш бага урсац бүрдсэн буюу урсацын итгэлцүүр дөнгөж 0.05-0.07 байв. Энэ сард орсон хур тунадасны дөнгөж 5-7 хувь голын урсац болж, үлдсэн 90 гаруй хувь алдагдсан байна.

Голын сав газрын интеграл үзүүлэлт болох урсацын итгэлцүүрийг сарын дунджаар тооцов. 2013 онд сав газрын сарын дундаж урсацын итгэлцүүр голын эхэнд 0.21 адгаар 0.14 орчим байв. Урсацын итгэлцүүр сав газрын эхэнд адгаас ахиу байх байгалийн ерөнхий зүй тогтол ажиглагдав. Усны балансын энгийн тэгшитгэлээр ууршил хасах буюу урсацын итгэлцүүр 1-ээс их байх шалтгааныг 5 дугаар сард унасан шингэн хур тунадаснаас гадна, сав газрын хайлсан цас, газар доорх ус урсац бүрдэлтэд идэвхтэй оролцсоныг илтгэнэ.

Сэлбэ голын усны тэнцлийг хоног, сараар тооцож доорх хүснэгт, зурагт нэгтгэв.

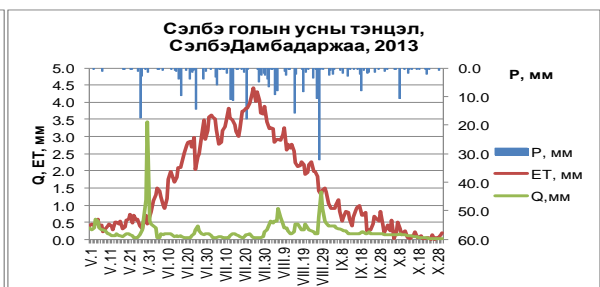
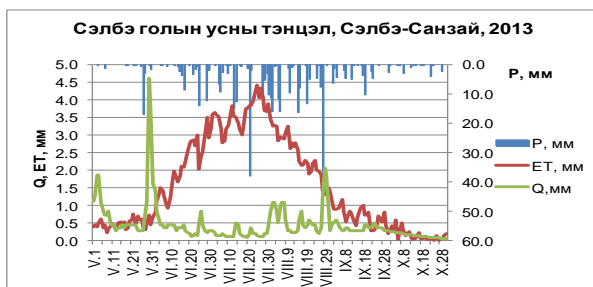
1.93 дугаар хүснэгт. Сав газрын усны тэнцэл ба урсацын итгэлцүүр, 2013-2015

Он	Харуул	Бүрэлдэхүүн	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	V-X
2013	Санзай	P, мм		22.5	41.6	83	128.4	44.5	21	341
		Q, мм		27.2	13.6	5.7	20.8	11	4.7	83.1
		ET, мм		-4.7	28	77.3	107.6	33.5	16.3	257.9
		R		1.21	0.33	0.07	0.16	0.25	0.22	0.21
	Дамбадаржаа	P, мм		26.3	42.6	62.9	102.3	25.4	20.9	280.3
		Q, мм		10.8	5.4	2.9	13.4	7.2	2.6	42.3
		ET, мм		15.5	37.2	60	88.9	18.1	18.3	238
		R		0.41	0.13	0.05	0.13	0.29	0.12	0.14
2014	Санзай	P, мм	4.9	47.0	74.8	123.8	66.4	28.8	0.2	345.9
		Q, мм	17.4	33.7	27.3	23.5	14.9	11.4	12.5	140.7
		ET, мм	-12.5	13.3	47.5	100.3	51.5	17.4	-12.3	205.2
		R	3.6	0.72	0.36	0.19	0.22	0.39	62.7	0.41
	Дамбадаржаа	P, мм	3.3	19.0	30.0	49.6	26.6	11.7	12.6	152.9
		Q, мм	6.0	14.4	5.4	16.4	8.0	2.4	2.8	55.4
		ET, мм	-2.6	4.6	24.6	33.2	18.7	9.2	9.8	97.5
		R	1.8	0.76	0.18	0.33	0.30	0.21	0.23	0.36
2015	Санзай	P, мм	1.8	17.5	12.4	109.8	69.6	42.0	4.6	257.7
		Q, мм	36.3	11.1	6.5	6.4	5.7	4.3	8.6	78.9
		ET, мм	-34.5	6.4	5.9	103.4	63.9	37.7	-4.0	178.8
		R		0.64	0.52	0.06	0.08	0.10		0.31
	Дамбадаржаа	P, мм	10.0	16.2	14.2	107.3	56.0	31.4	8.3	243.3
		Q, мм	5.4	2.1	1.3	1.9	3.1	1.1	1.0	15.9
		ET, мм	4.6	14.1	12.9	105.4	52.9	30.2	7.2	227.3
		R	0.54	0.13	0.09	0.02	0.06	0.04	0.13	0.07



1.203 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав газрын усны баланс (сараар)

Сав газрын сарын дундаж урсацын итгэлцүүр 2013 онд голын эхэнд 0.30 адгаар 0.10 орчим болно.



1.204 дүгээр зураг. Сэлбэ голын сав газрын усны балансын элементүүдийн явц (хоногоор), 2013

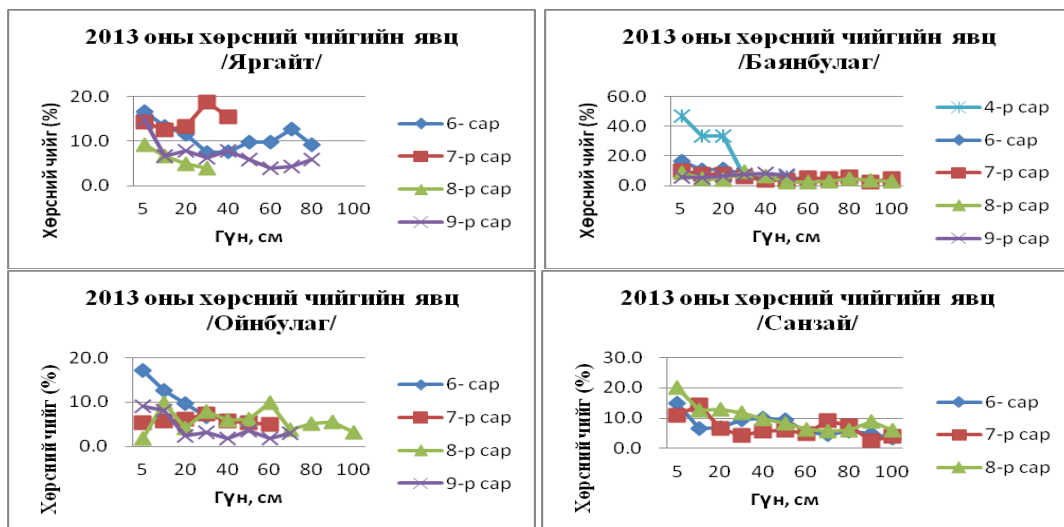
Хур тунадас, голын урсац, тооцсон нийлбэр ууршлын хоног, сарын 3 жилийн өгөгдөл мэдээллээр үерийн долгионы шилжилт, хур тунадас, урсацын

хамаарал бүхий НЕС, усны балансын НvV загварыг ажиллуулахад шаардагдах мэдээ бүрдэж, түүнчлэн тохиолдол, цаг, хоногоор гаргаж авсан хур тунадас, урсацын хамаарал, голын дагуух болон сав газрын урсах хугацаа, урсацын итгэлцүүр, янз бүрийн үргэлжлэх хугацаа болон давтамжийн хоногийн их хур тунадас зэргийг авснаар загваруудын параметр, хязгаарын нөхцөлийг нарийвчлах боломж бүрдэж байна.

Эцэст хоног, сар, жилээр сав газрын эхэнд болон адгаар тооцсон усны тэнцэл нь УННМ, сав газрын усны нөөцийг ашиглаж хамгаалахад суурь мэдээлэл болох учиртай.

Хөрсний чийгийг 2013-2015 оны төслийн хугацаанд уламжлалт жингийн аргаар 1.0 м хүртэлх гүнд 10 түвшинд Багабаян, Санзай, Баянбулаг, Яргайт зэрэг 4 цэгт 04-10 дугаар сарын хугацаанд сард 1 удаа тодорхойлж, чийгийн хэмжээг хувиар илэрхийлэв. Хөрсний чийгийн хэмжилтийн мэдээг орон зай, цаг хугацааны хуваарилалт, хөрсний гүний дагуух чийгийн хуваарилалт зэрэг чиглэлээр боловсруулан дүн шинжилгээ хийв.

Сэлбэ голын сав дагуух Яргайт уулын ар дахь хөрс нь чулуурхаг, хар хүрэн, шавранцар, Баянбулагийн уулын энгэр дэх хөрс нь элсэнцэр, Санзайнх хар хүрэн, шавранцар, цэвдэг хөрс, Багабаянгийн хар хүрэн, шавранцар хөрснөөс дээж авч судалгаа хийв.

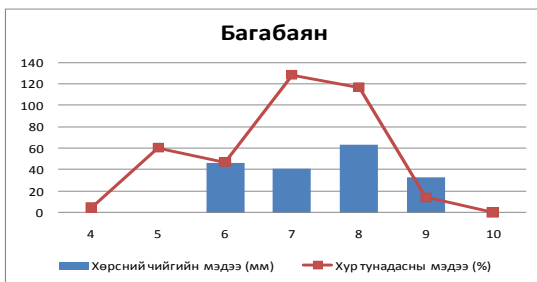


1.205 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав газрын хөрсний чийг, хувиар (сард нэг удаа хэмжсэн үр дүн), 2014

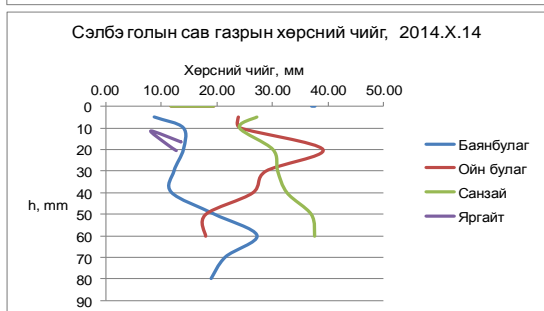
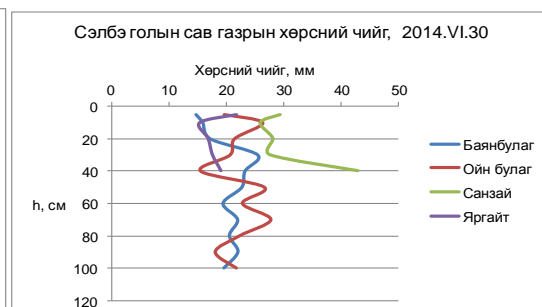
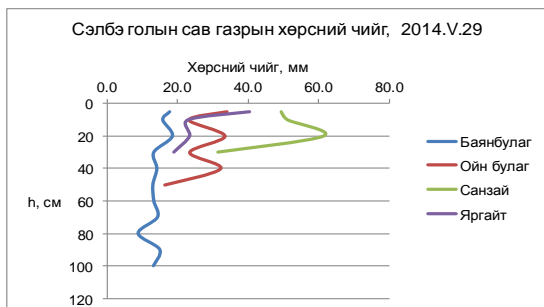
Сэлбэ голын сав дагуу байрлуулсан хур тунадас хэмжүүрийн IV.15-X.15-ны хооронд хэмжсэн хоногийн хур тунадасны нийлбэрийг авч үзвэл Яргайтад 216.2 мм, Багабаянд 375.0 мм, Баянбулагт 248.6 мм хур тунадас унасан байна. Хамгийн их хур тунадас VIII.28-нд Яргайтад 16.2 мм, Баянбулагт VIII.28-нд 18.2 мм, Багабаянд VIII.28-нд 27 мм хур тунадас унасан байна.

Хөрсний чийг бүхэлдээ ганцхан хур тунадсаар үл тодорхойлогдох ба хөрсний агро-усзүйн шинж чанарын өөрчлөлт (өнгөн үеийн нягтын өөрчлөлт буюу дагтаршил, механик бүрэлдэхүүний өөрчлөлт) хур тунадасны горимын өөрчлөлт (хур тунадасны эрчимшил нэмэгдэх борооны нийт үргэлжлэх хугацаа богиносх), дулааралтын улмаас ууршиц ихсэж байгаа зэрэг олон хүчин зүйл

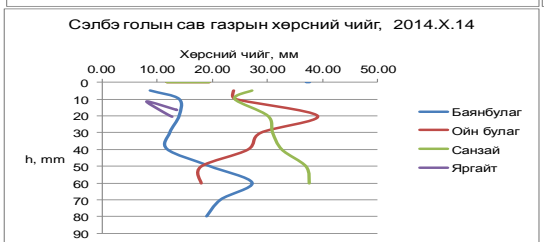
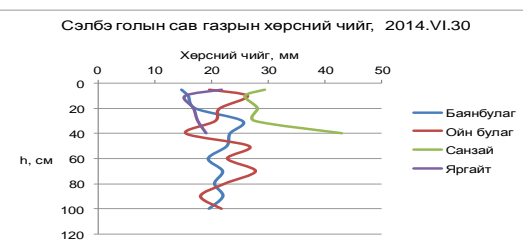
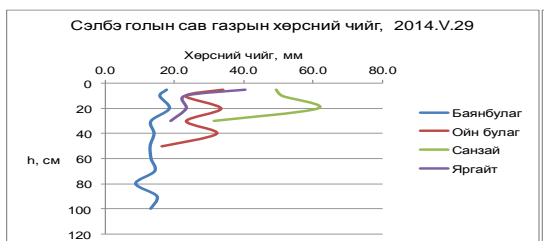
нөлөөлдөг. Доорх графикт хөрсний чийг, хур тунадасны хоорондын хамаарлыг харуулав.



1.206 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав дахь хөрсний чийг ба хур тунадасны хамаарал, 2013



1.207 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав дахь хөрсний чийгийн гүний дагуух хуваарилалт, 2014



1.208 дугаар зураг. Сэлбэ голын сав дахь хөрсний чийг ба хур тунадасны хамаарал,

Хоёрдугаар бүлэг. Гол мөрний сав газрын урсац, мөстөл, мөсөн гол, нуурын мэдээллийн сан, каталоги

2.1 Мөстөл, мөсөн голын 1991-2014 оны мэдээллийн сан, каталоги

Сансрын хиймэл дагуулын өндрийн мэдээ ASTER-GDEM (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer- Global Digital Elevation Model), LANDSAT-TM хиймэл дагуулын 2002, 2006, 2011, 2014 оны мэдээгээр Монгол орны мөстөл, мөсөн голын талбайн өөрчлөлт, тэдгээрийн тоо, өндрийн утгууд, зүг зовхис, хажуугийн мөстлийн налуу, хайлалт, түүнийг тодорхойлох уур амьсгалын мэдээ зэргийг Газарзүйн мэдээллийн системийн ArcGis 10.1, ENVI 4.8 програм, хангамжийг ашиглан тодорхойлж, боловсруулалт хийж үр дүнг аргагүйн дагуу гаргана (2.1 дүгээр зураг). Үүнд:

1. Landsat дагуулын 1991-2014 оны 140,141,142,143 орбитын 25, 26, 27, 28 замын мэдээнээс Монгол орны нутаг дэвгэрт хамрагдах мөстөл, мөсөн голын талбайн өөрчлөлтийг тодорхойлох

2. Өндрийн тоон мэдээнээс мөсөн захын өндрийн өөрчлөлт, зүг зовхис болон хажуугийн налуу, чиглэл зэргийг тус тус тодорхойлох

3. Автомат цаг уурын станцын ажиглалтын мэдээ, уур амьсгалын загвараар сэргээн тооцсон уур амьсгалын торон сүлжээний мэдээ зэргээр мөстлийн масс баланс, хайлалтын параметр, хайлалтын тархацыг тодорхойлох, зураглах зэрэг болно.

Судалгаанд ашигласан Landsat-TM нь 7 сувагтай, Landsat 8 нь 13 сувагтай бөгөөд тус бүр нь сэдэвчилсэн зураг авдаг, орон зайн шийдэл нь 30 м, хугацааны шийдэл нь 16 өдөр байна. STRM-DEM нь 30 м-ийн нарийвчлалтай болно.

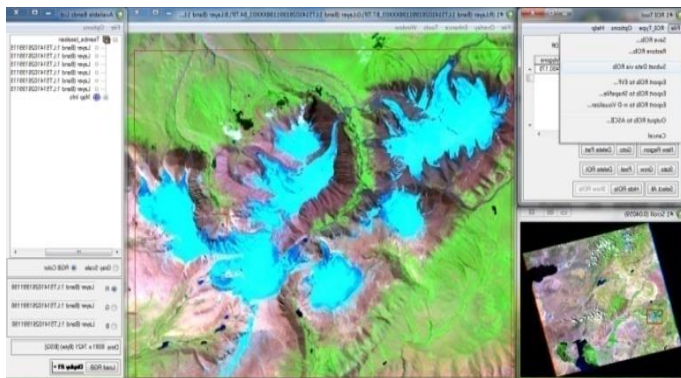


2.1 дүгээр зураг. Судалгааны аргазүйн бүдүүвч

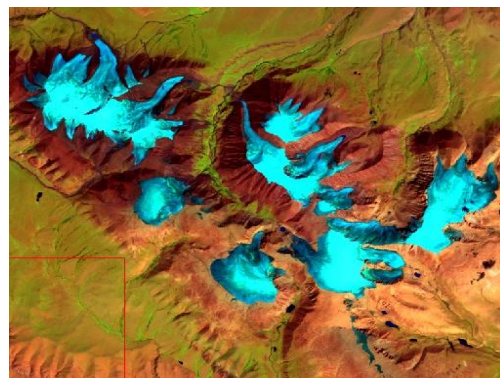
Мөстлийн талбайн өөрчлөлтийг тооцоход тус хиймэл дагуулын мэдээний урьдчилан боловсруулалтыг Envi 4.8 программаар доор үзүүлсэнчлэн a, b алхмаар хийнэ.

а) Ландсат дагуулын сувгуудыг зөв дараалалд оруулж, судалгааны мөстлийн талбайг сонгож авна.

б) Сонгосон мөстлийн массивт хамгийн их үнэний (төсөөтэйн) ангиллыг ашиглана. Тус ангилал нь хамгийн их үнэний (Maximum Likelihood) статистик тооцоонд үндэслэгдэнэ.



2.2 дугаар зураг. Талбайг сонгох үйл явц



2.3 дугаар зураг. Сонгосон талбайн байдал

Энэхүү аргын алгоритм нь орсон анги тус бүрийн статистик хуваарилалт хэвийн тархацтай гэж үздэг бөгөөд тухайн сонгосон цэг (пиксель) нь тодорхой нэг ангилалд хамаарах хамгийн их магадлалыг тооцдог (Richards, J.A., 1999, Remote Sensing Digital Image Analysis, Springer-Verlag, Berlin, p. 240).

$$g_i(x) = \ln p(\omega_i) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_i| - \frac{1}{2}(x - m_i)^t \Sigma_i^{-1} (x - m_i) \quad (2.1)$$

Үүнд: i - ангиллын дугаар

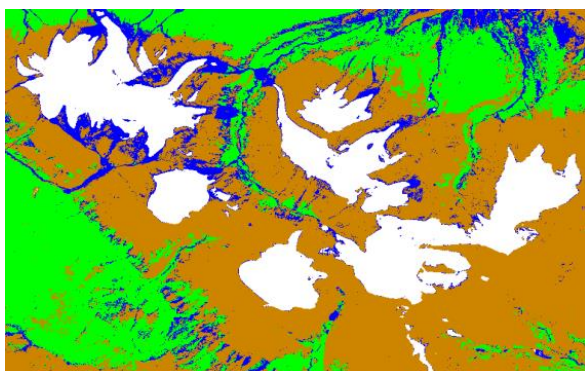
x - n дугаарын сувгийн мэдээ

$p(i)$ - i ангиллын хангамшил

Σ_i - i ангилал дахь мэдээний ковариант матрицийн тодорхойлогч

Σ_i^{-1} - түүний эсрэг матриц

m_i - дундаж вектор



2.4 дүгээр зураг. Газар бүрхэвчийн ангилал

Судалгаанд сонгосон мөстөл, ус, ургамал, хөрс гэсэн 4 анги тус бүрийн цэгийн утгыг авч, атрибут мэдээгээр ангилж, мөстлийн талбайн хэмжээг тодорхойлно.

Газарзүйн мэдээллийн системийн ArcGIS программын хажуугийн чиглэлийн тооцооны бүдүүвчийг ашиглана. 30 метрийн нарийвчлалтай ASTER GDEM-ийн өндрийн тоон утга бүрд мөстлийн хажуугийн чиглэлийг тооцох ба үүний тулд тухайн өндрийн 1 утгыг тойрсон 8 өндрийн тоон утгыг ашиглана (2.5 дугаар зураг). Хажуугийн чиглэлийн тооцоог дараах байдлаар хийнэ.

Нэгдүгээрт тооцооны бүдүүвчийн “e” өндөр дэх хажуугийн хэвгийг “x” чиглэлд дараах байдлаар тооцно.

$$\frac{dz}{dx} = \frac{(c + 2f + i) - (a + 2d + g)}{8} \quad (2.2)$$

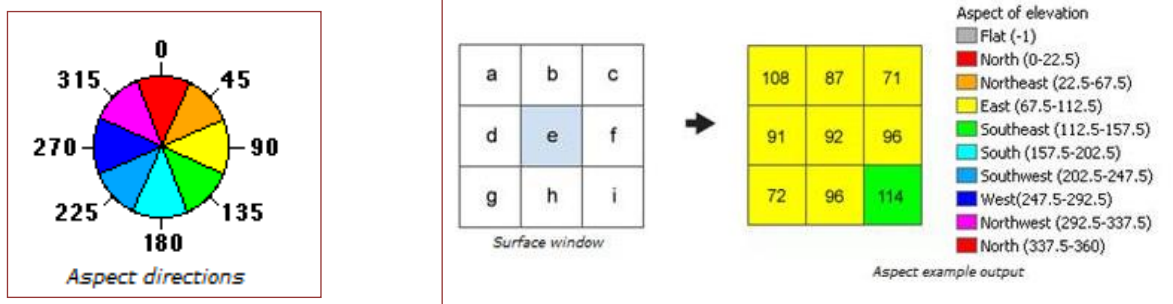
Хоёрдугаарт “e” өндөр дэх хажуугийн хэвгийг тооцооны бүдүүвчийн “y” чиглэлд дараах байдлаар тооцно.

$$\frac{dz}{dy} = \frac{(g + 2h + i) - (a + 2b + c)}{8} \quad (2.3)$$

Энэ бүдүүвчийн “e” өндрийн мөсний хажуугийн чиглэлийг дараах тэгшитгэлээр олно.

$$aspect = 57.29578 * \text{atan2} ([dz/dy], -[dz/dx]) \quad (2.4)$$

Хажуугийн “e” өндөр дэх чиглэлийг дараах байдлаар азимут өнцөгт шилжүүлнэ. Хэрэв чиглэл $< 0^\circ$ бол азимут өнцөг $= 90^\circ$ - чиглэл, хэрэв чиглэл $> 90.0^\circ$ бол азимут өнцөг $= 360^\circ$ - чиглэл+ 90° байна (2.5 дугаар зураг).



2.5 дугаар зураг. Уулсын мөстлийн хажуугийн чиглэлийн тооцооны бүдүүвч

Мөстлийн том массив Таванбогд уулс, түүний орчимд, томоохон массив Цамбагарав, дундавтар массив Түргэн, Хархираа, Мөнххайрхан уулсад, дунд хэмжээний массив Өндөрхайрхан, Их Түргэн (Асгат), Сутай уулсад, багавтар массив Нарийн голын эх, Нортын нуруу, Өмнөхайрхан, Хүрэмт, Буянт, Сайр уулсад, бага массив Баатар, Хайртын нуруу, Тахилт, Хатуугийн Мөнх цаст, Цагаан уул, Самартай уулсад, жижиг массив Их Түргэн, Асгатын даваа, Хажимын салаа, Баян, Хайртын даваа, Хойт бөөрөг, Мөнх цаст Цагаан, Бага Түргэн (Сыргаль), Хөх Сэрх, Дэлүүний эхэн уул, Цэнгэлхайрхан, Бугат уулсад, маш жижиг мөстлийн массив Чандмань, Сарьдагийн даваа, Ганц модны даваа, Отгонтэнгэр, Мөнхсарьдаг, Сийлхэм, Цагаан-Асга, Халагаш, Мараа, Салбан голын эхэн зэрэг 42 уулсад уулсад тархжээ (2.6 дугаар зураг).

Мөстлийн хиймэл дагуулын мэдээ 2000 оноос хойш байгаа бөгөөд 1991 оны хиймэл дагуулын мэдээтэй Цамбагарав, Мөнххайрхан, Бугат, Сайр, Дэлүүн, Мараа, Тахилтын нуруу, Буянт зэрэг мөстлийн талбайг тогтоов.

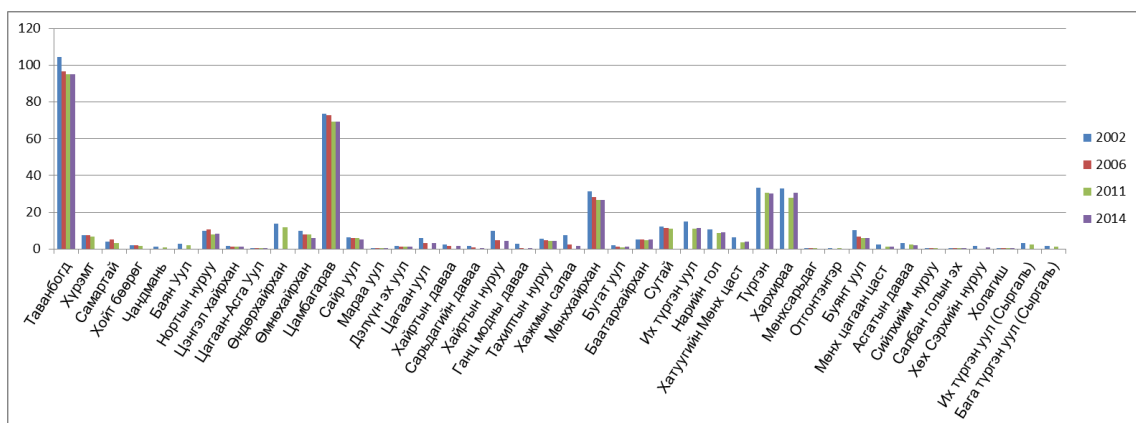
Мөстөл, мөсөн голын тоо 2002 онд 643, 2006 онд 615, 2011 онд 606, 2014 онд 604 тус тус байна.

Мөстлийн талбай нь 2002 онд 450.7 км², 2006 онд 414.9 км², 2011 онд 377.5 км², 2014 онд 375.4 км² байна.

Талбайн бууралт 2002 оноос 2006 оны хооронд 35.7 км² буюу 7.9%, 2002-2011 онд 73.3 км² буюу 16.3%, 2002-2014 онд 75.4 км² буюу 16.7 хувиар тус тус буурсан байна (2.1 дүгээр хүснэгт).

Мөстлийн массивыг 2000 оны ЛАНДСАТ дагуулын мэдээгээр дотор нь хуваавал 10 км²-аас дээш талбайтай Потанин, Александрын мөсөн гол зэрэг 4 том мөстөл, 5-10 км² талбайтай 8 томоохон мөстөл, 3-5 км² талбайтай 16 дундавтар, 1-3 км² талбайтай 53 дунд, 1 км²-аас бага талбайтай 500 гаруй бага, жижиг, маш жижиг мөстөл бий (Г.Даваа нар, 2012).

Мөстлийн массивыг 2014 оны ЛАНДСАТ дагуулын мэдээгээр дотор нь хуваавал 10 км²-аас дээш талбайтай Потанин, Александрын мөсөн гол зэрэг 2 том мөстөл, 5-10 км² талбайтай 8 томоохон мөстөл, 3-5 км² талбайтай 19 дундавтар, 1-3 км² талбайтай 75 дунд, 1 км²-аас бага талбайтай 518 бага, жижиг, маш жижиг мөстөл байна. Ийнхүү том мөстөл томоохон мөстлийн ангилалд, томоохон мөстөл дундавтар мөстөл гэх зэргээр мөстлийн талбай, тоо багасчээ.



2.6 дугаар зураг. Мөстөл, мөсөн голын талбай

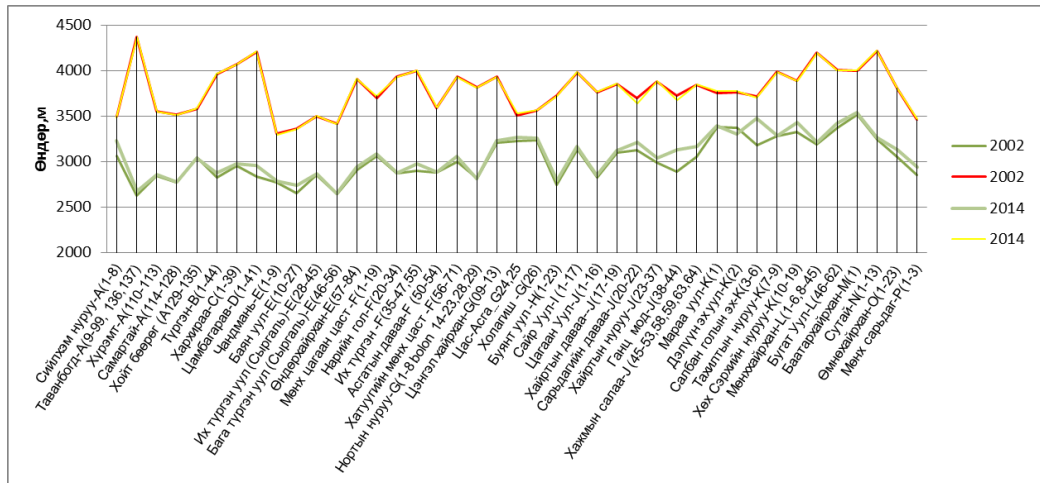
2.1 дүгээр хүснэгт. Мөстөл, мөсөн голын талбайн бууралт ба тоо

	2002	2006	2011	2014
Мөсөн голын тоо	643	615	606	604
Талбай, км ²	450.74	414.98	377.466	375.37
Талбайн бууралт, км ²		35.7 (-7.9%)	73.3 (-16.3%)	75.4 (-16.7%)

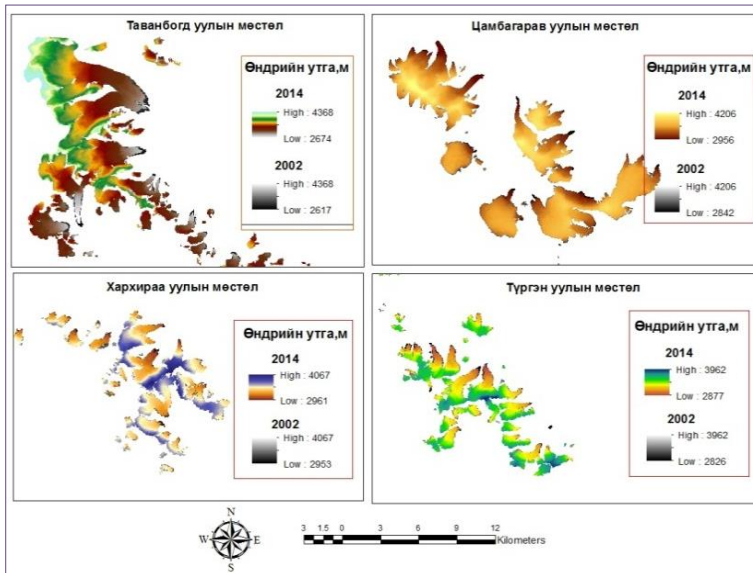
Мөстөл, мөсөн голын 2002-2015 оны талбайд өндрийн хамгийн их, дундаж, хамгийн бага утгыг 30 метрийн нарийвчлалтай ASTER-DEM-ээр тодорхойлсон үр дүнгээс үзэхэд 2002 онд дээрх 42 уулсад тархсан мөсөн голын хамгийн их өндөр Алтайн Таванбогд уулын Потанины мөсөн голд 4068 м, хамгийн бага нь Таванбогд уулын жижиг мөстөлд 2622 м байсан бол 2015 онд хамгийн их өндөр Алтайн Таванбогд уулын Потанины мөсөн голд 4068 м, хамгийн бага нь Бага Түргэн (Сыргаль) уулын мөстөлд 2649 м болжээ (2.7,8 дугаар зураг).

Мөсөн голын доод хил 2002-2014 оны хооронд дунджаар 49 метрээр дээш огшсон байна. Харин мөстлийн хамгийн их өндөр 42 уулсын 20 уулсад өөрчлөгдөөгүй, үлдсэн 22 уулсад энэ өндөр дунджаар 2 метрээр доошилжээ.

Мөстөл мөсөн голын талбайн 2002-2014 он хоорондын бууралтыг 42 уулсын мөстлийн хажуугийн чиглэлийн зүг зовхисоор авч үзвэл хамгийн их хайлалт зүүн хойт хажуугийн мөстөлд 26.4 км² (-19.7%), хамгийн бага хайлалт баруун өмнөд хажуугийн мөсөн мөстөлд 1.5 км² (-12.3%) тус тус хайлсан байна (2.2 дугаар хүснэгт).



2.7 дугаар зураг. 42 уулсын мөстлийн доод хилийн өндөр

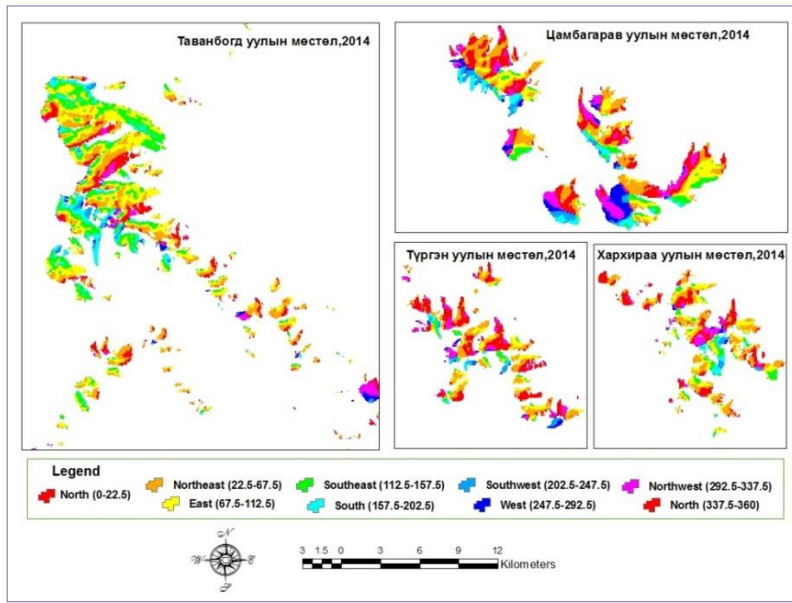


2.8 дугаар зураг. Зарим уулсын мөсний хилийн өндөр

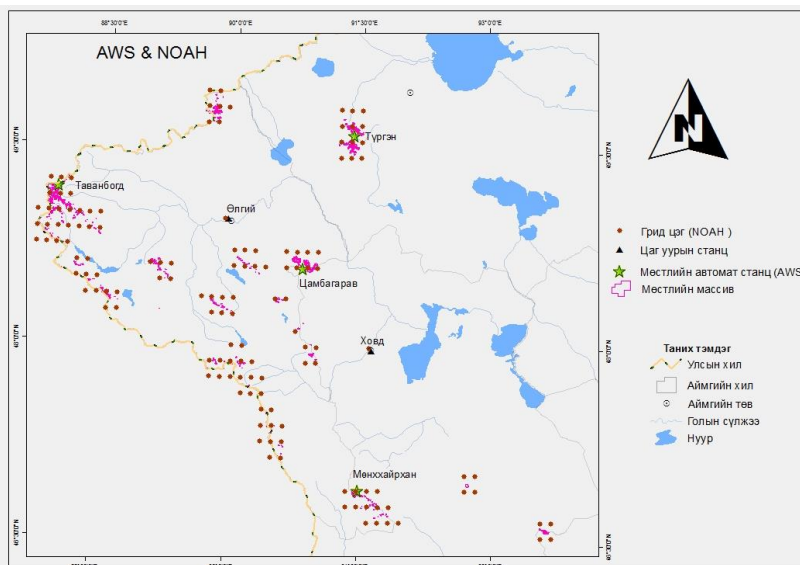
2.2 дугаар хүснэгт. Мөстлийн талбайн бууралт (зүг зовхисоор)

Үзүүлэлт	N(0-22.5°C), (337.5-360°C)	NE (22.5- 67.5°C)	E (67.5- 112.5°C)	SE (112.5- 157.5°C)	S (157.5- 202.5°C)	SW (202.5- 247.5°C)	W (247.5- 292.5°C)	NW(292.5- 337.5°C)
2002	110.1	134.1	84.6	46.0	21.3	12.0	15.1	35.9
2014	92.6	107.6	69.5	38.6	18.5	10.5	11.4	28.0
Талбайн бууралт, км ²	-17.5 (15.9%)	-26.4 (19.7%)	-15.1 (17.8%)	-7.4 (16.0%)	-2.8 (13.0%)	-1.5 (12.3%)	-3.8 (25.0%)	-7.9 (21.%)

Монгол орны уулсын хажуугийн чиглэлийн бичил уур амьсгалын онцлог, чийг, дулааны хангамжийг тодорхойлогч нарны цацраг, хур тунадас, цасны зөөгдөл, хунгарлалтыг тодорхойлогч салхины зонхилох чиглэлтэй уялдан 2002 оны байдлаар бүх мөстөл, мөсөн голын 24.0 хувь хойш, 29.2 хувь зүүн хойш, 7.8 хувь баруун хойш буюу нийт 61 хувь уулын ар, 18.4 хувь зүүн, 10.0 хувь зүүн өмнө тийш тогтжээ. Уулсын өмнө, баруун өмнө, баруун хажууд тогтсон мөстлийн хувь бага, 2.6-4.6 хувь буюу нийт 10.5 хувь эдгээр зүгт чиглэн тогтжээ (2.9 дүгээр зураг).



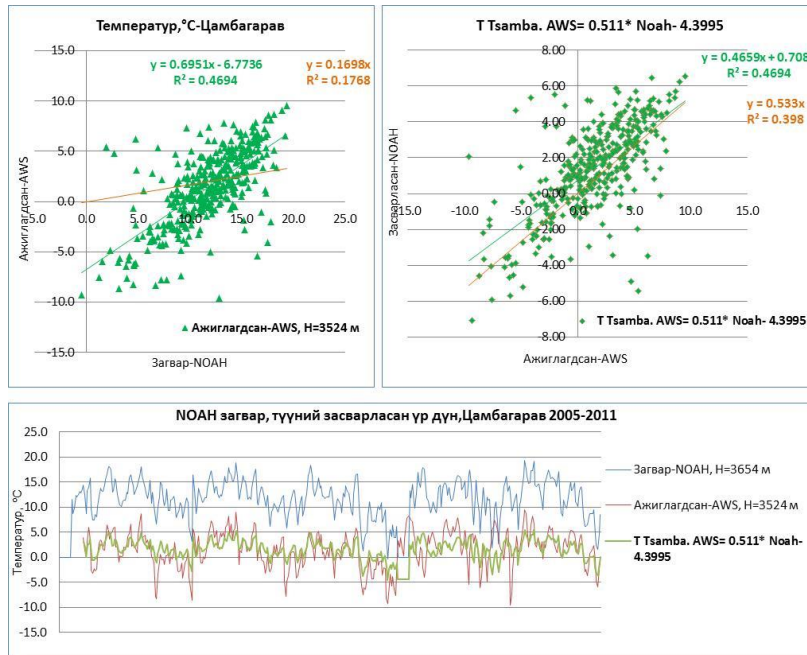
2.9 дүгээр зураг. Зарим уулсын зүг зовхис



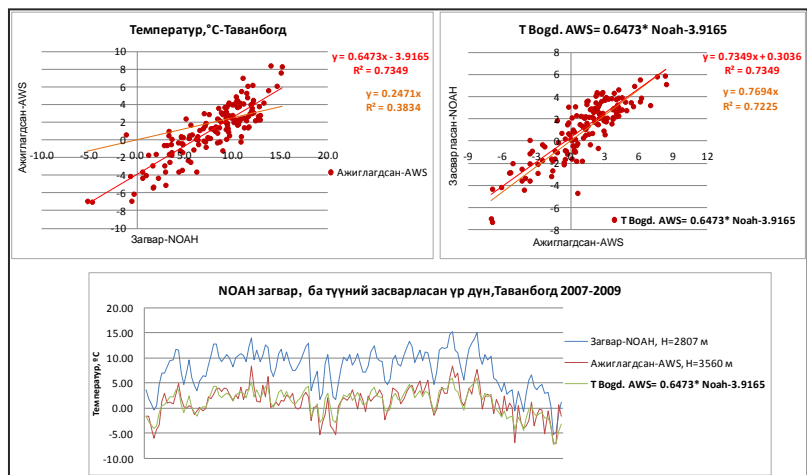
2.10 дугаар зураг. Мөстлийн автомат цаг уурын станц ба WRF-NOAH загварын мэдээний торон сүлжээний байршил

Мөстөл, мөсөн голуудад WRF-NOAH загвараар 2001-2011 онд сэргээн тооцсон агаарын температурын 6-9 дүгээр сарын хоногийн дундаж температурын торон сүлжээний мэдээг (2.10 дугаар зураг) Таванбогд, Цамбагарав, Мөнххайрхан мөстөлд суурьлуулсан цаг уурын автомат станц (AWS), цаг уурын Өлгий, Ховд станцын мэдээтэй харьцуулж, $T_{\text{Таванбогд}} \text{ AWS} = 0.6473 \cdot T_{\text{Noah}} - 3.9$, $T_{\text{Цамбагарав}} \text{ AWS} = 0.6951 \cdot T_{\text{NOAH}} - 6.77$, $T_{\text{Мөнххайрхан}}$

$AWS=0.5474 \cdot T_{NOAH}-2.2518$, $T_{\text{Өлгий станц}}=0.8994 \cdot T_{NOAH}+5.5$, $T_{\text{Ховд станц}}=0.8836 \cdot T_{NOAH}+3.8$ зэрэг шугаман тэгшитгэлээр WRF-NOAH загварын температурын мэдээнд засвар хийв.



2.11 дүгээр зураг. Цамбагарав болон NOAH загварын харьцуулалт

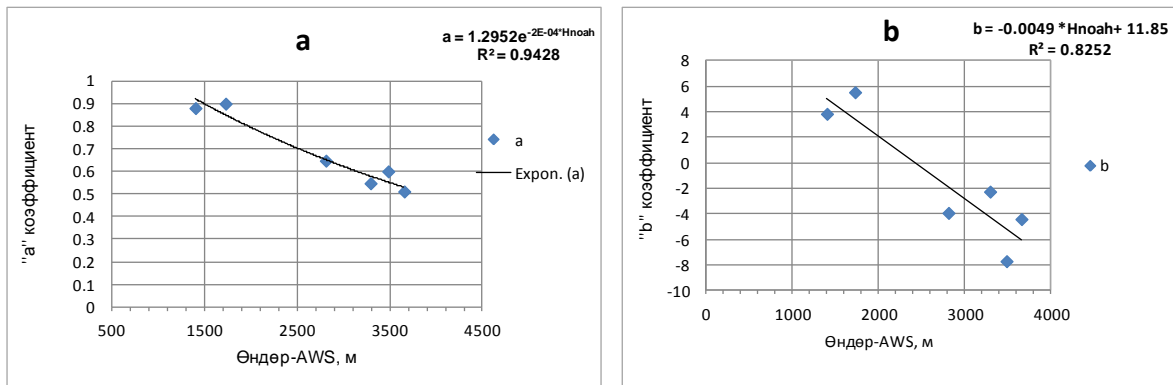


2.12 дугаар зураг. Таванбогд болон NOAH загварын харьцуулалт

Таванбогд дахь цаг уурын автомат станц ба мөн түүний орчмын WRF-NOAH загвараар сэргээн тооцсон торын цэгийн агаарын температурын хоорондын хамаарлын итгэлцүүр засвар хийхээс өмнө 0.24 бол засвар хийсний дараа 0.76 болж, Цамбагарав автомат станц ба мөн орчмын WRF-NOAH загварын агаарын температур хоорондын хамаарлын итгэлцүүр 0.16-аас 0.53 болж, Мөнххайрхан автомат станц ба мөн орчмын WRF-NOAH загварын агаарын температур хоорондын хамаарлын итгэлцүүр 0.33-аас 0.65 болж, Өлгий станц ба мөн орчмын WRF-NOAH загварын агаарын температур хоорондын хамаарлын итгэлцүүр 1.30-аас 0.99 болж, Цаг уурын Ховд станц ба мөн орчмын WRF-NOAH загварын агаарын температур хоорондын хамаарлын

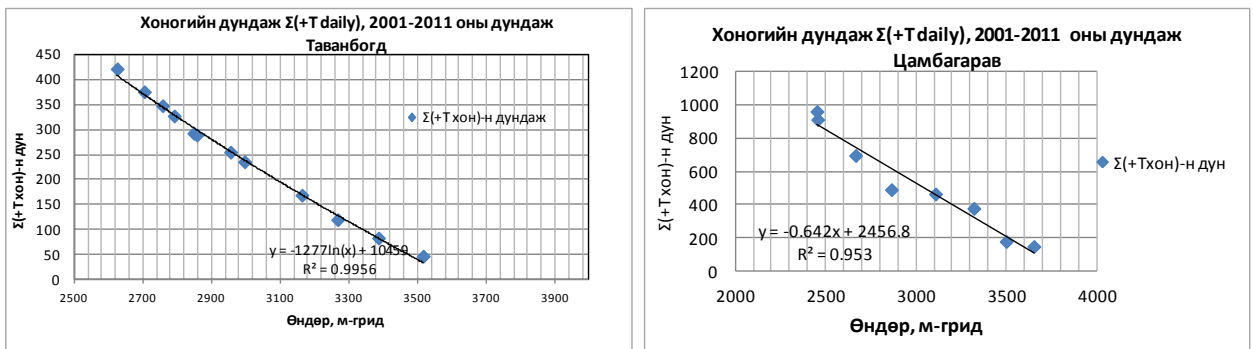
итгэлцүүр 1.10-аас 0.99 болж тус тус сайжирч алдаа нь буурав (2.11,12 дугаар зураг).

Дээрх тэгшитгэлүүдийн *a* болон *b* итгэлцүүрийн өндрийн хамаарлыг ашиглан WRF-NOAH загварын агаарын температурын торон сүлжээний мэдээнд засвар хийх шугаман хамаарлын тэгшитгэлийн $a = 1.2952 \exp(-2E-04 \cdot H_{noah})$, $b = -0.0049 \cdot H_{noah} + 11.85$ тэгшитгэлийн утгыг тодорхойлов. Энэ мэдээг ашиглан 42 уулсын мөстлийн массивийг (хавсралт 1) хамарсан WRF-NOAH загварын 134 торон цэг дээрх 2001-2011 оны WRF загвараар сэргээн тооцсон агаарын температурт өндөр ууланд байрлуулсан автомат цаг уурын станцын мэдээгээр засвар хийв (2.13 дугаар зураг).



2.13 дугаар зураг. “a” болон “b” итгэлцүүрийн өндрийн хамаарал

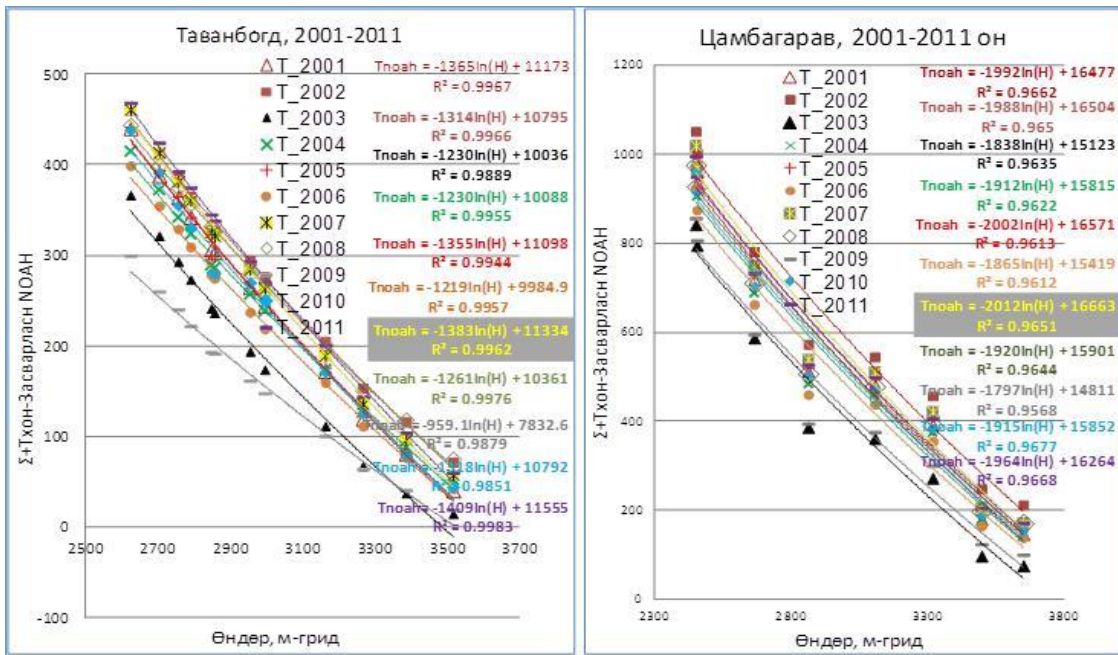
Таванбогд болон Цамбагарав уулын мөстлийн орчимд нийт 20 торон цэг дээр засварласан хоногийн дундаж нэмэх температурын жил бүрийн нийлбэр 2001-2011 оны дунджаар Таванбогдод өндрөөсөө хамааран 2600-2900 м өндөрт 420-300°C, 2900-3500 м өндөрт 300-47°C байхад Цамбагаравт өндрөөсөө хамаарч 2400-3000 м өндөрт 960-480°C, 3000-3650 м өндөрт 480-150°C тус тус байна (2.14 дүгээр зураг).



2.14 дүгээр зураг. Хоногийн дундаж нэмэх температурын жилийн нийлбэрийн өндрийн хамаарал

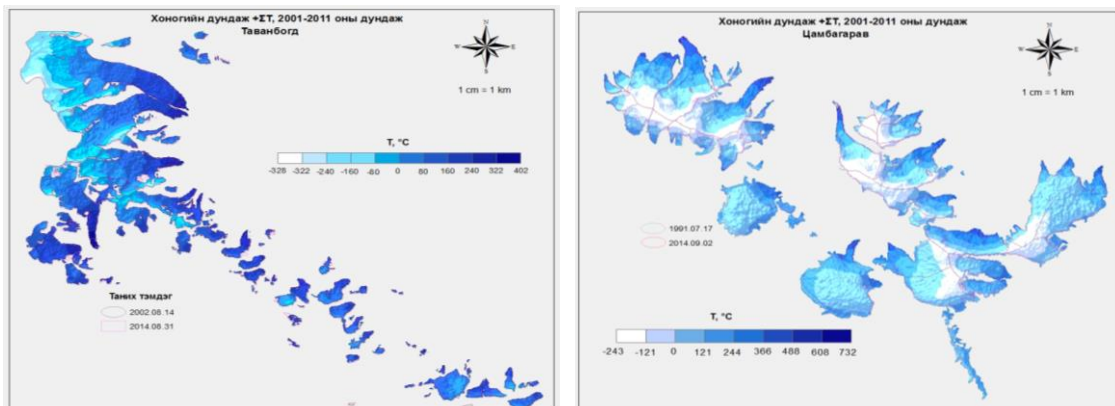
Таванбогдод жилийн засварласан хоногийн дундаж нэмэх температурын нийлбэрийн хамгийн бага нь 2009, 2003 онд 300°C, 366°C, хамгийн их температур нь 2011, 2002 онд 468°C, 460°C байхад Цамбагарав мөстөлд хамгийн бага температур нь 2003, 2009 онд хамгийн бага нь 840°C, 856°C, хамгийн их температур нь 2002, 2007 онд 1050°C, 1020°C тус тус байна (2.15

дугаар зураг). Эндээс үзэхэд өндөр уулын агаарын температурыг WRF-NOAH загвар ихэсгэж загварчилж байна. Иймээс цаашид орон зайн нарийвчлалыг 5-1 км хүртэл нэмэгдүүлэх, загварын параметруудийг өндөр уулын цаг уурын станцуудын мэдээгээр нарийвчлан тодорхойлох шаардлагатай байна.



2.15 дугаар зураг. Хоногийн дундаж нэмэх температурын нийлбэрийн өндрийн хамаарал (жил ба засварласан)

Агаарын засварласан температурын мэдээгээр тооцоход дулаан улирлын хоногийн дундаж нэмэх температурын жилийн нийлбэр өндөрсөх тутам 100 м-т Таванбогдод 41.7°C, Цамбагаравт 70.1°C тус тус буурч байна. Дулаан улирлын хоногийн дундаж агаарын температур өндрийн 100 м тутамд Таванбогдод 0.5°C, Цамбагаравт 0.9°C буурч байна. Энэ нь мөн цаашид загварыг сайжруулах шаардлагатайг илэрхийлж байна.

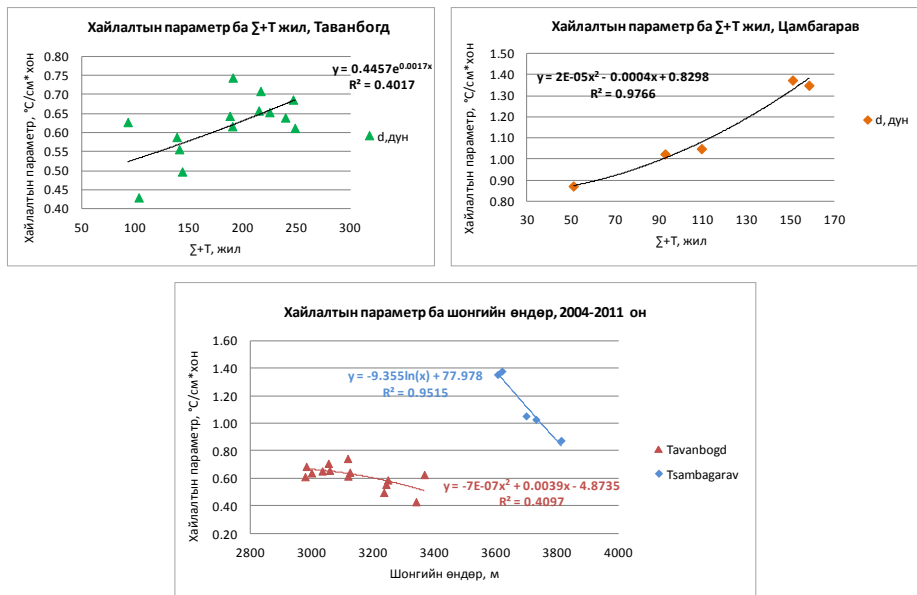


2.16 дугаар зураг. Хоногийн дундаж +ΣТ, 2001-2011 оны дундаж

Хоногийн дундаж температурын нэг градус төсний хайлах зузааны хэмжээг хайлалтын параметр гэнэ. 2004-2011 оны засварласан, хоногийн нэмэх температурын нийлбэрийг Таванбогдын Потанины мөсөн голын 14 шон,

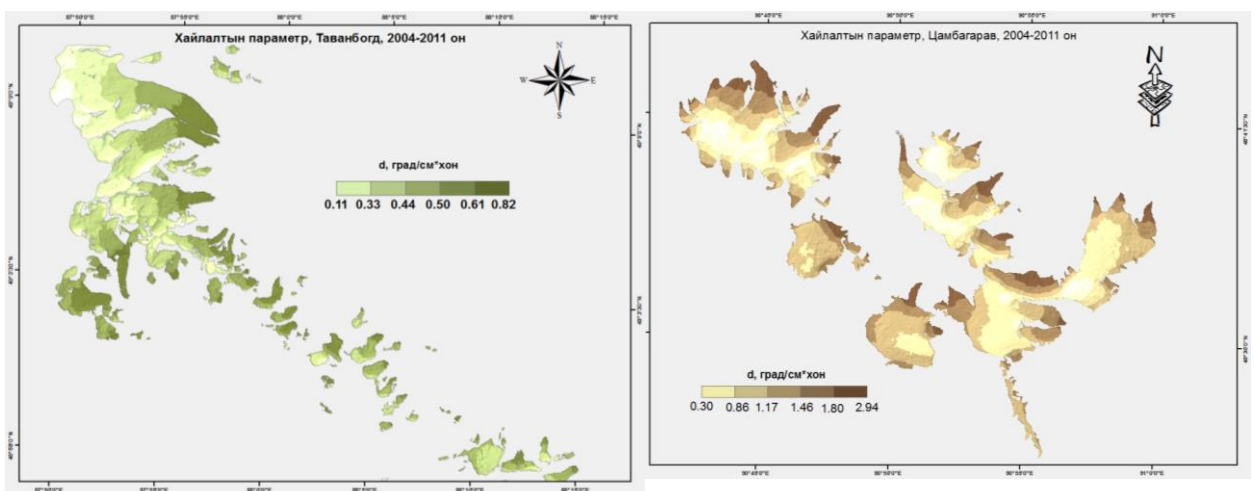
Цамбагарав уулын Улаан амны эхний Урд мөстлийн 6 шонгоор хэмжсэн жил бүрийн хайлалтын нийлбэртэй харьцуулж хайлалтын параметрийг тодорхойлов.

Хайлалтын параметр нь Потанины мөсөн голд өндөр, 2004-2011 оны хоногийн дундаж нэмэх температураас (80-250°C) хамаарч дунджаар 0.4-0.8 см/(°C·хоног), Цамбагарав уулын мөстөлд эдгээр нь 50-160°C ба 0.8-1.5 см/(°C·хоног) тус тус байна (2.17 дугаар зураг).



2.17 дугаар зураг. Хайлалтын параметр ба нэмэх температурын нийлбэр, өндрийн хамаарал

Хайлалтын параметр буурч байгаа нь мөстлийн нягттай холбоотой байж болзошгүй юм. Өндөрсөх тутам мөсний нягт ихсэж хайлалтын параметр багасна. Гэхдээ загвараар сэргээн тооцсон агаарын температурын нарийвчлалаас хамаарч эл зүй тогтол Таванбогд ба Цамбагарав уулсад өөр өөр байгаа нь цаашид загварыг сайжруулах шаардлага буйг харуулж байна.



2.18 дугаар зураг. Хайлалтын параметрийн тархац

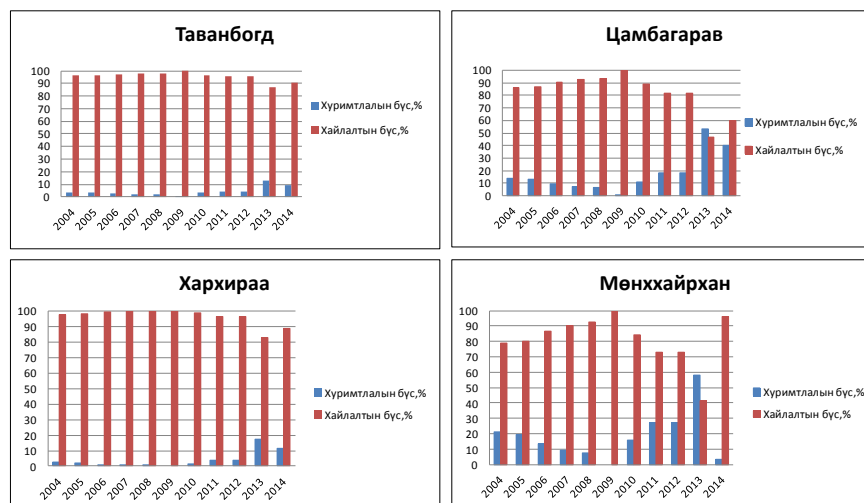
Мөстөл, мөсөн голын хайлалт ба хуримтлалын бүсийн зааг болох гөлчир мөсний хилийг Монгол орны мөстөлд Таванбогд, Цамбагарав уулсын мөстлийн хайлалтын хэмжилтийн 2004-2014 оны мэдээ, түүний өндрийн хамаарлаар тэг хайлалтад харгалзах өндрөөр тодорхойлов (2.19 дугаар зураг). Монгол орны мөстөл, мөсөн голын гөлчир мөсний 2004-2009 оны дундаж хил 3900 м байна. Энэ хугацаанд уг хилийн өндөр 333 м-ээр дээшилсэн ба 2010-2014 онд 3750 м буюу 533 м –ээр буурсан байна (2.19 дүгээр зураг).



2.19 дүгээр зураг. Гөлчир мөсний хилийн өндөр, 2004-2014 он

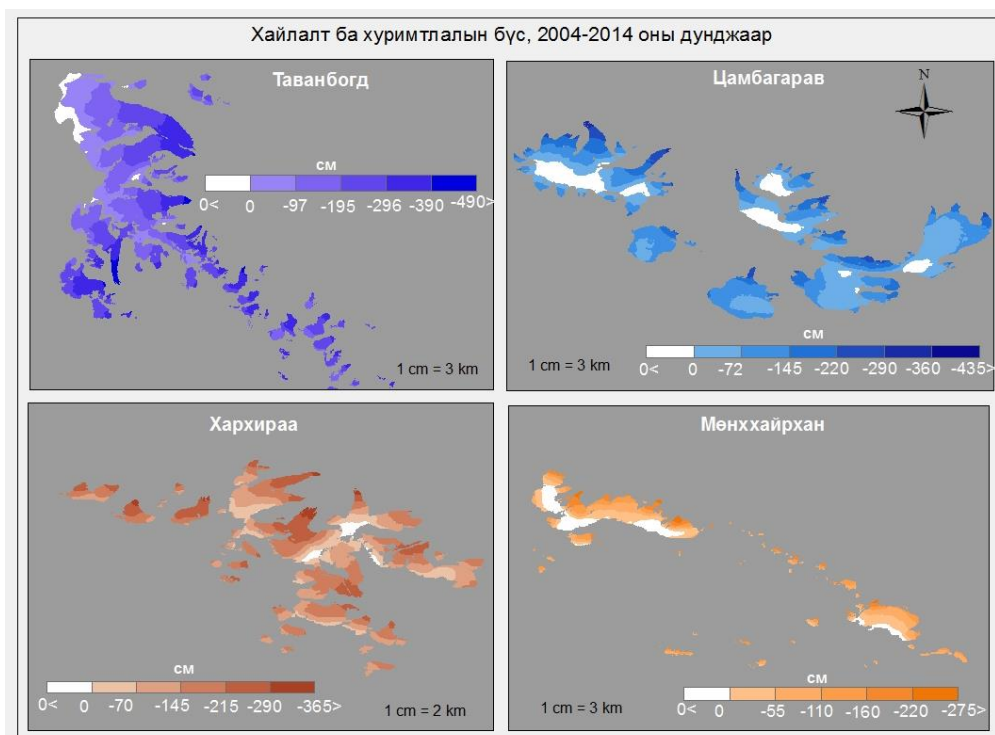
Таванбогд, Цамбагарав уулсын мөстөлд 2004-2014 онд хийсэн хээрийн хэмжилтээр мөсний хайлалтын өндрийн хамаарлын 1.70 дугаар тэгшитгэлээр мөстлийн хайлалтыг тооцов.

Таванбогд, Цамбагарав, Хархираа, Түргэн, Мөнххайрхан, Бугат, Сутай, Баатархайрхан, Их Түргэн, Хатуугийн Мөнх цаст, Нарийн голын эх, Өндөрхайрхан, Цэнгэлхайрхан, Буянт уул, Нортын нуруу, Өмнөхайрхан, Сайр, Хөх Сэрхт, Мараа, Тахилт, Дэлүүн, Хайртын даваа, Хайртын нуруу, Хажмын салаа, Ганцмод, Цагаан зэрэг уулсад гөлчир мөсний хилийн өндрөөр хайлалт, хуримтлалын бүсийн хэмжээг тогтоов. Харин үлдсэн 16 уулсын мөстөл зөвхөн хайлалтын бүстэй байна (2.20, 2.21 дүгээр зураг).



2.20 дугаар зураг. Мөстлийн талбайн хайлалт, хуримтлалын бүсийн талбайн хувь

Мөстлийн хайлалтын бүсийн талбай бүх мөстөлд хуримтлалын талбайгаас их байгаа боловч сүүлийн зарим жилд Цамбагарав, Мөнххайрхан зэрэг уулсад хуримтлалын бүсийн талбай нэмэгдэж хайлалтын бүстэй дүйцэж байсан тохиолдол байна (2.20 дугаар зураг).



2.21 дүгээр зураг. Мөстлийн хайлалтын хэмжээ, 2004-2014 оны дунджаар

Дээрх тооцоогоор Таванбогд уулын бүх мөстөлд 2004-2014 оны дунджаар 495 см хайлсан ба тус мөстлийн талбайн 95% нь хайлалтын бүсэд хамрагдаж байна. Хайлалт 2004-2009 оны хооронд эрчимтэй явагдаж талбайн хэмжээ дунджаар 98 % хүртэл хайлалтын бүсэд байсан бол 2010-2014 онд хуримтлал бий болж хайлалтын талбай дунджаар 93 % хүрч, буурсан байна.

Цамбагарав уулын мөстөлд 2007 онд хамгийн их хайлалтын хэмжээ 480 см, 2013 онд хамгийн бага хайлалтын хэмжээ 273 см байна. 2004-2014 оны дунджаар 365 см хайлсан ба тус мөстлийн талбайн 82 % нь хайлалтын бүсэд оршиж байна. Хайлалт 2004-2009 оны хооронд эрчимтэй явагдаж талбайн хэмжээ дунджаар 92 % хүртэл хайлалтын бүсэд байсан бол 2010-2014 онд хуримтлал бий болж хайлалтын талбай 72 % хүрч, буурсан байна.

Хархираа уулын мөстөлд 2007 онд хамгийн их хайлалтын хэмжээ 480 см, 2013 онд хамгийн бага хайлалтын хэмжээ 274 см байна. 2004-2014 оны дунджаар 366 см хайлсан ба тус мөстлийн талбайн 96 % нь хайлалтын бүсэд оршиж байна. Хайлалт 2004-2009 оны хооронд эрчимтэй явагдаж талбайн хэмжээ дунджаар 98 % хүртэл хайлалтын бүсэд байсан бол 2010-2014 онд хуримтлал бий болж хайлалтын талбай 92 % хүрч, буурсан байна.

Мөнххайрхан уулын мөстөлд 2007 онд хамгийн их хайлалтын хэмжээ 370 см, 2013 онд хамгийн бага хайлалтын хэмжээ 189 см байна. 2004-2014 оны дунджаар 276 см хайлсан ба тус мөстлийн талбайн 81 % нь хайлалтын бүсэд оршиж байна. Хайлалт 2004-2009 оны хооронд эрчимтэй явагдаж талбайн

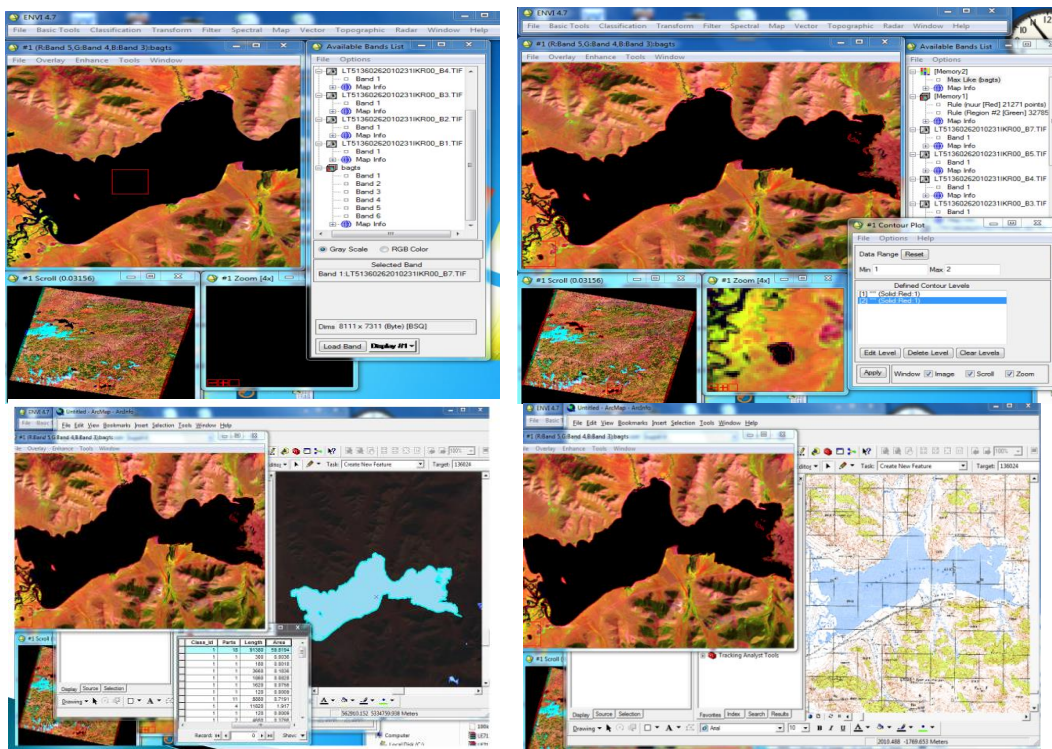
хэмжээ дунджаар 88 % хүртэл хайлалтын бүсэд байсан бол 2010-2014 онд хуримтлал бий болж хайлалтын талбай дунджаар 74 % хүрч, буурсан байна.

Хуримтлал ба хайлалтын бүстэй дээр дурдсан 26 уулсад 2004-2014 оны дунджаар мөстлийн талбайн 93% нь хайлалтын бүсэд оршино.

2.2 Монгол орны нуурын усны балансын 1981-2010 оны мэдээллийн сан, каталоги

Судалгаанд газарзүй мэдээллийн системийн ArcGis 10,1, ENVI 4.7, Excel зэрэг програмуудыг судалгаанд ашиглав (2.22 дугаар зураг).

Нуурын талбайг LANDSAT дагуулын мэдээг ENVI 4.7 программ ашиглан 4, 5, 3 дугаар сувгийн өнгөөр харна. Энэ усыг илүү тод ялгаж харуулна. Газар бүрхэвчийн ангиллыг ус ба бусад гэж 2 хувааж хийнэ. Ангилсан мэдээг ArcGis 10.1 программ хангамжаар нуурын талбай, дүрсзүйн зарим элементийг тодорхойлно.



2.22 дугаар зураг. LANDSAT дагуулын мэдээгээр Тэрхийн Цагаан нуурын талбай, дүрсзүйн зарим элементийг тодорхойлсон ба топозурагтай харьцуулсан байдал

Нуурын усны гадаргын ууршлыг тооцоход хөрсний гадаргын температурын мэдээгээр дараах хамаарлын тэгшитгэлийг ашиглан усны сарын дундаж температурыг олно. Усны температур, салхины дундаж хурд, агаарын үнэмлэхүй чийг зэрэг ажиглалтын мэдээ болон WRF, Reg-CM загвараар сэргээн тооцсон уур амьсгалын мэдээг усны гадаргын ууршлыг тооцоход хэрэглэнэ. Үүнээс усны гадаргын температурыг хөрсний гадаргын температурын мэдээгээр дараах байдлаар тооцов (Г. Даваа, 1996).

$$4 \text{ дүгээр сард: } t_{yc} = (-0.00044 \cdot H + 0.89) \cdot t_{x\text{epc}} \quad (2.5)$$

$$5 \text{ дугаар сард: } t_{yc} = (-0.00043 \cdot H + 1.04) \cdot t_{x\text{epc}} \quad (2.6)$$

$$6 \text{ дугаар сард: } t_{yc} = (-0.00032 \cdot H + 1.02) \cdot t_{x\text{epc}} \quad (2.7)$$

$$7 \text{ дугаар сард: } t_{yc} = (-0.00018 \cdot H + 0.96) \cdot t_{x\text{epc}} \quad (2.8)$$

$$8 \text{ дугаар сард: } t_{yc} = (-0.00017 \cdot H + 1.02) \cdot t_{x\text{epc}} \quad (2.9)$$

$$9 \text{ ба } 10 \text{ дугаар сард: } t_{yc} = (-0.00017 \cdot H + 1.10) \cdot t_{x\text{epc}} \quad (2.10)$$

Үүнд: H - нуурын усны үнэмлэхүй түвшин, м, $t_{x\text{epc}}$ – хөрсний гадаргын температур, °C, t_{yc} – усны гадаргын температур, °C.

Усны гадаргаас уурших усны хэмжээг дараах томъёогоор олно (Г. Даваа, 1996).

$$E = 0.25 \cdot (1 + 0.36 \cdot V_{200}) \cdot (e_0 - e_{200}) \quad (2.11)$$

$$E = 0.32 \cdot (1 + 0.38 \cdot V_{200}) \cdot (e_0 - e_{200}) \quad (2.12)$$

$$E = 0.19 \cdot (1 + 0.75 \cdot V_{200}) \cdot (e_0 - e_{200}) \quad (2.13)$$

Үүнд: V_{200} - газрын гадаргаас дээш 2.0 м өндөр дэх салхины хурд, м/с, e_0 - усны гадаргын температураар олсон ханасан уурын даралт, гПа, e_{200} – нуур, газрын гадаргаас дээш 2.0 м өндөр дэх агаарын үнэмлэхүй чийг, гПа

Усны ууршлыг далайн түвшнээс дээш 800 м хүртэлх өндөрт 2.11, 800-1600 м өндөрт 2.12, 1600-2200 м дээш өндөрт 2.13 томъёогоор тус тус тодорхойлно.

Аливаа нуурын усны балансын дифференциаль тэгшитгэлийг дараах хэлбэрээр илэрхийлнэ.

$$Q_o(t) + P(t) - Q_r(t) - E(t) = dV/dt \quad (2.14)$$

Үүнд: $Q_o(t)$ - нуурт цутгах нийт урсац, $P(t)$ - хур тунадас, $Q_r(t)$ - нуураас гадагш урсах нийт урсац, $E(t)$ - усны ууршил, dV/dt - нуурын эзлэхүүний Δt хугацааны өөрчлөлт

Аргазүйн дагуу Монгол орны нууруудыг М1:100000 топозураг дахь талбайн хэмжээгээр их, том, томоохон, бэсрэг, багавтар, бага, жижгэвтэр, жижиг, маш жижиг, шал тойром гэж 10 ангилан 1940-оны М1:100000 топозураг, ЛАНДСАТ дагуулын 2000, 2006, 2010, 2013, 2014 оны бүх нууруудын талбай, дүрсзүйн зарим элементүүдийг шинээр тодорхойлон мэдээг бүрдүүлэв (2.3 дугаар хүснэгт).

Монгол орны М1:100000 топозурагт нийт 4296 нуур, тэдгээрийн талбайн нийлбэр 15514.7 км² байна. LANDSAT ETM хиймэл дагуулын 2000 оны мэдээгээр Монгол оронд нийт 4069 нуур, тэдгээрийн талбайн нийлбэр 15384.3 км² байх ба 2000 оны байдлаар 227 нуур ширгэж, нийт талбай нь 130.3 км² буюу 0.8 хувиар багассан байна.

2.3 дугаар хүснэгт. Монгол орны нийт нууруудын ангилал

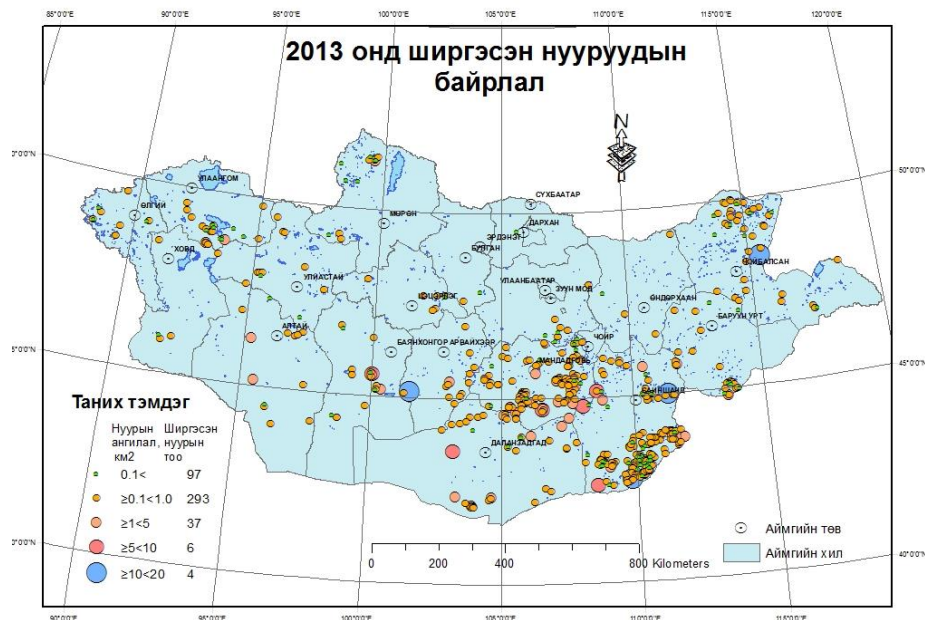
Нуурын ангилал	Талбайн ялгаа	M1:100000 зураг		Landsat хиймэл дагуулын 2000 он		Landsat хиймэл дагуулын 2006 он		Landsat хиймэл дагуулын 2010 он		Landsat хиймэл дагуулын 2013 он		Landsat хиймэл дагуулын 2014 он	
		Нуурын тоо	Талбайн нийлбэр, км ²	Нуурын тоо	Талбайн нийлбэр, км ²	Нуурын тоо	Талбайн нийлбэр, км ²	Нуурын тоо	Талбайн нийлбэр, км ²	Нуурын тоо	Талбайн нийлбэр, км ²	Нуурын тоо	Талбайн нийлбэр, км ²
Их нуур	>1000	4	8824.8	4	8814.74	4	8951.07	4	8947.18	4	8836.25	4	8759.86
Том нуур	≥500.0- <1000.0	2	1245.3	2	1195.12	2	1199.68	2	1195.49	2	1193.07	2	1207.35
Томоохон нуур	≥100.0- <500.0	8	1903.8	8	1962.56	7	1724.98	7	1620.44	7	1600.99	7	1596.59
Бэсрэг нуур	≥50.0- <100.0	11	784.5	11	771.79	10	738.49	10	705.63	11	758.96	12	820.97
Багавтар нуур	≥20.0-<50.0	8	228.0	9	257.45	13	371.68	11	315.06	11	313.15	9	260.38
Бага нуур	≥10.0-<20.0	26	368.4	27	383.05	18	237.42	15	210.49	17	231.23	22	292.98
Жижгэвтэр нуур	≥5.0-<10.0	60	418.2	76	526.81	42	286.87	43	288.42	42	287.92	39	257.08
Жижиг нуур	≥1.0-<5.0	376	788.9	307	653.28	245	512.91	227	467.81	248	511.37	236	481.82
Маш жижиг нуур	≥0.1<1.0	3159	897.4	2921	759.432	2037	582.781	2005	553.437	1852	530.723	1874	534.151
Шал тойром	<0.1	642	55.2	704	60.1082	1447	90.6848	1375	89.2124	1665	92.2564	1522	94.44
Бүгд		4296	15514.7	4069	15384.3	3825	14696.6	3699	14393.2	3859	14355.9	3727	14305.6

LANDSAT TM дагуулын 2006 оны мэдээгээр Монгол оронд нийт 3825 нуур, тэдгээрийн талбайн нийлбэр 14696.6 км² байсан ба 2006 оны байдлаар 471 нуур ширгэж, тэдгээрийн талбай 818.1 км² буюу 5.3 хувиар багассан байна. LANDSAT TM дагуулын 2010 оны мэдээгээр Монгол оронд нийт 3699 нуур, тэдгээрийн нийт талбай 14393.2 км² байсан ба 2010 оны байдлаар 597 нуур ширгэж, тэдгээрийн талбай 1121.49 км² буюу 7.2 хувиар багассан байна. LANDSAT L8 дагуулын 2014 оны мэдээгээр Монгол оронд нийт 3727 нуур, тэдгээрийн нийт талбай 14305.6 км² байна. 2014 оны байдлаар Монгол оронд 569 нуур ширгэж, талбай хэмжээ 1209.05 км² буюу 7.8 хувиар тус тус багассан байна.

2.3 дугаар хүснэгт. Нуур, тойрмын талбайн хэмжээ ба тооны өөрчлөлт

№	Нуурын ангилал	2000	2006	2010	2013	2014
1	Их нуур	0	0	0	0	0
2	Том нуур	0	0	0	0	0
3	Томоохон нуур	0	-1	-1	-1	-1
4	Бэсрэг нуур	0	-1	-1	0	1
5	Багавтар нуур	1	5	3	3	1
6	Бага нуур	1	-8	-11	-9	-4
7	Жижгэвтэр нуур	16	-18	-17	-18	-21
8	Жижиг нуур	-69	-131	-149	-128	-140
9	Маш жижиг нуур	-238	-1122	-1154	-1307	-1285
10	Шал тойром	62	805	733	1023	880
Ширгэсэн нуур, тойром		227	471	597	437	569

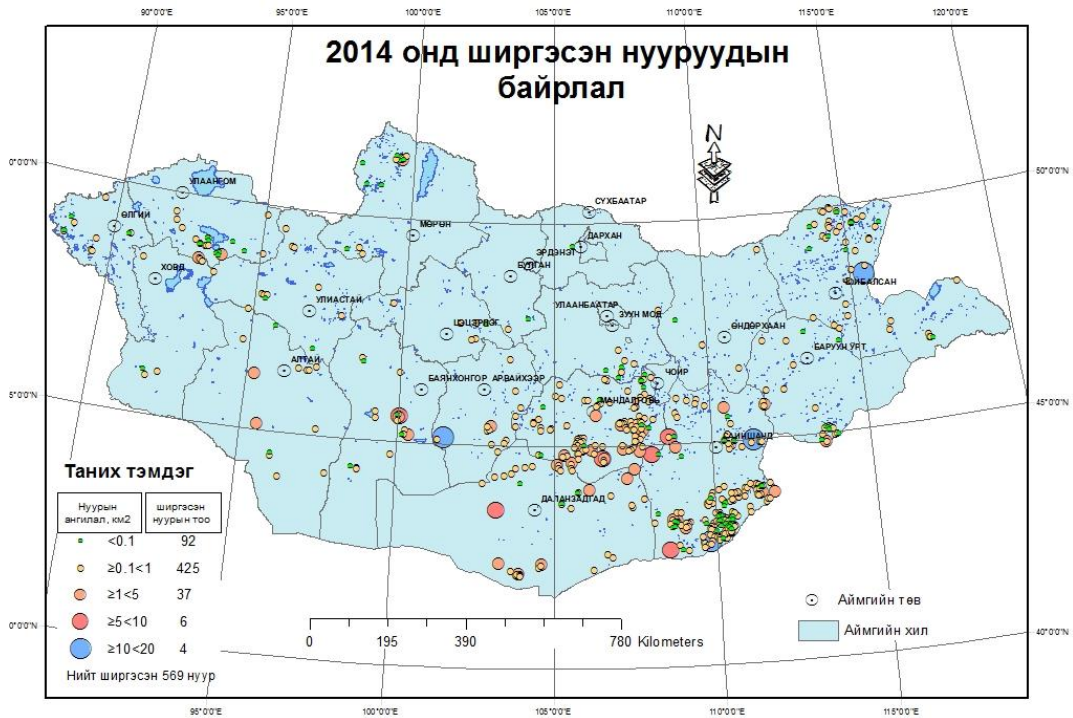
LANDSAT L8 дагуулын 2013 оны мэдээгээр Монгол оронд нийт 3859 нуур, тэдгээрийн талбай 14355.9 км² байсан ба 2013 оны байдлаар ширгэсэн нуурын харьцангуй цөөрч 437 болж, тэдгээрийн талбай 1158.75 км² буюу 7.5 хувиар багассан байна.



2.23 дугаар зураг. 2013 онд ширгэсэн нуурын тархац

Ширгэсэн нууруудын хэмжээг нягтлан үзвэл бага 4, жижгэвтэр 6, жижиг 37, маш жижиг 293, шал тойром 97, нийт 437 нуур тойром 2013 онд ширгэсэн байна. Ширгэсэн нууруудын ихэнх нь говь, хуурай хээр, хээрийн бүсэд байлаж байна (2.23 дугаар зураг). Харин 2014 онд ширгэсэн нууруудын тоо дахин нэмэгдэж бага нуур

4, жижгэвтэр нуур 6, жижиг нуур 37, маш жижиг нуур 425, шал тойром 92 , нийт 569 нуур ширгэсэн ба тэдгээрийн байрлал өмнөх оныхтой төсөөтэй байна (2.24 дүгээр зураг).



2.24 дүгээр зураг. 2014 онд ширгэсэн нуурын тархац

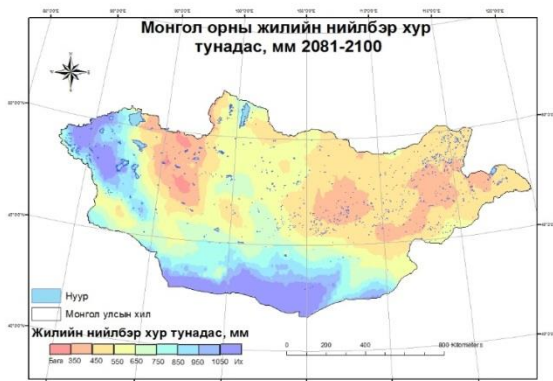
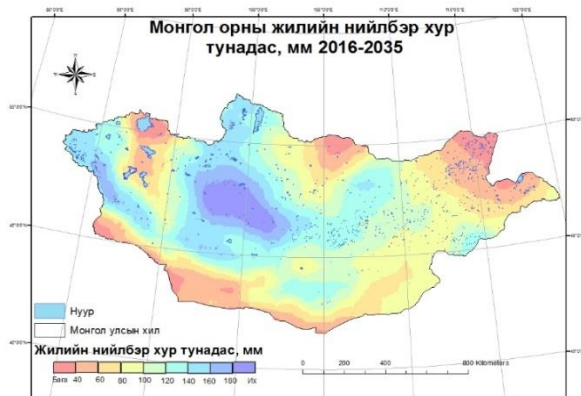
Монгол орны ширгэсэн нуурын тоо сүүлийн жилүүдэд нэмэгдэж байгаа нь тэдгээрт ойролцоох булаг, гол мөрнөөс ус татаж хүргэх, түүнд цутгадаггүй ойролцоох сайрын түр урсацыг тэдгээррүү чиглүүлэх зэргээр экосистемийг нь сэргээх замаар усны хуримтлал бүрдүүлэх шаардлагатай байна (2.25 дугаар зураг).



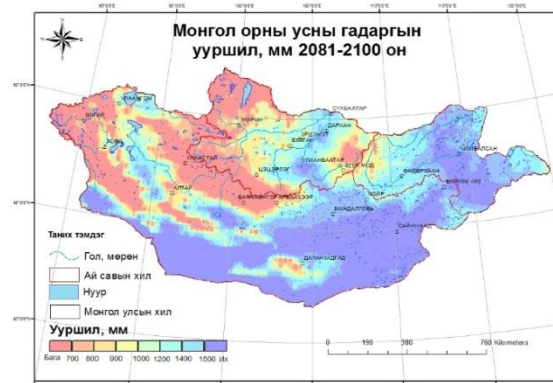
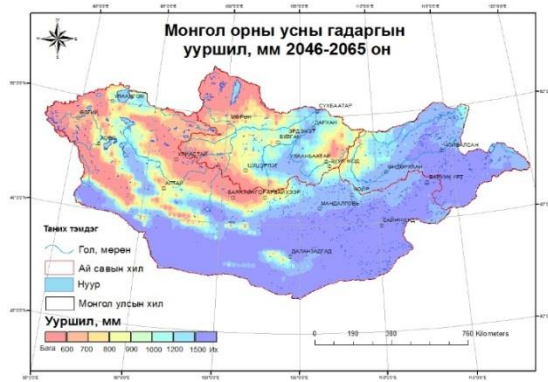
2.25 дугаар зураг. Ширгэсэн нуур

Монгол орны нуур, тойрмын усны балансын бүрэлдэхүүн хэсэг болох нуурын мандалд унах хур тунадас, тэдгээрийн гадаргаас уурших усны хэмжээ, сав газраас тэдгээрт цутгах урсацын олон жилийн дундаж хэмжээ ба тэдгээрт үзүүлэх уур

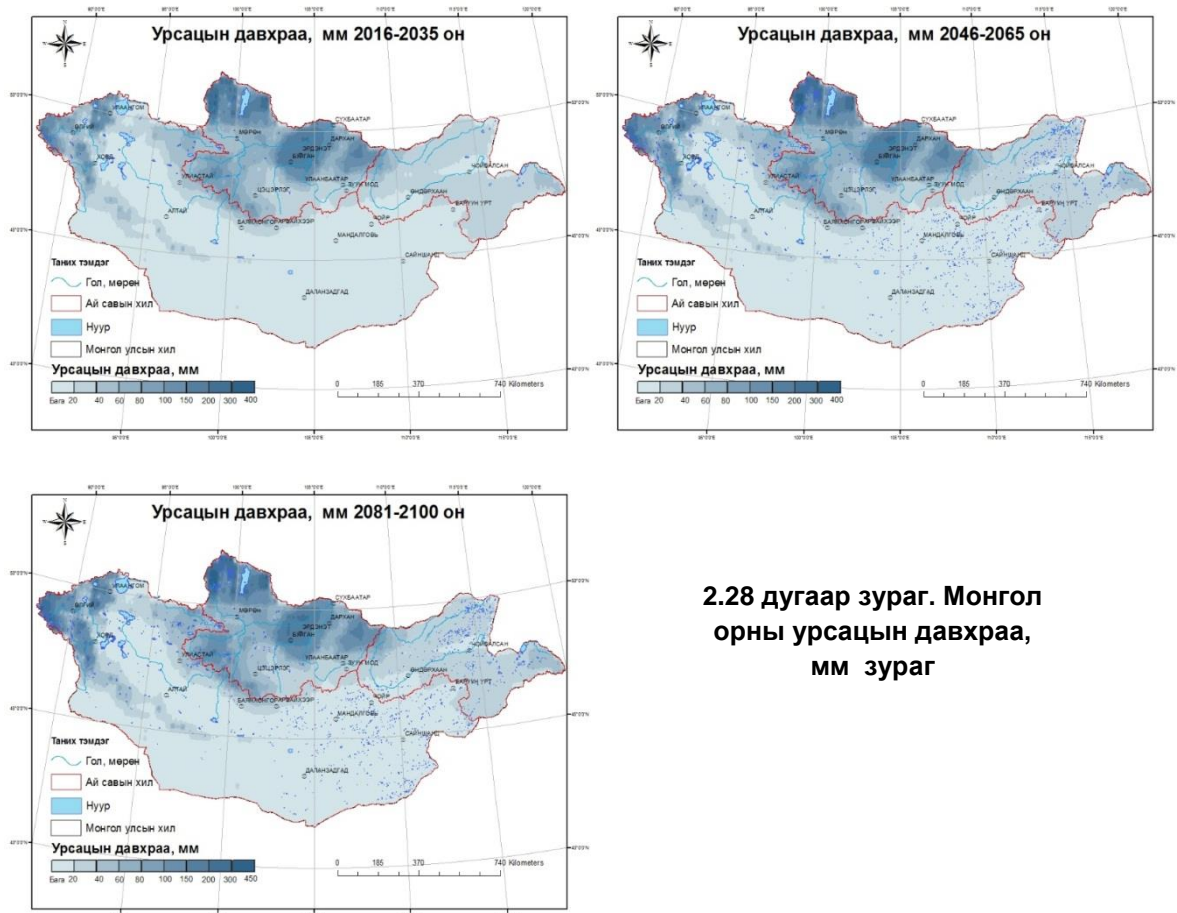
амьсгалын нөлөөллийн төлвийг нуур, тойром бүрд дараах зургуудыг ашиглан тодорхойлж мэдээллийг бүрдүүлэв (2.26-2.28 дугаар зураг).



2.26 дугаар зураг. Монгол орны тунадасны тархалтын зураг



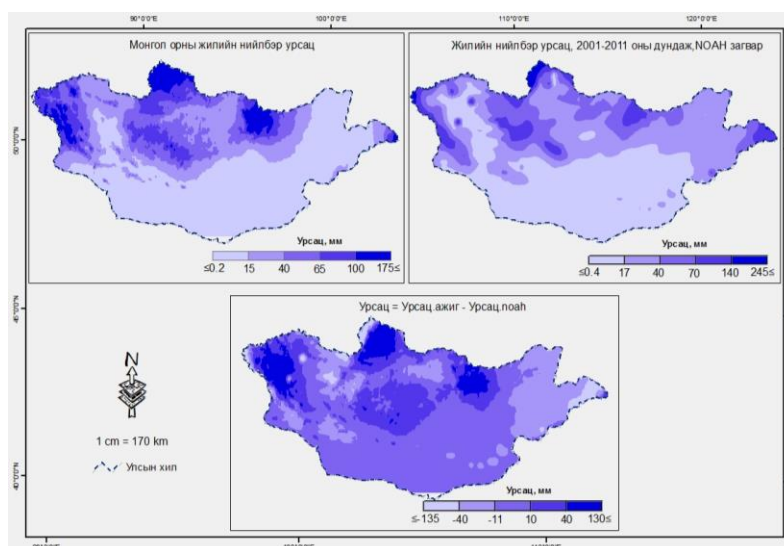
2.27 дугаар зураг. Монгол орны усны гадаргын ууршлын зураг



2.28 дугаар зураг. Монгол орны урсацын давхраа, мм зураг

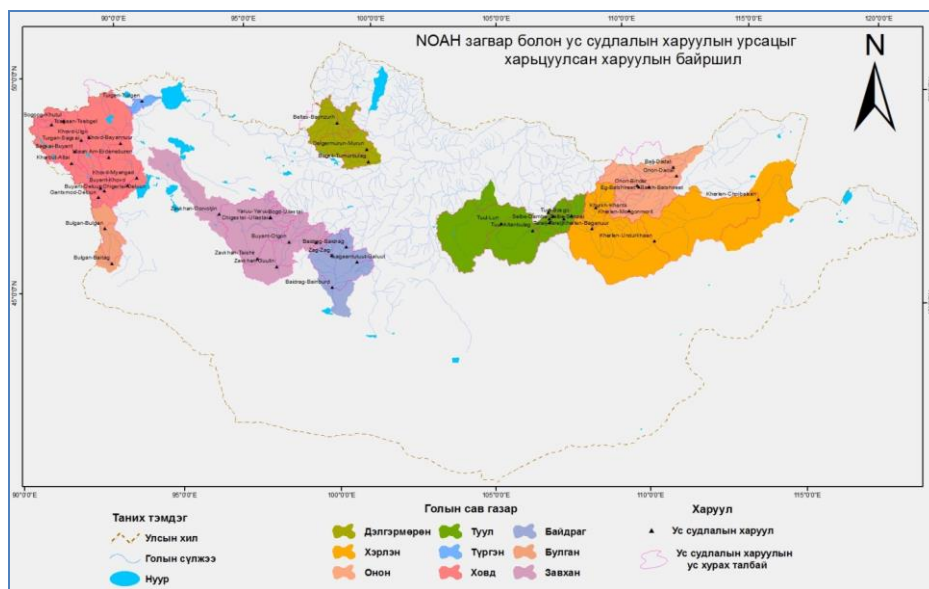
2.3 Гол мөрний сав газрын усны баланс, 1981-2010 оны мэдээ

НОАН загвараас тооцсон гол мөрний урсацын давхраа нь 2001-2011 оны дунджаар Хойт мөсөн далайн ай савд 50 мм, Номхон далайн ай савд 33 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 20 мм тус тус байна. Загварын урсацыг Монгол орны ажиглалтын урсацтай харьцуулахад Хойт мөсөн далайн ай савд 24%, Номхон далайн ай савд 41%, Төв азийн гадагш урсацгүй ай савд 6% тус тус алдаатай байна (2.29 дүгээр зураг).



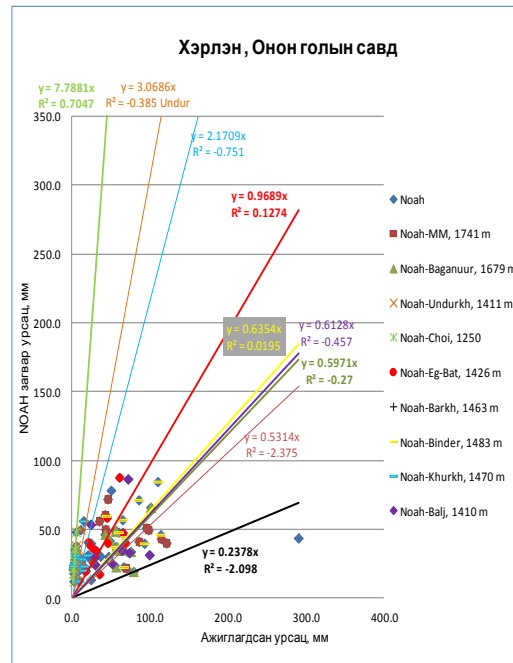
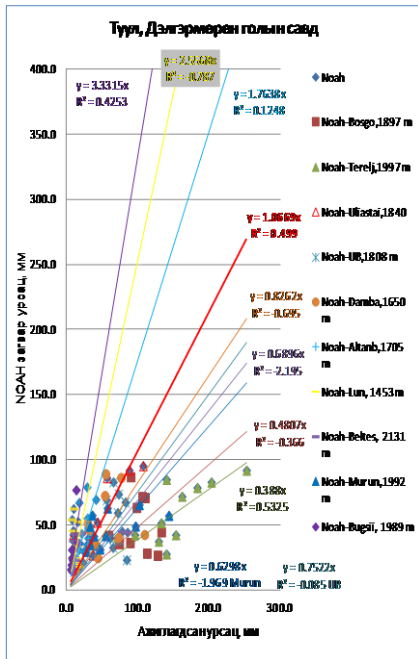
2.29 дүгээр зураг. Жилийн нийлбэр урсац

NOAH загварын урсацыг Хойт мөсөн далайн ай савыг төлөөлүүлэн Хэнтий нурууны баруун хажуугаас усжих Туул голын дагууд ус судлалын 8 харуул, Хөвсгөлийн уулсаас эхтэй Дэлгэрмөрөн голын дагууд ус судлалын 3 харуул, Номхон далайн ай савд Хэнтий нурууны зүүн хажуугаас усжих Хэрлэн, Онон голын дагууд ус судлалын 10 харуул, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд мөстлөөс эхтэй Цагаан гол, Улаан амны гол, Түргэн гол мөн Алтайн нуруунаас усжих Ховд, Булган голын дагууд ус судлалын 15 харуул, Хангай нурууны өврөөс усжих Завхан, Байдраг голын дагууд 13 харуулаар 2001-2011 оноор жилийн нийлбэр урсацыг харьцуулав (2.30 дугаар зураг).



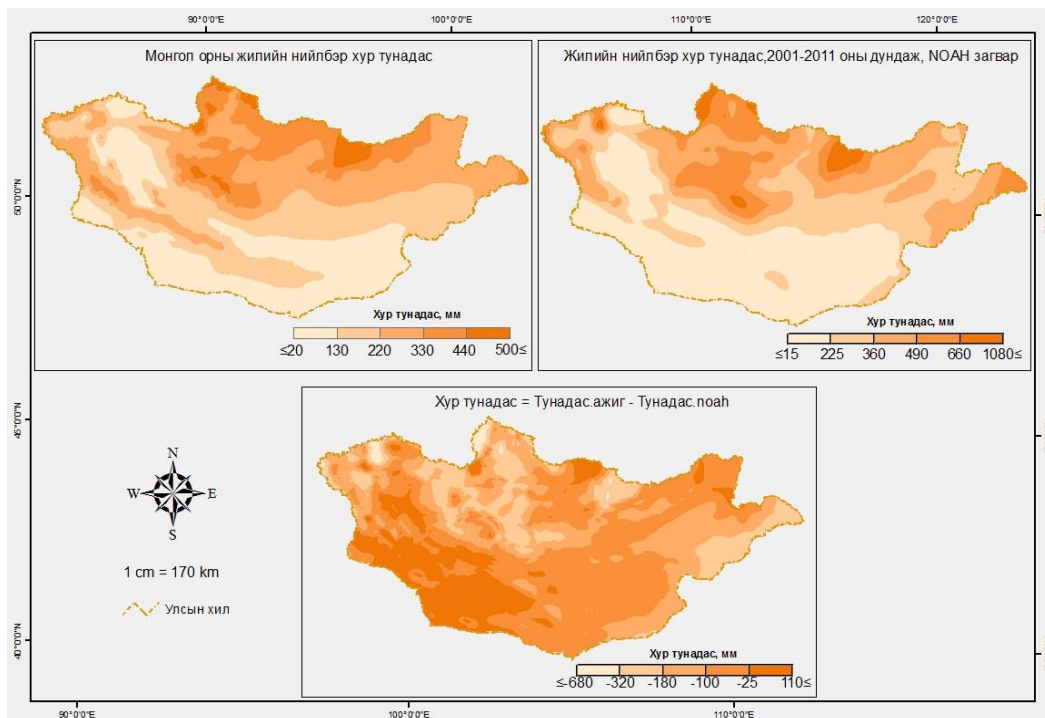
2.30 дугаар зураг. NOAH загвараар тооцсон ба ажиглалтын урсацыг харьцуулсан харуулуудын байршил

NOAH загвараар тооцсон гол мөрний урсацын дахраа ус судлалын Улиастай-Улиастай, Эг-Батширээт, Ховд-Мянгад, Чигэстэй-Улиастай, харуулд таарц сайн, Сэлбэ-Дамба, Туул-Улаанбаатар, Дэлгэрмөрөн-Мөрөн, Онон-Биндэр, Балж-Дадал, Хэрлэн-Багануур, Сагсай-Буянт, Ганцмод-Дэлүүн, Богд-Улиастай, Цагаантуруут-Галуут харуулд таарц дунд, Бүгсий-Төмөрбулаг, Туул-Лүн, Туул-Алтанбулаг, Тэрэлж-Тэрэлж, Хэрлэн-Чойбалсан, Хэрлэн-Өндөрхаан, Эг-Батширээт, Барх-Батширээт, Харбут-Алтай, Буянт-Дэлүүн, Турган-Сагсай, Согоог-Хөтөл, Ховд-Өлгий, Ховд-Баяннуур, Улаан ам-Эрдэнэбүрэн, Түргэн-Түргэн, Шар-Ус-Гурванбулаг, Завхан-Тайшир, Завхан-Гуулин, Байдраг-Байдраг, Байдраг-Баянбүрд, Булган-Байтаг, Булган-Булган харуулд муу таарцтай байна (2.30, 31 дүгээр зураг). Ийнхүү таарц дунд ба муу байгаа голуудын сав газарт NOAH ба, уур амьсгалын WRF загварын параметруудийг нарийвчлан үнэлж сайжруулах шаардлагтай байна.



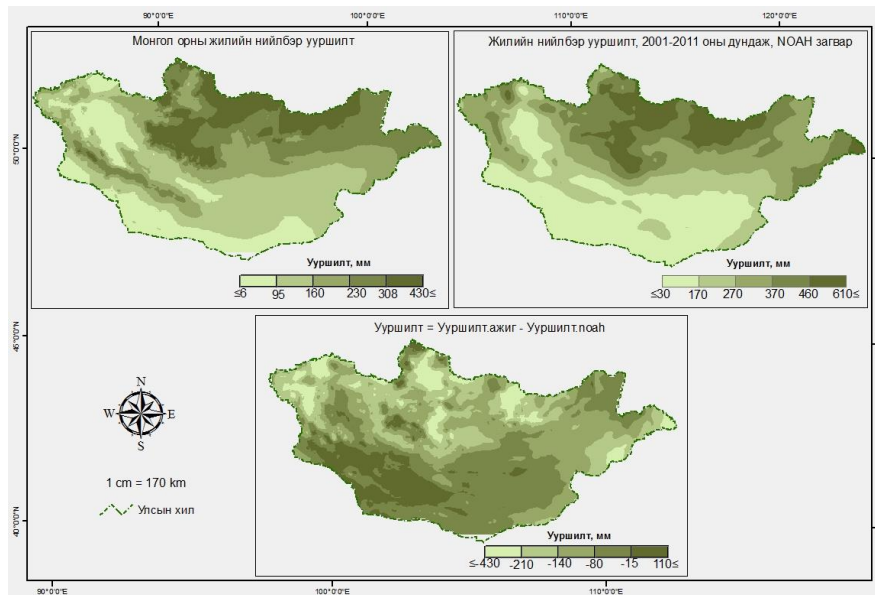
2.30 дугаар зураг. Урсац харьцуулсан график

NOAH загвараар тооцсон 2001-2011 оны хур тунадас дунджаар Хойт мөсөн далайн ай савд 509 мм, Номхон далайн ай савд 404 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 230 мм тус тус байна. Эдгээр хур тунадасны хуваарилалтыг Монгол орны ажиглалтын дундаж хур тунадастай харьцуулахад энэ загвар Хойт мөсөн далайн ай савд 150 мм, Номхон далайн ай савд 110 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 76 мм тус тус хэмжээгээр ихэсгэж тооцсон байна (2.31 дүгээр зураг).



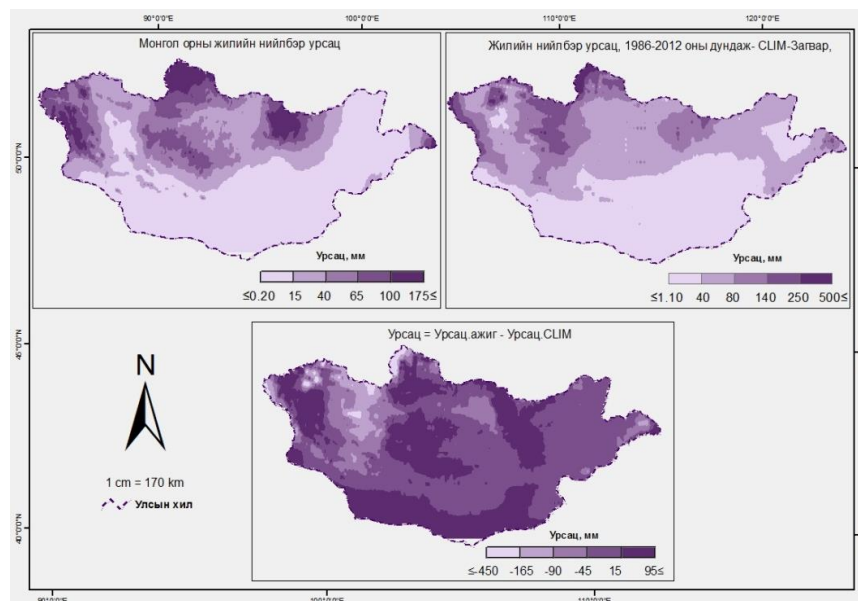
2.31 дүгээр зураг. Жилийн нийлбэр тунадас

NOAH загварын ууршил нь 2001-2011 оны дунджаар Хойт мөсөн далайн ай савд 446 мм, Номхон далайн ай савд 387 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 208 мм тус тус байна. Загварын ууршлыг Монгол орны ажиглалтын ууршилтай харьцуулахад Хойт мөсөн далайн ай савд 151 мм, Номхон далайн ай савд 117 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 74 мм тус тус хэмжээгээр ихэсгэж тооцож байна (2.32 дугаар зураг).



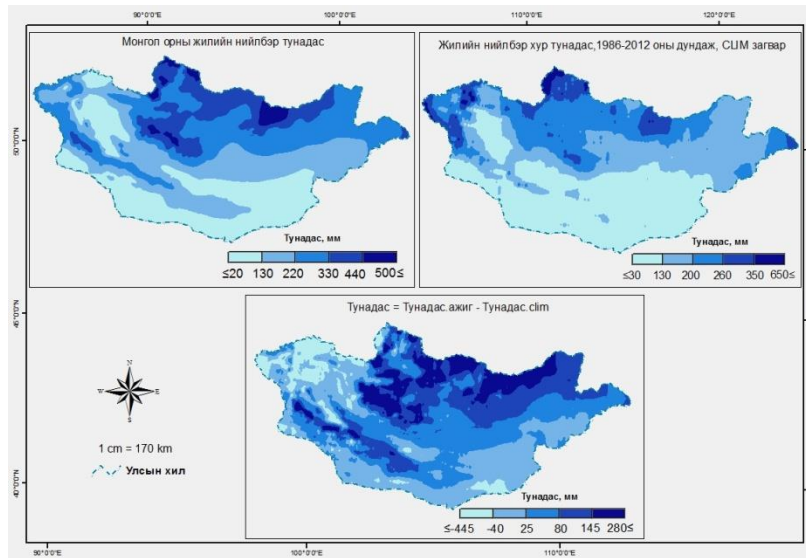
2.32 дугаар зураг. Жилийн нийлбэр ууршил

CLM загвараар тооцсон гол мөрний урсацын давхраа 1986-2012 оны дунджаар Хойт мөсөн далайн ай савд 90.6 мм, Номхон далайн ай савд 49 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 48.5 мм тус тус байна. Загварын урсацыг Монгол орны ажиглалтын урсацтай харьцуулахад Хойт мөсөн далайн ай савд 26.6 мм, Номхон далайн ай савд 15.4 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 20 мм тус тус хэмжээгээр ихэсгэж тооцож байна (2.33 дугаар зураг).



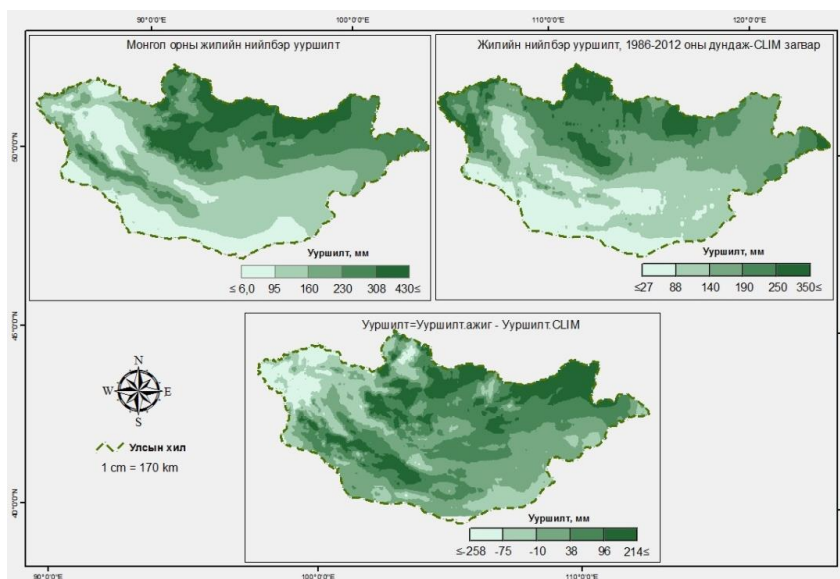
2.33 дугаар зураг. Жилийн нийлбэр урсац

CLM загварын хур тунадас нь 1986-2012 оны дунджаар Хойт мөсөн далайн ай савд 243 мм, Номхон далайн ай савд 190 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 133 мм тус тус гарсан байна. Эдгээр хур тунадасны хуваарилалтыг Монгол орны ажиглалтын тунадастай харьцуулахад загвар Хойт мөсөн далайн ай савд 116 мм, Номхон далайн ай савд 104 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 21 мм хэмжээгээр тус тус багасгаж тооцож байна (2.34 дүгээр зураг).



2.34 дүгээр зураг. Жилийн нийлбэр тунадас

CLIM загвараар тооцсон нийлбэр ууршил нь 1986-2012 оны дунджаар Хойт мөсөн далайн ай савд 234 мм, Номхон далайн ай савд 190 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 124 мм тус тус гарсан байна. Загварын ууршлыг Монгол орны ажиглалтын ууршилтай харьцуулахад Хойт мөсөн далайн ай савд 61 мм, Номхон далайн ай савд 80 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 10 мм тус тус хэмжээгээр багасгаж тооцсон байна. (2.35 дугаар зураг).



2.35 дугаар зураг. Жилийн нийлбэр ууршил

Гуравдугаар бүлэг. Уур амьсгалын өөрчлөлтөөс усны горим, нөөцөд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээ

3.1 Монгол орны усны нөөц

Усны нөөцийг байгалийн бусад нөөцтэй харьцуулахад хэд хэдэн онцлог чанартай. Ус бол юугаар ч сольж болшгүй амин чухал эрдэс, засаг захиргааны хил заагт үл хамаарах хийгээд хатуу, шингэн, хийн төлвийг дамжин хийн мандал, чулуун мандал, шим мандалд чөлөөтэй шилжих онцлогтой билээ.

Саяхан хүртэл усыг байгалиас заяасан үнэгүй хишиг хэмээж байсан бол сүүлийн үед улс орны хөгжлийн тулгуур нөөц, эдийн засгийн төлөвлөлтийн чухал түүхий эд гэж үзэх боллоо. Монгол улсын "Усны тухай" хуулинд гол мөрөн, нуур, усан сан, булаг шанд, мөстөл, мөсөн гол, газар доорх ус бүхэлдээ нэгдмэл нэгэн сан хэмээн тодотгон томъёолжээ. Нэгдмэл хэмээсэн эл ойлголт нь угтаа байгалийн усны эргэцийн үр дүнд өөр хоорондоо байнгын харилцан үйлчлэлд орших нэгэн цогц тогтолцоо учир ашиглах, хамгаалах нэгдсэн бодлого баримтлах нь зүйд нийцнэ гэсэн утга болно.

Гол, нуур, хур цас, мөсөн гол зэрэг эх газрын ус ихэнхдээ далайн гаралтай хур чийгээр тэжээгдэнэ. Эх газрын ус далайд цутгана. Энэхүү байгалийн усны эргэцийн хүрээнд усны нөөц харилцан адилгүй хугацаанд нөхөн сэлбэгдэнэ. Иймээс байгалийн усыг нөхөн сэлбэгдэх хурдаар нь аажим буюу статик нөөц, түргэн буюу динамик нөөц хэмээн хуваана.

Монгол орны гадаргын усны нийт нөөцийн ихэнх нь буюу 500 орчим км³ ус нуурт (Ж.Цэрэнсодном, 2010), 19.4 км³ нь мөстөл, мөсөн голд (Г.Даваа нар, 2012), гол мөрний усны нөөц 34.6 км³/жил (Б.Мягмаржав, 1975) байна. Монгол орны гадаргын усны нийт нөөц 554 орчим км³ байна (3.1 дүгээр хүснэгт). Усны эдгээр нөөцийг байнга нарийвчлан тогтоох шардлага бий.

Гол мөрний усны нөөцийн 49.0 хувийг (16.9 км³) Хойт мөсөн далайн ай сав, 11 хувийг (3.80 км³) Номхон далайн ай сав, 40 хувийг (13.9 км³) Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савын гол, горхины урсац тус тус эзэлнэ. Гол мөрний жилийн дундаж урсацын 60 хувь гадагш хил даван урсах ба үлдэх хувь нь хөрсөнд нэвчиж газар доорх усыг тэжээх ба Говь, хээрийн нууруудад цутгана.

Газар доорх усны нөөцийн хэмжээг хараахан бүрэн тогтоогоогүй бөгөөд түүний нэгээхэн хэсэг болох динамик нөөц буюу гадаргын усны гидрографыг ялгах аргаар тодорхойлоход 12.6 км³ байна. Газар доорх усны нөхөн сэлбэгдэх нөөц 10.8 км³ байна (Н.Жадамбаа, 2003).

3.1 дүгээр хүснэгт. Монгол орны гадаргын усны нөөц ба нөхөн сэлбэгдэх хугацаа, жил

№	Нөөц баялгийн нэр	Усны эзлэхүүн, км ³	Бүрэн солигдох хугацаа
1	Нуур	500	300 жил
	үүнээс давстай	90	5-60 жил
2	Гол мөрөн	34.6	20 хоног
3	Уулын мөсөн гол	19.4	1500 жил

Газар доорх ус удаан хугацаанд нөхөн сэлбэгдэх учраас ашиглаж болох нөөцийн хэмжээ тун бага. Хамгийн богино хугацаанд нөхөн сэлбэгдэх нөөц бол гол, мөрний ус. Энэ нь дунджаар 20 хоногт буюу жилдээ 18 удаа солигдоно. Усны нөөц урсац бүрдэх бүсэд голын эхээс доошлох тутам усны өнгөрөлт нэмэгдэх зүй

тогтолтой. Харин урсац сарних бүсэд голын дагууд усны өнгөрөлт буурах зүй тогтолтой учир усны нөөцийг хамгийн их устай хэсгийн урсацаар тогтооно. Гол мөрний усны нөөцийг аймгаар тодорхойлоход тухайн аймагт бүрдэх урсац, дамжих урсац гэж ялгана. Тухайн нутагт бүрдэх урсац дээр дамжиж ирэх урсацыг нэмж нийлбэр урсацыг тодорхойлно. Сэлэнгэ, Хөвсгөл, Булган, Архангай, Төв, Хэнтий аймаг гадаргын ус элбэгтэй. Булган, Сэлэнгэ, Ховд аймгийн усны нөөцийн дийлэнх нь зэргэлдээ аймгаас дамжиж ирэх ус байна. Говь-Алтай, Өвөрхангай, Баянхонгор аймагт гадаргын усны нөөц хомс, Дундговь, Өмнөговь, Говь-Сүмбэр, Сүхбаатар аймагт маш бага юм.

3.2 Уур амьсгалын өөрчлөлт ба усны нөөц

Уур амьсгалын өнөөгийн өөрчлөлт, хэтийн чиг хандлагыг тогтооход уур амьсгалын өнгөрсөн түүхэн мэдээнд дүн шинжилгээ хийх, түүхийн урт удаан хугацааны мэдээг нөхөн сэргээж, сургамжийг бүрдүүлэх нь дасан зохицох арга хэмжээний нэгэн чухал үндэс болно.

Хангай нурууны Солонготын даваа орчимд хийсэн Монгол Америкийн эрдэмтдийн хамтарсан судалгаагаар манай эриний 262 оноос эхлэн өдий хүртэлх уур амьсгалын дулаан, хүйтэн үеийг дендрохронологийн мэдээг ашиглан тогтоожээ (Rosanne D'Arrigo, Gordon C. Jacoby, Daved Frank, Neil Pederson, Edward Cook, Brendan Buckley, Н.Баатарбилэг, Р.Мижиддорж, Ч.Дугаржав, 2001). Энэхүү урт цуваатай мэдээ нь Төв Азийн өргөн уудам нутагт оршин тогтнож байсан эртний Сүмбэ улсын үеэс хойших улс, гүрний үеийн хүйтэн, дулаан (ган, зуд)-ы давтагдлын талаарх ерөнхий төсөөллийг илэрхийлж байна.

Сүүлийн 1700-гаад жилийн турш Монгол орны нутаг дээр 7 удаа их хүйтрэл, 6 удаа тогтвортой дулаарал тохиолдож байсан гэж үзэж болох юм. Тухайлбал, Сүмбэ улсын төгсгөл (МЭ-ний 330 он), Их Нирун улсын төгсгөл (МЭ-ний 550-иад он), Уйгарын хаант улсын төгсгөл (МЭ-ний 840-өөд он), Хидан улсын оршин тогтнож байсан хугацааны сүүлийн хагас (МЭ-ний 1020-1125 он), Монголын ханлиг улсуудын төгсгөл (МЭ-ний 1200-аад оны эх), Чингис хааны эзэнт Их Монгол улсын төгсгөлөөс Юан гүрний үе (МЭ-ний 1260-1368 он), Монголын феодалын бутрал, тэмцлийн үе (1600-аад оны эхэн үе), 19 дүгээр зууны дунд үе (дэлхийн бөмбөрцгийн хойт хагасын бага мөстлөгийн үе) хүйтрэлийн үеүдэд хамаарч байна.

Түрэг болон Уйгарын хаант улсын үед (650-850-иад он) харьцангуй дулаан үе тохиожээ. Ялангуяа 816 онд хамгийн их дулаан байжээ. Энэ нь Монголын түүхэн дэх хамгийн дулаан жилийн нэг нь болно. Дараагийн нэлээд олон жил үргэлжилсэн дулаан үе нь (920-1020-иад он) Хидан улсын оршин тогтнож байсан үеийн эхний хагаст болжээ. Түүнчлэн Монгол нутаг дээр Чингисийн өмнөх Ханлиг улсууд, эзэн Чингисийн Их Монгол улсын үед Хиданы үеийн дулааралд хүрэхгүй боловч дулаавтар байжээ гэж үзэж болохоор байна. Монголын төр эх нутагтаа эргэж тогтсон, Ойрдууд хүчирхэгжиж байсан үе буюу 1370-1480-иад онд түүхэн дэх дөрөв дэх дулаарал болжээ. Тав дахь дулаарал нь 1700-гаад оны сүүлч, 1800-гаад оны эхээр болжээ. Энэ үед Манжийг эсэргүүцсэн Амарсанаа, Чингүнжав нарын зэвсэгт тэмцэл гарч байжээ. Зургаа дахь дулаан үе нь 20 дугаар зууны хоёрдугаар хагаст буюу орчин үеийн дэлхийн дулаарлын үе юм. Өнгөрсөн мянган жилийн дендрохронологийн хамгийн өндөр 10 үзүүлэлтийн 8 нь 1950-иад оноос хойших хагас зууны туршид тохиолдсон нь орчин үеийн дулаарал ихээхэн хүчтэй илэрч

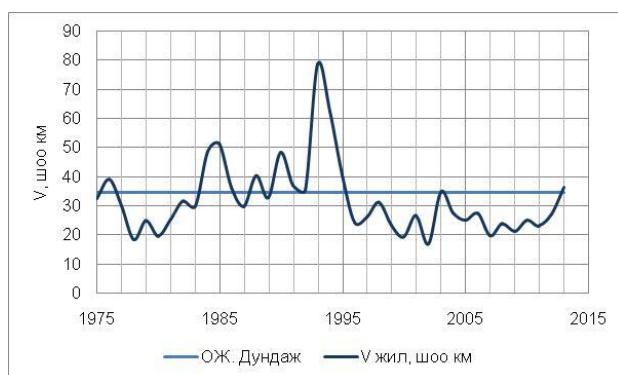
буйн шинж юм. Энэхүү дулаарлын эрчим цаашдаа улам нэмэгдэн 21 дүгээр зууны турш үргэлжилнэ гэж судлаачид үзэж байгаа аж.

Энэхүү хүйтэн, дулаан үеийг сэргээн тооцсон дендрохронологийн мэдээ нь Монгол орны гол мөрөн, нуурын элбэг ба татруу устай үеийн давтагдлыг нөхөн сэргээх үндэс болсон юм.

Монголын циклоны төвийн даралтын утга 1970-аад оноос хойш нэмэгдэх хандлагатай байгаа нь уур амьсгалын орчин үеийн өөрчлөлтийг тайлбарлах нэг боломж олгож байна. Ялангуяа 1980-аад он, 2000-аад оны үед агаарын температур огцом нэмэгдсэн нь Монгол оронд хур тунадас татруу байсан үетэй давхцаж байна. Монголын циклоны төвийн даралтын олон жилийн явцыг цаг уурын элементүүдийн явцтай жишиж үзэхэд Монголд циклоны идэвхжил хэдий сул бол төдий дулаахан зун болох, агаарын даралт хэдий бага бол хур бороо төдий их ордог аж. Энэ байдал төвийн бүсийн хур тунадасны хувьд 90 хувийн статистик үнэмшилтэй байна. Үүнээс болоод ган-зуншлагын индекс ба Монголын циклоны төвийн даралтын хооронд статистик үнэмшилтэй уялдаа илэрнэ (Л.Нацагдорж, Г.Баясгалан, 2006).

Монгол орны гол мөрний нийлбэр урсац 1978 оноос хойш аажим нэмэгдсээр 1993 оронд хамгийн их устай болж, үүнээс хойш аажим буурсаар бага устай үе үргэлжилсээр байна (3.1 дүгээр зураг).

Гол мөрний жил, улирлын урсацын өнөөгийн өөрчлөлтийг 4 хэв шинжид хувааж болохоор байна. Үүнд: 1. Жил, бүх улирлын урсац нэмэгдэх, 2. Жил, хавар, зуны урсац буурах, намар, өвлийн урсац ялимгүй нэмэгдэх, 3. Зөвхөн өвлийн урсац ялимгүй нэмэгдэх, 4. Бүх улирлын урсац буурах зэрэг болно. Нэгдүгээр хэвшинжид мөстөл, мөсөн голоос эх авсан Алтай нуруунаас усжих гол, Хангай нурууны Отгонтэнгэр уулаас усжих Богдын гол, Зүүн Саяны нуруунаас усжих зарим гол, 2 дугаарт олон жилийн цэвдэг үргэлжилсэн ба алаг цоог байдалтай тархсан, Хангай нурууны ар, Хэнтий нуруунаас усжих гол, 3 дугаарт том ба томоохон голын адаг, 4 дүгээрт Хангай нурууны өвөр ба баруун хажуу, Алтай нурууны өвөр, Говь-Алтай нуруунаас усжих гол мөрөн, говь, хээрийн бүсийн гол, горхи, сайр зэрэг орно.



3.1 дүгээр зураг. Монгол орны гол мөрний усны урсацын хэлбэлзэл, км³/жил

Нэгдүгээр хэв шинжид хамаарах Алтай нурууны арын дунд ба бага гол, Сэлэнгэ мөрөн, Онон зэрэг намар, өвлийн урсац нэмэгдэж буй зарим том ба томоохон цөөн тооны голд мөсний хамгийн их зузаан дунджаар 40 орчим см нэмэгдэж, түүний ажиглагдах хугацаа дунджаар 1 сарын хугацаагаар хойшилж, мөсөн бүрхүүлтэй ба үзэгдэлтэй байх хоногийн тоо зарим голд 10-20 орчим

хоногоор нэмэгдэж, усны температур буурч байна. Бусад ихэнх голд мөсний хамгийн их зузаан дунджаар 35 орчим см буурч, түүний ажиглагдах хугацаа хагас сарын хугацаагаар эрт ажиглагдах болжээ. Түүнчлэн эдгээр голд мөсөн бүрхүүлтэй хоногийн тоо 5-44 хоног, дунджаар 20 хоног, мөсний үзэгдэлтэй хоногийн тоо дунджаар 15 хоногоор богиносчээ. Харин эдгээр голын усны температур 1-4°C градусуар, дунджаар 2°C градусуар сүүлийн 30-60 жилд нэмэгджээ.

Мөсний зузаан буурч, хамгийн их зузаан ажиглагдах хугацаа хойшилж байгаа нь хүйтний улиралд мөс цөмрөх аюул нэмэгдэж байгааг харуулна. Усны температурын өөрчлөлт, ялангуяа түүний нэмэгдэж буй байдал нь усны амьтан, ургамалд нөлөөлнө.

Сансрын Landsat ETM хиймэл дагуулын 1999-2002, 2009-2010 оны мэдээгээр тодорхойлсон нуурын талбайг 1940-өөд оны М1:100000 топозургаар олсон нуурын талбайн мэдээтэй харьцуулахад Их нууруудын тоо өөрчлөгдөөгүй бөгөөд тэдгээрийн талбай 13.7 км²-аар нэмэгджээ. Харин тал хээрийн бүсэд орших Буйр, Хар зэрэг том нуурын талбайн нийлбэр 3.8 км²-аар нэмэгджээ. Ачит, Дөргөн, Бөөн Цагаан, Үүрэг, Тэлмэн, Сангийн Далай, Айраг, Орог, Хөх нуур зэрэг томоохон нуурын талбайн нийлбэр 100.8 км²-аар нэмэгджээ. Ихэнх нь тал хээр, говийн бүсэд орших Хар (Завханы Цэцэн-Уул), Хотон, Хурган, Толбо, Хөх (Дорнод), Яхь, Дөргөн, Даян, Ойгон, Хар-Ус (Увсын Өмнөговь), Баян, Тэрхийн Цагаан зэрэг 12 бэсрэг нуурын талбай энэ хугацаанд нийлбэр дүнгээр 91.2 км²-аар багассан бол, багавтар, бага, жижгэвтэр, жижиг нуурын талбайн нийлбэр 1.6-44.8 км²-аар нэмэгдэж, маш жижиг нуурын талбай эрс багассанаас тэдгээрийн тоо 1689-өөр цөөрч, шал тойрмын тоо 1690-ээр нэмэгдсэн боловч, шал тойрмын талбайн нийлбэр 18 орчим км²-аар буурчээ. Шал тойром, маш жижиг нуур, жижиг, жижгэвтэр нуурын тооны хөдлөлтгүй нэлээд их, 1999-2002 оны үед өмнөхтэй харьцуулахад 295 нуур тойром ширгэж, 50 маш жижиг нуур, шал тойром алга болжээ.

Монгол орны гадаргын усны тооллогыг бага устай 2003, 2007 он, багавтар улагтай 2011 онд тус тус хийжээ. Эдгээр жилд гол мөрний улагтай уялдан хатаж, ширгэсэн голын хувь нийт тооноос 8.3-16.6, нуурынх 13.4-31.5, булгийнх 14-15.4 байна.

Таванбогд уулсын Потанин, Александрын мөсөн голын хэл 1945-1989 оны хооронд 550 орчим метр, 1989-2001 оны хооронд 185 м тус тус дээш огшиж багасчээ. Энд дурдсан хугацааны эхний 44 жилд мөстлийн хэлний үзүүрийн огшилт 12 м/жил орчим байсан бол 2 дахь 12 жилд 15.5 м/жил болж нэмэгджээ (3.2 дугаар зураг).



Алтайн Таванбогд уулс, Зургийг В.В.Сапожников, 1905 он



Алтайн Таванбогд уулс, 2009 оны 9 дүгээр сар

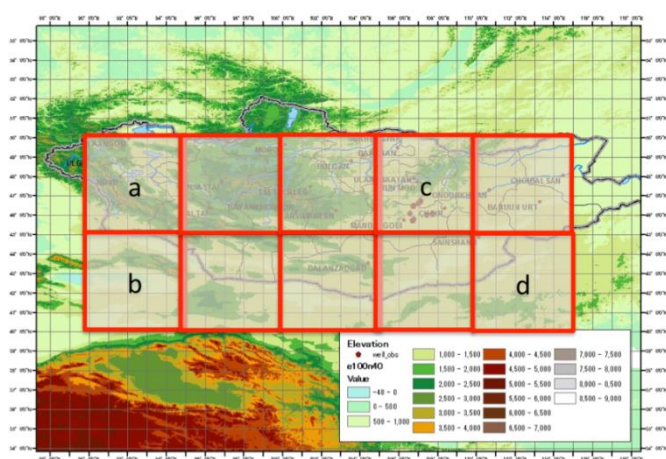
3.2 дугаар зураг. Таванбогд уулсын Потанин ба Александрын мөсөн голын үзүүрийн огшилтын тойм

Таванбогд уулын Потанины мөсөн гол, Цамбагарав уулын Улаан-Амны эхний хавтгай оройн мөстлийн масс баланс 2003-2015 онд байнга хасах байсан ба хайлалтын эрчим нэмэгдэх төлөвтэй байна.

Гол мөрний урсацын жил, улирлын өөрчлөлтийн хандлагыг тэгшитгэлээр тооцож үзэхэд намар, өвлийн улиралд урсац нэмэгдэх, дулааны улирлын урсац буурах статистик үнэмшилтэй хандлага Хангай, Хэнтий нуруунаас усжих голуудад, жил, улирлын урсац нэмэгдэх хандлага мөстлөөс эх авах ба олон жилийн цэвдэгтэй сав газрын голуудад, өвлийн улиралд нэмэгдэх хандлага томоохон голуудын адгаар ажиглагдаж байна.

Америкийн NASA ба Германы DLR зэрэг Сансрын Агентлагийн хамтарсан GRACE (Татах хүчний үйлчлэл ба Уур амьсгалын туршилт)-ын дагуулын 2005-2011 оны мэдээгээр Монгол орны бүс нутгийн усны нөөцийн өөрчлөлтийн судалгааг хийжээ (K.Kobayashi and J.Asanuma, 2013). Энэ судалгааг хийхдээ Монгол орны нутаг дэвсгэрийг БНХАУ-ын нутаг дэвсгэрийн хойт хэсгийг хамруулан 10 хэсэг талбайд хувааж, тухайн дөрвөлжин тус бүрд GRACE дагуулын мэдээгээр усны нөөцийн өөрчлөлт буюу газар доорх ус, хөрсний чийг, мөстөл, нуур зэрэг бүх төрлийн усны масс, зузааны нийлбэр үзүүлэлт, түүний хазайцын хандлагыг тогтоожээ (3.3 дугаар зураг). Үүний хазайц Их нууруудын хотгор, Монгол Алтай нуруу, Алтайн цаад говь, БНХАУ-ын зарим нутаг дэвсгэрийг хамарсан “а”, Улаанбаатар хот төвтэй Төв бүс ба Говийн бүсийн хойт хэсгийг багтаасан “с” тус тус дөрвөлжин талбайд усны нөөцийн нийлбэр зузаан 2005-2011 онд 30 орчим мм багасчээ.

Энэ нь ерөнхийдөө нуур, гол мөрний урсац, мөстлийн хайлалт ба Баянхонгор аймгийн Эхийн гол, Өвөрхангай аймгийн Арвайхээр, Хөвсгөл аймгийн Мөрөнд хэмжсэн газар доорх усны түвшин зэргийн бүс нутгийн хэмжээний явцтай таарч байна. Улаанбаатар хот ба Төвийн бүсэд ус ашиглалт, газрын доройтлын нөлөө эл бууралтад нэмэр болж байж болох юм.



3.3 дугаар зураг. GRACE дагуулын мэдээг нэгтгэсэн бүс нутаг

Монгол орны өвлийн улирлын агаарын температур 1980-2000 оны дунджаас 2030 оны үед 2.5°C, 2050 оны үед 3.7°C, 2080 оны үед 6.5°C, харин хур тунадас эдгээр үед 15 %, 29 %, 50 % нэмэгдэх, зуны улирлын агаарын температур эдгээр үед 2.5°C, 3.5°C, 6.0°C, хур тунадас 5 %, 8.0 %, 9.0 % тус тус нэмэгдэх хандлагыг уур амьсгалын загвараар тогтоожээ (П.Гомболүүдэв, 2014).

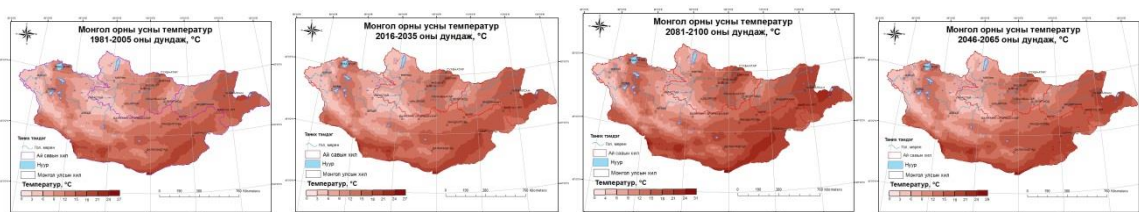
Их нууруудын сав газрын усны нөөцөд уур амьсгалын өөрчлөлтийн үзүүлэх нөлөөллийг “WaterGap” (Water – Global Assessment and Prognosis, Version 2.1; Alcamo et al., 2003, Doll et al., 2002) загвараар тооцоолжээ (Б.Ленер, П. Батима, 2004). Энэ загвараар Ховд голын урсацыг тооцоолон загварын параметруудийг зүгшрүүлж, Хэдлэй Төвийн Уур амьсгалын загварын үр дүнгээр урсацын 2011-2040 хандлагыг тогтоожээ. Увс нуурын савд урсац өсөх хандлагатай байхад Хяргас нуурын савд буурах төлөвтэй байжээ. Ялангуяа, Ховд, Буянт голын урсац 25 орчим хувиар буурахаар байна. Гэхдээ “WaterGap” загварт мөстөл, мөсөн голын хайлалт, хуримтлалын процесс, түүнээс гол мөрнийг тэжээх урсац тооцогдоогүй, температур, хур тунадасны ирээдүйн өөрчлөлтөд голлон тулгуурлажээ.

Л.Нацагдорж, 2004 онд сүүлийн жар гаруй жилийн дотор дэвсгэр гадаргын ууршиц Монгол орны тал хээр, говь цөлийн бүсэд 3.2-10.3% орчим, өндөр уулын бүслүүр, ойт хээрийн бүсэд 10.2-15.0 хувиар ихэссэн байна. XXI зууны эхний хагаст нийлбэр ууршцын өөрчлөлт нь хур тунадасны өсөлтөөс 6-10 дахин давах төлөвтэй. Ийнхүү манай орны уур амьсгалын өөрчлөлтөөс усны балансын зарим элементүүдэд нөлөөлөх байдлын тухай судалгааг хийсээр иржээ.

Уур амьсгалын өөрчлөлтөөс усны горим, нөөцөд нөлөөлөх байдлын үнэлгээг хийхэд уур амьсгалын хэвийн дундаж үзүүлэлт, үүний дотор сар, жилийн хур тунадас, агаарын температурын мэдээг 1980-1999 оны дунджаар, $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ гридээр авч ашиглав.

Гол мөрний сав газрын усны балансын элементийн ирээдүйн өөрчлөлтийг тогтооход Бүс нутгийн уур амьсгалын RegCM4 загвараар тооцсон хүлэмжийн хийн хамгийн их ялгарлын RCP8.5 сценариар 2020 он (2016-2035), 2050 он (2046-2065) ба 2080 (2081-2100) оны сценарийн үр дүн (П.Гомболүүдэв, 2015)-г ашиглав.

Уур амьсгалын эдгээр сценарийн үр дүн буюу хур тунадас, агаарын температур, салхины хурд, агаарын чийгийн 2020 (2016-2035), 2050 (2046-2065), 2080 (2081-2100) оны үр дүнг 1986-2005 оны нормтой харьцуулсан өөрчлөлтийн мэдээг гол мөрний сав газрын усны балансын элементийн ирээдүйн өөрчлөлтийг тогтооход ашиглав (Г.Даваа, 2015).



3.4 дүгээр зураг. Дулаан улирлын дундаж усны (IV-X дугаар сар) температурын тархацын төлөв

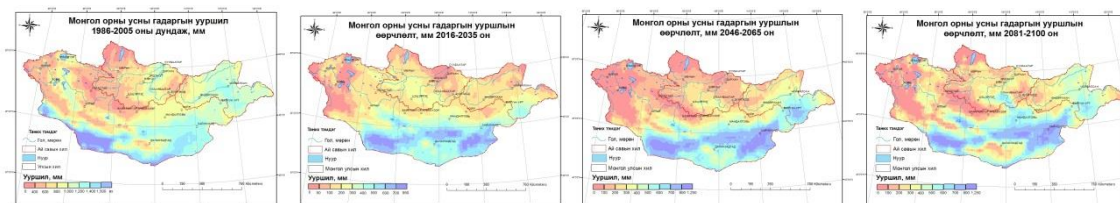
Хүлэмжийн хийн хамгийн их ялгарлын RCP8.5 сценариар гол мөрний усны IV-X сарын дундаж температур Хойт мөсөн далайн ай савд дунджаар 2020 оны үед 0.5°C , 2050 оны үед 1.1°C , 2080 оны үед 2.4°C , Номхон далайн ай савд эдгээр үед дунджаар 0.6°C , 1.5°C , 3.0°C , Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд эдгээр үед дунджаар 0.5°C , 1.0°C , 2.1°C тус тус 1986-2005 оны дунджаас их байх төлөвтэй байна (3.2 дугаар хүснэгт).

3.2 дугаар хүснэгт. Усны балансын элементүүдийн өөрчлөлтийн төлөв

Ай сав	Усны гадаргын ууршлын өөрчлөлт			Усны температурын өөрчлөлт			Гол мөрний усны урсацын (V-X сар) өөрчлөлт, мм		
	dE, 2016-2035, мм	dE, 2046-2065, мм	dE, 2081-2100, мм	dt, 2016-2035, °C	dt, 2046-2065, °C	dt, 2081-2100, °C	dh, 2016-2035, °C	dh, 2046-2065, °C	dh, 2081-2100, °C
Хойт мөсөн далайн ай сав	143.5	162.3	221.6	0.5	1.1	2.4	31.8	38.2	41.6
Номхон далайн ай сав	164.7	364.5	370.2	0.6	1.5	3.0	5.0	7.0	7.4
Төв Азийн гадагш урсацгүй ай сав	106.8	96.1	150.2	0.5	1.0	2.1	-2.0	0.6	2.7

Алтай, Хангай, Хэнтий нуруу, Хөвсгөлийн уулсад усны температурын ихсэлт харьцангуй бага, уулс хоорондын хөндий, хотгор, тал хээр, говийн бүсэд үлэмж нэмэгдэх төлөвтэй байна (3.4 дүгээр зураг).

Хүлэмжийн хийн хамгийн их ялгарлын RCP8.5 сценариар усны гадаргын IV-X сарын ууршил Хойт мөсөн далайн ай савд дунджаар 2020 оны үед 143.5 мм, 2050 оны үед 162.3 мм, 2080 оны үед 221.6 мм, Номхон далайн ай савд эдгээр үед дунджаар 164.7 мм, 364.5 мм, 370.2 мм, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд эдгээр үед дунджаар 106.8 мм, 96.1 мм, 150.2 мм тус тус 1986-2005 оны дунджаас их байх төлөвтэй байна (3.2 дугаар хүснэгт).



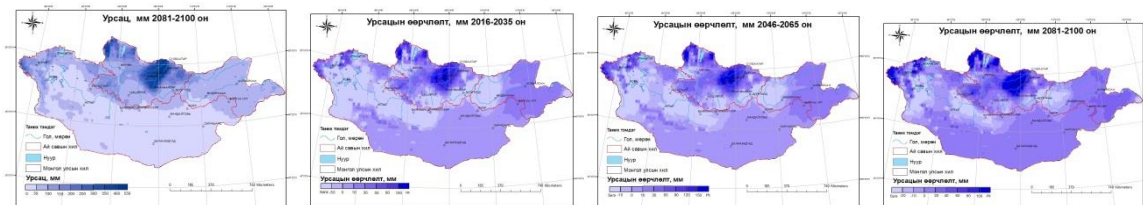
3.5 дугаар зураг. Монгол орны усны гадаргын ууршлын (IV-X сарын нийлбэр) өөрчлөлтийн хандлага, мм

Алтай нуруу, Их нууруудын хотгор, Хөвсгөлийн уулс, Дорнод Монголын талын умард хэсэг, Орхон гол, Сэлэнгэ мөрний бэлчир орчимд усны гадаргын ууршил харьцангуй бага нэмэгдэх, Орхон гол, Сэлэнгэ мөрний дунд орчим, Хангай, Хэнтий нуруу, Хэрлэн, Завхан, Тэс голын савд ахиу, Дорнод Монголын талын өмнөд хэсэг, Умард говь, Дорнын говиудад энэ ууршил үлэмж их нэмэгдэх төлөвтэй байна (3.5 дугаар зураг).

Хүлэмжийн хийн ялгарлын энэ сценариар гол мөрний урсац Хойт мөсөн далайн ай савд дунджаар 2020 оны үед 31.8, 2050 оны үед 38.2, 2080 оны үед 41.6, Номхон далайн ай савд эдгээр нь дунджаар 5.0, 7, 7.4, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд эдгээр үед дунджаар -2, 0.6, 2.7 тус тус мм-ээр 1986-2005 оны дунджаас их байх төлөвтэй байна. Гэвч, урсац нэмэгдэх хэмжээ нь ууршиц мөн хугацаанд нэмэгдэх хэмжээнээс Хойт мөсөн далайн ай савд дунджаар 4.5, 4.3, 5.3, Номхон далайн ай савд 32.9, 52.1, 50, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд 52.5, 158, 56 тус

тус дахин бага байгаа нь Монгол орон бүхэлдээ хуурайших, нууруудын усны түвшин буурах, хатаж ширгэх нөхцөл бүрдэхийг харуулж байна.

Монгол Алтай нуруу, Их нууруудын хотгор, Завхан, Хүнгүй, Хангай нурууны өвөр ба зүүн буюу Орхон, Чулуут голын сав, Хөвсгөлийн уулсын баруун хэсэг буюу Тэс голын эх, Дэлгэрмөрөн, Бүгсий голын сав, Хэнтий нуруунаас усжих гол мөрний урсац ихээхэн буурах бол Шишхэд гол, Эг, Үүр, Идэр, Орхон-Сэлэнгийн бэлчир орчимд урсац нэмэгдэх төлөвтэй байна.



3.6 дугаар зураг. Монгол орны гол мөрний урсацын өөрчлөлтийн хандлага

Улз голын өнөөгийн урсац ба түүнд үзүүлэх уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөллийн ирээдүйн төлвийг ECHAM5-GCM, RegCM3 загвар ба хүлэмжийн хийн ялгарлын A1B хувилбараар 2011-2030, 2046-2065, 2080-2099 онд тооцон, өөрчлөлтийг 1982-2011 оны дундажтай харьцуулан тогтоов. Үүнээс үзэхэд Улз голын урсац өнөөгийнхөөс 2011-2030 онд 5.4 хувиар буурах, 2046-2065 онд 0.5 хувиар нэмэгдэх, 2080-2099 онд 1.1 хувиар буурах төлөвтэй байна. Харин Буянт голын урсац 2030 оны үед IV-X сард дунджаар өнөөгийнхөөс 43 хувь, 2100 он үед 49 хувиар тус тус буурах хандлагатай байна (Ж.Одгарав, 2011, 2012).

Хархираа, Түргэн уулсын мөстлийн хайлалт (M), хуримтлал (A)-ыг Бүс нутгийн уур амьсгалын RegCM3 загварын үр дүнгийн агаарын температур, хур тунадасны мэдээгээр, мөстлийн талбайн өөрчлөлтийг Landsat ETM+ дагуулын 1992-2011 оны мэдээгээр тус тус тооцов. Мөстлийн талбайн жилийн өөрчлөлт ба масс баланс (B) буюу мөстлийн зузааны жилийн өөрчлөлт хооронд сайн хамааралтай байгаа учраас эл хамаарлын тэгшитгэлийг ашиглан мөстлийн талбайн өөрчлөлт, улмаар мөстлийн талбайг жил бүр тодорхойлох боломжийг бүрдүүлэв.

Бүс нутгийн уур амьсгалын загварын хур тунадасны мэдээгээр тооцсон Хархираа голын сав газрын мөстлийн хуримтлалын хэмжээ дунджаар 1982-2010, 2011-2030, 2046-2065, 2080-2099 онд 1.43, 1.45, 1.64, 1.56 тус тус м/жил байх төлөвтэй байна. Мөстлийн хуримтлалын хэмжээ 2011-2030 онд өнөөгийнхтэй ойролцоо, 2046-2065 онд өнөөгийнхөөс 14.3 хувь, 2080-2099 онд 8.9 хувь тус тус их байх төлөвтэй байна.

Хархираа голын сав газрын мөстлийн хайлалтын жилийн дундаж хэмжээ 1982-2010, 2011-2030, 2046-2065, 2080-2099 онд 3.11, 3.21, 4.04, 5.19 м/жил байх төлөвтэй байна. Энэ хэмжээ өнөөгийнхөөс 2011-2030 онд 3 хувь, 2046-2065 онд 29.9 хувь, 2080-2099 онд 67.0 хувь тус тус нэмэгдэх төлөвтэй байна.

Хархираа голын сав газрын мөстлийн хайлалт, хуримтлалтай уялдан түүний жилийн дундаж масс баланс 1982-2010, 2011-2030, 2046-2065, 2080-2099 онд -1.68, -1.76, -2.40, -3.63 тус тус м/жил болох төлөвтэй байна. Ийнхүү массын хасах баланс 2011-2030 онд өнөөгийнхөөс 5 хувь, 2046-2065 онд 43.3 хувь, 2080-2099 онд 116 тус тус нэмэгдэх хандлагатай (Г.Даваа нар, 2014).

Энэ тооцоонд дулаарлын хүчин зүйлсээс гадна газар ашиглалт, үйлдвэр, уурхайн бүс нутгийн хэмжээний нөлөөлөл, агаарын бохирдлын алсын зөөгдөлтэй холбоотой аэрозол, тэр дотроо “хар карбон” хэмээн нэрлэгдэх мөсний гадаргын альбедог өөрчлөх нөлөө бүхий аэрозол мөсний хайлалтыг хурдасгаж болзошгүй нөлөөг (З.Батжаргал, 2013) төдийлөн тусгаагүй болно.

Хархираа голын сав газрын мөстлийн нийт талбай 2030-аад оны үед 13.7 км^2 болж буурах, улмаар энэ зууны дунд үеэр нэн бага болох төлөвтэй байна.

Эл төрлийн судалгааны үр дүн ховор бөгөөд Bader нар (2008)-ын хийсэн тооцоогоор Хөх Сэрхийн нурууны мөстөл 2075 оны үед хайлж дуусах ажээ.

Ус судлалын Хархираа-Тариалан харуулын усны өнгөрөлтийн 1980-1999 оны хоногийн дундаж мэдээг SRM загварын параметрийг зүгшрүүлэх, 2001-2010 оны хоногийн дундаж мэдээг SRM загварын параметрийг баталгаажуулахад тус тус ашиглав. Хархираа голын савд цас, мөсний хайлалтын урсацын итгэлцүүр (C_{Sn}) 0-0.99, дунджаар 0.04, хур борооны урсацын итгэлцүүр (C_{Rnet}) 0-0.90 байна. Цас, мөсний хайлалтын параметр (a) $0.47 [\text{см} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \cdot \text{хоног}^{-1}]$, ус хурах талбай (S) ба түүн дэх цас, мөстэй талбайн харьцаа 0.02-0.80, дунджаар 0.5 байна. Үер, их урсацын дараах урсацын буурцын итгэлцүүрийг ажиглалтын мэдээгээр тодорхойлов.

Загварын таарцыг урсацын загварт өргөн ашигладаг Неш-Сатклифийн шалгуураар үнэлэв. Энэ шалгуурын утга +1 ба хасах хязгааргүй утгын хооронд хэлбэлзэх ба шалгуурын утга 1 рүү дөхөх тутам урсацын загварын таарц сайн болохыг илтгэнэ. Хэрэв энэхүү утга 1-ээс доош буурвал голын тооцсон болон ажигласан өнгөрөлтийн таарц бага байна. Хархираа голын ажигласан ба загвараар тооцсон урсац хооронд Неш-Сатклифийн шалгуур 0.98 хүрч, алдаа багатайг харуулж байна.

Неш-Сатклифийн шалгуурт тооцсон болон ажигласан өнгөрөлтийн ялгаврын квадратыг хэрэглэдэг нь энэ аргын дутагдалтай тал болно. Тооцсон их урсац загварын таарцад шийдвэрлэх нөлөө үзүүлдэгт гол учир оршино. Иймээс ажигласан болон тооцсон урсацын мэдээг логарифмчлах эсвэл урсацын тодорхой хязгаар авч түүний хүрээнд үнэлгээ хийх байдлаар таарцын үнэлгээг сайжруулж, дүн шинжилгээ хийж болно.

Загварын таарцыг үнэлэх өөр нэг арга бол эзлэхүүний харьцангуй алдаа юм. Тэгшитгэлийн хүртвэрт сөрөг тэмдгийг эс тооцдогт энэ аргын дутагдал оршино. Иймд энэ арга нь дан ганцаараа хэрэглэгдэх нь ховор байдаг бөгөөд өөр аргатай хослуулан хэрэглэх нь чухал ач холбогдолтой юм. Энэ аргыг ихэнхдээ Нэшийн аргатай хамт хэрэглэдэг. Энэ хослол нь үнэлгээний аргын сонгодог жишээ юм.

Хархираа голын ажигласан ба тооцсон урсацын эзлэхүүний харьцангуй алдаа тун бага 0.007 байна.

Хархираа голын урсац (Тариалан харуул) 1980-2010 оны дундаж урсацтай харьцуулахад дунджаар 2011-2030 онд ялимгүй 6.18 хувь, харин 2046-2065 онд их хэмжээгээр буюу 76.9 хувь, 2080-2099 онд бууралтын хэмжээ багасч 24.0 хувь болж тус тус буурах төлөвтэй байна.

Хархираа голын сарын дундаж урсац өнөөгийнхөөс 2011-2030 оны үед дунджаар 6 дугаар сард 9.0 хувь, 8 дугаар сард 2.2 хувь тус тус нэмэгдэх, харин 7 дугаар сард ялимгүй 4.0 хувь буурах бол 6-8 дугаар сарын дундаж урсац 2046-2065 онд 88.5-94.8 хувь, 2080-2099 онд 39.3-44.9 хувь тус тус буурах төлөвтэй

байна. Энэхүү урсацын нэмэгдэх ба буурах хэмжээ мөстлийн хайлалт, талбайн бууралттай холбоотой байна (Г.Даваа, 2014).

Зарим гол мөрний урсацын ирээдүйн хандлагыг урсацын HBV загварын баталгаажуулсан үр дүн $R > 0.68$ –аас их гарсан голуудад тооцов.

Гол- харуулаас дээших сав газарт урсацын ирээдүйн хандлагыг тооцоход уур амьсгалын өөрчлөлтийн ирээдүйн тооцоог хийсэн хүлэмжийн хийн агууламжийн төлөөлөх замнал буюу RCP8.5 хувилбараар бүс нутгийн загварын анхны болоод захын нөхцөлөөр ашиглаж 1986-2005 оны суурь уур амьсгалыг тооцон, 2015-2036 оны ирээдүйн уур амьсгалын орон зайн 30 км-ийн алхамтай (П.Гомболүүдэв, 2015) торон цэгийн, сарын элементүүд (хур тунадас, агаарын температур, ууршиц)-ийг ашиглав. Загварын үр дүнг ус судлалын харуул бүрд 1998-2012 оны хэмжилтийн мэдээтэй харьцуулав. Энд хүлэмжийн хийн хамгийн их ялгарлын хувилбараар тооцсон учраас зарим гол мөрний урсац 2035 он орчимд эрс багасах хандлага байна (3.3 дугаар хүснэгт).

3.3 дугаар хүснэгт. Зарим гол мөрний урсацын өөрчлөлтийн хандлага

Д/д	Гол	Харуул	Зүгшрүүлэлт		Баталгаажуулалт		RCP8.5-ын гридын цэгийн тоо	Урсацын өөрчлөлт, % (IV-X)
			Хугацаан ы цуваа	R	Хугацааны цуваа	R		
1	Завхан	Дөрвөлжин	2002-2004	-0.22	2006-2011	0.65	41	-30.6
2	Ховд	Баяннуур	1999-2005	0.71	2006-2010	0.75	55	8.5
3	Хараа	Дархан	1990-2000	0.54	2001-2012	0.71	20	-64.3
4	Халх	Сүмбэр	1990-2000	0.71	2001-2012	0.73	19	-73.9
5	Хэрлэн	Багануур	1999-2005	0.75	2006-2011	0.78	12	-64.8
6	Улз	Эрэнцав	1993-1998	0.67	1999-2005	0.85	51	2.5
7	Буянт	Ховд	1999-2005	0.71	2006-2010	0.75	9	-48.0
8	Булган	Байтаг	1983-1997	0.63	1998-2012	0.83	8	22.7
9	Туул	Улаанбаатар	1999-2005	0.73	2006-2010	0.62	9	-53.0

3.3 Уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөллийг бууруулах, дасан зохицох арга зам

Усны эргэцийн процессийн үр дүнд байгалийн юмс, үзэгдэл, хүний үйл ажиллагааны бүхий л нөлөөллийн талаарх физик, хими, биологийн мэдээллийг гол мөрөн, нуур, мөстөл, цэвдгийн систем агуулна. Усны нөөцийн менежментийг төлөвлөн хэрэгжүүлэхэд усны нөөц, горим, чанарын байнгын шинжилгээний мэдээ, мэдээлэл гол үндэс болно. Гадаргын усны шинжилгээний өнөөгийн сүлжээг 3 дахин өргөжүүлэх, мөстөл, мөсөн гол судлалын байнгын өртөөг Баян-Өлгий, Увс аймагт, цэвдэг, газар доорх усны шинжилгээний сүлжээг улсын хэмжээнд тус тус байгуулах ажил нэн тулгамдаж байна.

Аливаа нөөцийг хэтрүүлэн ашиглаваас уг нөөц шавхагдахад хүрнэ. Аажим нөхөгдөх нөөцийг шууд ашиглах нь ховор бөгөөд байгалийн тэнцвэрийг алдагдуулахад хүргэнэ хэмээн үзэж тун болгоомжтой хандана. Нэгэнт мөстөл

хайлж, улмаар хуурай хээр, говь, цөлийн бүсэд ууршил ихсэж, нуурууд, усан сангийн гадаргаас ууршлаар ус буцалтгүй алдагдах учраас усны нөөцийг ууршил хамгийн бага байх, усны эрчим хүчний нөөц ихтэй, гол мөрний усны нөөц бүрдэх Алтай, Хангай, Хэнтий нуруу, Хөвсгөлийн уулсын **өндөр уулын бүсэд усан сан байгуулах замаар усны хуримтлуулал** буй болгох, гол мөрний усны горимын зохицуулалт хийх хэрэгтэй байна. Харин говь, хээрийн бүсэд усан сангуудыг байгуулж усны алдагдлыг улам нэмэгдүүлэхгүй байх нь чухал болно. Тал, хээр, говийн бүсэд усыг хамгийн хэмнэлттэй ашиглах, хуримтлуулах, хамгаалах **далд системийг байгуулах** нь чухал байна.

Улс орны нийгэм-эдийн засгийн тогтвортой хөгжилд шаардагдах усны хэрэгцээг жил бүр түүний нөхөн сэлбэгдэх нөөцөөс хангана. Гэхдээ гол мөрөн, нуурт усны экосистемийн үйл ажиллагааны тэнцлийг тэтгэхүйц хамгийн бага усны хэмжээг заавал үлдээнэ. Өөрөөр хэлбэл, гол мөрнөөс авч ашиглаж болох усны хэмжээнээс ус хэрэглээний түвшин үл хэтрэх байдлаар ус ашиглалт, хэрэглээг зохицуулах шаардлага гарсаар байна.



3.7 дугаар зураг. Монгол орны томоохон сав газрууд

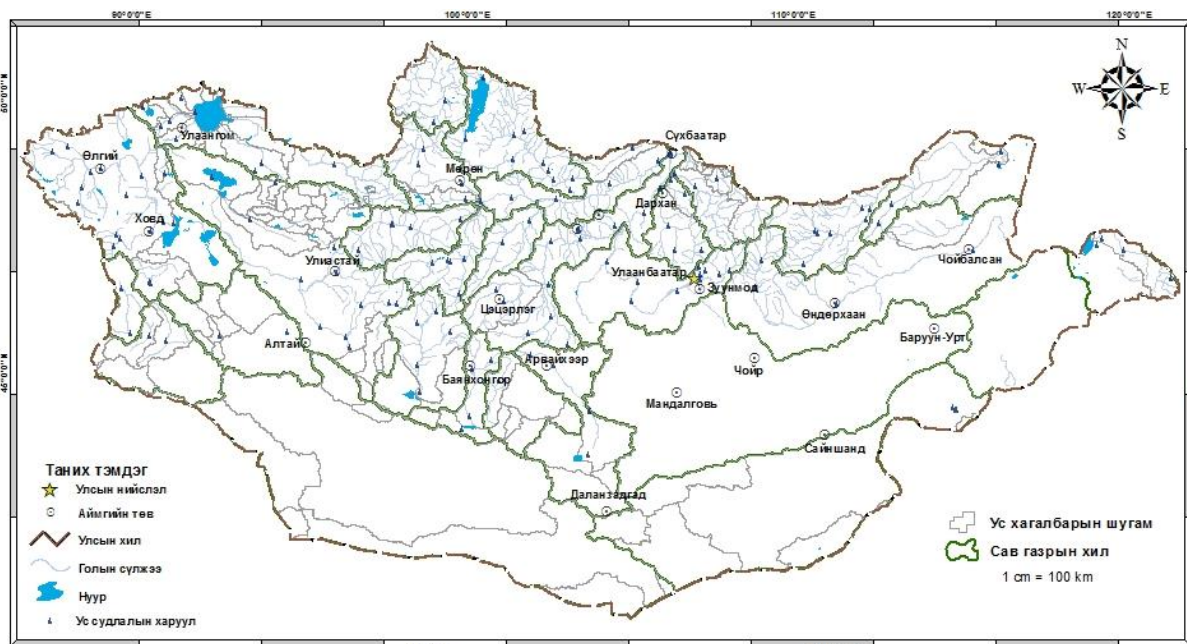
Гол мөрөн, жижиг гол, горхи, хуурай сайрын савд үл хамаарах газар нутаг байдаггүй. Монгол орны нутаг дэвсгэрийг нийт 17 томоохон гол мөрний сав газарт хуваажээ (Даваа Г. 2008). Газар доорх усны орд газруудыг оруулан 2009 онд Усны газартай хамтран Монгол орны томоохон 29 сав газрыг тодорхойлжээ.

Усны нөөцийн нэгдсэн менежмент явуулах сав газрын хилийг М1:100000 топозургийн мэдээнд үндэслэн нарийвчлан тогтоов (3.8 дугаар зураг). Энэ байдлаар УННМ явуулах сав газрын хилийг нарийвчлах шаардлагатай.

Энд гол мөрний сав газрын нэгдсэн менежментийн захиргаа, зөвлөлүүдийг байгуулах, энэ нөхцөлийг Монгол улсын засаг захиргаа, нутаг дэвсгэрийн нэгжийн хуваарилалтад тооцож оруулах хэрэгтэй байна (3.8 дугаар зураг).

Өнөөгийн байдлаар байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын үнэлгээг аль нэгэн компани, төслийн үйл ажиллагааны нөлөөллөөр хязгаарлан хийж байна. Голын сав газрын хэмжээнд түүний усны нөөц, экосистемийн төлөв байдал, даац, түүнд учруулах аж ахуйн нийт ачааллыг тооцохгүйгээр сав газрын нөөцийг зохистой ашиглах, хамгаалах бололцоогүй юм. Сүүлийн жилүүдэд уур амьсгалын мөчлөгт хэлбэлзлийн хуурайшилтай үе уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөлөл дор үргэлжилж, уул уурхай, газар, бэлчээрийн ашиглалт эрчимжиж, голын сав газар

дахь хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөл улам нэмэгдэж буй энэ үед усны хүрэлцээгүй байдал, сав газрын байгалийн нөхцөлийн доройтол зэрэг нь сав газрын нэгдсэн менежментийг хэрэгжүүлэх нь улам бүр тулгамдаж буйг харуулж байна. Энэ чиглэлд хууль, эрхзүйн орчинг боловсронгуй болгох нь чухал байна.



3.8 дугаар зураг. УННМ-ийн сав газар

Монгол орны усны нөөцийн 70 хувь Алтай, Хангай, Хэнтий нуруу, Хөвсгөлийн уулс, Их Хянганы нуруу зэрэг уул нуруудын өндөрлөг хэсэг буюу Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 30 хувьд бүрдэнэ. Иймээс эдгээр нутаг дэвсгэрийг Тусгай хамгаалалттай газар нутгийн сүлжээнд хамруулан голуудын сав газрын эхний экосистемийг хамгаалалтад авах бодлогыг хэрэгжүүлэх нь нэн чухал байна (3.9 дүгээр зураг).

Манай орны мөстөл, мөсөн голын усны нөөц 19.4 км^3 бөгөөд энэ усны нөөцийг усны эрчим хүчийг хөгжүүлэх болон хамгаалалтын усан сангуудыг мөстлийн доор байгуулж, усны нөөцийн хуримтлалыг хүн ам, ХАА, усны эрчим хүч, үйлдвэрийн усан хангамжийг үе шаттайгаар шийдвэрлэх замаар Ховд гол, түүний цутгал голууд, Хархираа, Түргэн, Зүйл, Булган, Цэнхэр голын сав газрын эхэнд хийж, Их нууруудын хотгорын нууруудын түвшний горимд зохицуулалт хийнэ.

Хур тунадсыг нэмэгдүүлэх газрын генераторын туршилт судалгааны цэгүүдийг Алтайн Таван богд, Цамбагарав, Мөнххайрхан зэрэг мөстөл, мөсөн гол бүхий уулс, Хангай, Хэнтий, Их Хянганы нуруу, Хөвсгөлийн уулсад байгуулж хур тунадсыг ажиглах сүлжээг өргөтгөн түүний үр дүнг тогтоох, хур тунадсыг нэмэгдүүлэх арга хэмжээг авна.

Дөрөвдүгээр бүлэг. Усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг боловсронгуй болгох үндэслэл, зөвлөмж

4.1 Усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг боловсронгуй болгох тухай

Байгаль бол нэн цогц тогтолцоо, харин нийгэм, эдийн засгийн тогтолцооны хүрээнд ус ашиглагч, хэрэглэгч бүрийн үйл ажиллагаа тус тусдаа байдаг. Эдгээр тогтолцооны зүй тогтол, харилцан шүтэлцээг таньж мэдсэнээр усны сав газрын хэмжээнд байгалийн нөөцийн ашиглалт, хамгааллын үйл ажиллагааг нэгдмэлээр зохицуулж, нийгэм, эдийн засгийн тогтвортой хөгжлийг хангахад Усны нөөцийн нэгдсэн менежмент (УННМ)-ийг хэрэгжүүлэх үндсэн шалтгаан, үндэс оршино.

Усны сав газрын ус, ой, хөрс, ургамал, амьтан газрын хэвлийн баялаг зэргийг зохистой ашиглах, хамгаалах, сав газар дахь улс орон, аймаг сум, үйлдвэр, хөдөө аж ахуйн нэгж салбар, аж ахуйн нэгж, ард иргэдийн эдийн засаг, ахуй, ёс суртахууны аливаа ашиг сонирхлыг зохистойгоор, байгаль орчинд болон бусдад хор нөлөөлөлгүй болон хамгийн бага нөлөөтэйгээр, тогтвортой хөгжлийг хангах үйл ажиллагааны зохицуулалтыг Сав газрын нэгдсэн менежмент хэмээн үзэж болно.

Голын сав газарт хүний бүхий л үйл ажиллагааны ул мөр голын усны горим, нөөц, физик, химийн шинж чанарын өөрчлөлтөөр илэрнэ. Нуур, гол, горхи, булаг, сайрын саваас ангид орших газар нутаг гэж байдаггүй хийгээд сав газрын хэмжээ, түүн дэх нийгэм, эдийн засаг нь усны талаар баримтлах бодлого, төлөвлөлтийн цар хүрээг тодорхойлно. Сав газар нь тод ялгарах, маш тогтвортой хилтэй буюу ус хагалбартай. Голын сүлжээ нь дэлхий дээрх хамгийн эрэмбэлэгдэж, цэгцэрсэн нэгж, тогтолцоо бөгөөд байгалийн баялгийн ашиглалт, хамгаалалтыг системчлэх үндэс болно. Энэ нь системийн дүн шинжилгээг байгаль орчин, нийгэм, эдийн засгийг хамруулан хийх хамгийн тохиромжтой нэгж талбар болно.

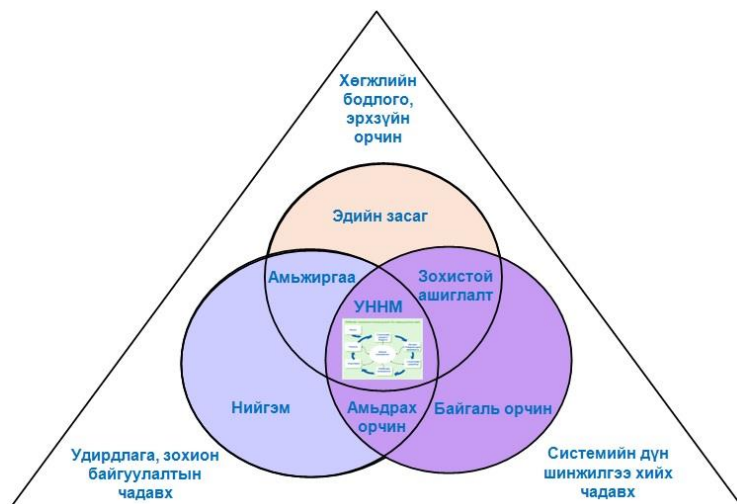
Усны сав газар дахь нийгэм, эдийн засаг хоорондын харьцаа нь хүн амын амьжиргааны үйл явц, нийгэм ба байгаль хоорондын харьцаа нь хүний амьдрах орчин, түүнд явагдах үйл явц, байгаль орчин ба эдийн засаг хоорондын харьцаа нь байгалийн нөөцийн зохистой ашиглалтын үйл явцаар тодорхойлогдоно. Эдгээр тогтолцоо хоорондын харьцаа, үйл явц хүн амын амьжиргааны түвшин ба ядуурлын бууралт, эдийн засгийн хөгжлийн түвшин, байгаль орчны хамгаалал зэрэг шалгуур үзүүлэлтээр үнэлэгдэнэ (4.1 дүгээр зураг).

Нийгэм, эдийн засгийн хөгжлийн бодлого, байгаль орчны талаарх бодлоготой уялдан гарах бөгөөд эдгээрийг хооронд нь уялдуулан зохицуулах үйл ажиллагаа усны сав газраар нэгтгэгдэн УННМ-ийн бодлого, төлөвлөгөөгөөр хэрэгжинэ.

Бүс нутаг, усны сав газрын хөгжлийн бодлого, эрхзүйн орчин тодорхой байх ба түүнийг хэрэгжүүлэх удирдлага, зохион байгуулалтын чадавхтай байх, нийгэм, эдийн засаг, байгаль орчны төлөв байдал, өөрчлөлт, хэтийн төлвийг тогтоох буюу системийн дүн шинжилгээг хийх чадавхтай байх зэрэг шаардлагыг хангах үндсэн дээр тогтвортой хөгжлийг хангана.

УННМ-ийн төлөвлөгөө нь түүнийг хэрэгжүүлэх тухай Засгийн газрын шийдвэр, төлөвлөгөө боловсруулах, хөрөнгийн баталгааг хангах үйл ажиллагаагаар эхэлнэ. Голын сав газрын нөхцөл байдалд дүн шинжилгээ хийх, үүний дотор өнөөгийн тулгамдсан асуудлууд, ус ба газар ашиглалт, давуу ба сул талууд, бүтэц зохион байгуулалт ба хууль эрхзүй, зорилго, зорилтын томьёолол, ач холбогдлын эрэмбэ

зэргийг тогтооно. Улмаар стратегийн хувилбарыг тогтоож, УННМ-ийн төлөвлөгөөг гаргана.



4.1 дүгээр зураг. Усны сав газарт тогтвортой хөгжлийг хангах УННМ-ийн бүдүүвч

Энэ төлөвлөгөөг хэрэгжүүлэх нарийвчилсан ажлын төлөвлөгөө гаргах, хэрэгжүүлэх, биелэлтэд үнэлгээ, мониторинг хийж, стратегийн зорилго, бодлогод өөрчлөлт оруулна (4.2 дугаар зураг).

Голын сав газрын нэгдсэн менежмент нь байгаль, нийгэм, эдийн засаг, экологийн олон шинжлэх ухааны судалгааны үр дүнд тулгуурлагдана. Түүний онолын үндэслэлд ус судлал, геоморфологи, геологи, биологи, экологи, түүх-соёл, нийгэм-эдийн засаг, ус ашиглалт, хэрэглээ, геополитикийн зэрэг үндэслэл орно. Эдгээр үндэслэлд тулгуурлан голын сав газрын нэгдсэн менежментийн бодлогын үндэс гарна.

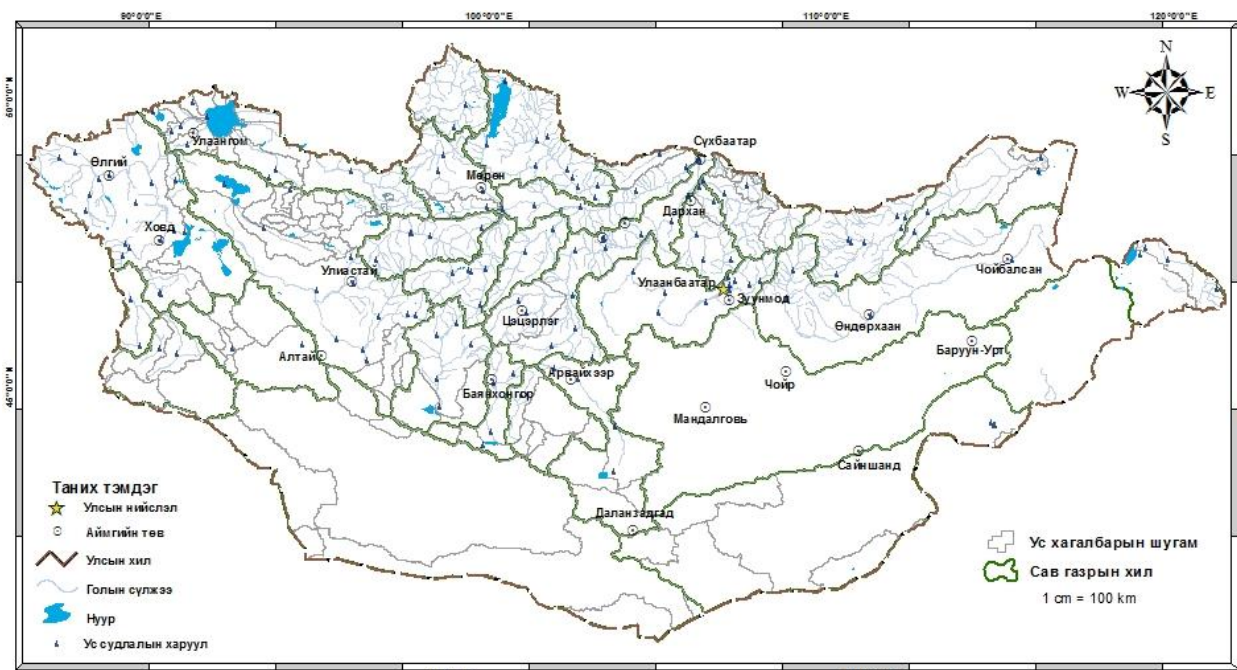
Дэлхийн улс, орнуудын туршлагаас үзэхэд УННМ-ийг хэрэгжүүлэхэд дараах нийтлэг зарчмуудыг баримтлана. Үүнд:

- УННМ гэдэг бол сав газрын зөвлөлийн шийдвэрээр захиргааны зохицуулалттай, хэрэглэгчид болон хамааралтай нэгжүүдийг аль болохоор гүйцэд хамарсан, тэдгээрийн үүрэг, хариуцлагыг маш тодорхой тусгасан байх;
- Газар, ус, байгаль орчны бусад баялгийн талаарх аливаа шийдвэр нь сав газрын хэмжээнд нэгдмэл байх;
- Байгалийн нөөцийн менежментийн бодлого, төлөвлөлтийг улс орон болон орон нутгийн нэгжүүдийг оролцуулан хамтран боловсруулах;
- Хөхүүлэн дэмжих, хөрөнгө оруулалт, хууль, эрхзүйн зохицуулалт хийх зэрэг УННМ-ийг хэрэгжүүлэх механизмуудыг засаг захиргааны бүх түвшинд тодорхойлсон байх;
- Усны нөөц, түүний ашиглалт, хамгаалалтын хуваарийг сав газрын хэмжээнд оновчтой зохицуулсан байх зэрэг болно.

Энэ бүхнээс үзэхэд “Гол мөрний сав газрын зөвлөл, захиргаа”-г юуны өмнө бага голуудын сав газрыг нэгтгэн тухайлбал, Хангай нурууны өврийн голуудын сав газруудыг оруулан Нууруудын хөндий, Алтай нурууны өврийн голуудын сав газрын тус тус захиргаа, зөвлөл, том ба томоохон голуудын сав газар, хүний үйл ажиллагааны нөлөөллийн хэм хэмжээ, засаг захиргааны нэгжүүдийн хамрагдсан байдал зэргийг харгалзан дараах сав газрын захиргаа, зөвлөлүүдийг байгуулж

болох юм. Үүнд: Хэрлэн, Онон-Улз, Туул, Орхон гол, Ховд гол-Хяргас нуур, Завхан гол-Хяргас нуур, Увс-Үүрэг нуур-Тэс гол, Хөвсгөл нуур-Эг-Үүр гол, Олон голын бэлчир, Хараа, Ерөө гол, Говийн бүсийн газар доорх усны орд газруудын зэрэг сав газрын захиргаа, зөвлөл болно. Сэлэнгэ мөрөн, Шишхэд гол, Увс нуур-Тэс гол, Буйр нуур-Халх гол, Онон-Улз, Булган, Хэрлэн гол зэрэг хилийн гол мөрөн ОХУ, БНХАУ-ын холбогдох гол мөрдийн сав газрын Комисс, Зөвлөлтэй хамтын ажиллагаатай байна. Энэ нь 2 улсын хоорондын гэрээ хэлэлцээрээр зохицуулагдана.

Усны нөөцийн нэгдсэн менежмент явуулах сав газрын хилийг М1:100000 топозургийн мэдээнд үндэслэн нарийвчлан тогтоов (4.2 дугаар зураг).



4.2 дугаар зураг. УННМ-ийн сав газар

Сав газрын нэгдсэн менежментийн бодлого, төлөвлөгөө, түүнийг хэрэгжүүлэх ажлын зорилго бол сав газрын байгалийн нөөцийг зохистой ашиглах замаар сав газрын экосистем, түүний төлөв байдлын илэрхийлэл нь болох усны нөөц, горимыг хамгаалах, зохистой ашиглахад оршино.

Гадаргын усны нөөцийг зохистой ашиглах, арвижуулах арга зам бол сав газрын усны балансын орлогын хэсэг буюу хур тунадас, сав газар дахь нуур, мөстөл, мөсөн гол, цэвдэг, хөрсний чийг, газар доорх усны нөөцийг арвижуулах эсвэл зарлагын хэсэг болох усны гадаргын болон ургамлын транспирац, нийлбэр ууршил, сав газраас гадагш урсах урсацыг хэмнэх зэрэг болно. Гэвч, хур тунадсыг үүлэнд зориудаар нөлөөлөхөөс бусад аргаар арвижуулах боломжгүй бөгөөд уур амьсгалын өөрчлөлтийн үед цэвдэг, мөстөл мөсөн голын хайлалт нэмэгдэх учраас ууршил хамгийн бага байх өндөр уулын бүсэд усан сан байгуулах замаар мөстлийн хайлалтын нөлөөг зөөлрүүлэх боломж бүрдэнэ.



Эх сурвалж: Дэлхийн усны түншлэлийн гарын авлага, 2009 (Global water partnership)

4.3 дугаар зураг. УННМ-ийн төлөвлөгөөний үйл ажиллагаа

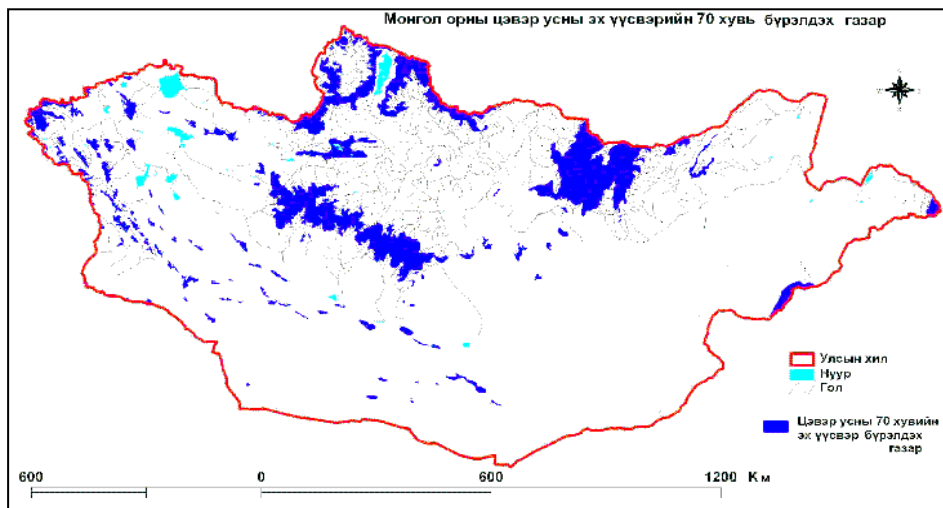
Манай орны улирлын цас, мөс хавар эрт хайлж ууршлаар алдагдах учраас газар тариалан, бэлчээрийн хөрсний чийгийг нэмэгдүүлэх нөлөө төдийлөн үзүүлэхгүй. Иймээс бэлчээр, тариалангийн талбайн усан хангамжийг нэмэгдүүлэхэд цас хуримтлуулах, дөрөвдөгчийн хурдас, хошуу туугдас бүхий сайрын савд хур тунадасны усыг хуримтлуулах хөв байгуулах зэргээр хөрсний чийг ба ул хөрсний урсацыг нэмэгдүүлэх боломж бий. Ууршлын улмаас ширгэж буй, ялангуяа голын татмын нууруудад ус хүргэх, сав газрын экосистемийг сэргээх, түүнд тулгуурлан дархлааг дэмжих, зориудын аргаар дасан зохицох, аяндаа зохицон дасах арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна.

Аливаа нөөцийг хэтрүүлэн ашиглаваас уг нөөц шавхагдахад хүрнэ. Аажим нөхөгдөх нөөцийг шууд ашиглах нь ховор бөгөөд байгалийн тэнцвэрийг алдагдуулахад хүргэнэ хэмээн үзэж тун болгоомжтой хандана. Нэгэнт хур цас, мөсөн гол хайлж, улмаар хуурай хээр, говь, цөлийн бүсэд ууршил нэмэгдэж, нуурууд, усан сангийн гадаргаас ууршлаар ус буцалтгүй алдагдах учраас усны нөөцийг ууршил хамгийн бага байх, усны эрчим хүчний нөөц ихтэй, гол мөрний усны нөөц бүрдэх Алтай, Хангай, Хэнтий нуруу, Хөвсгөлийн уулсын өндөр уулын бүсэд усан сан байгуулах замаар усны хуримтлал буй болгох, гол мөрний усны горимын зохицуулалт хийх нь чухал. Харин говь, хээрийн бүсэд усан сангуудыг байгуулж усны алдагдлыг улам нэмэгдүүлэхгүй байх хэрэгтэй болно. Тал, хээр, говийн бүсэд усыг хамгийн хэмнэлттэй ашиглах, хуримтлуулах, хамгаалах далд системийг байгуулах нь чухал байна.

Улс орны нийгэм, эдийн засгийн тогтвортой хөгжилд шаардагдах усны хэрэгцээг жил бүр түүний нөхөн сэлбэгдэх нөөцөөс хангана. Гэхдээ гол мөрөн, нуурт усны экосистемийн үйл ажиллагааны тэнцлийг тэтгэхүйц хамгийн бага усны хэмжээг заавал үлдээнэ. Өөрөөр хэлбэл, гол мөрнөөс авч ашиглаж болох усны хэмжээнээс ус хэрэглээний түвшин үл хэтрэх байдлаар ус ашиглалт, хэрэглээг зохицуулах шаардлага гарсаар байна.

Өнөөгийн байдлаар байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын үнэлгээг аль нэгэн компани, төслийн үйл ажиллагааны нөлөөллөөр хязгаарлан хийж байна. Голын сав газрын хэмжээнд түүний усны нөөц, экосистемийн төлөв байдал, даац, түүнд учруулах аж ахуйн нийт ачааллыг тооцохгүйгээр сав газрын нөөцийг зохистой ашиглах, хамгаалах бололцоогүй юм. Уур амьсгалын мөчлөгт хэлбэлзлийн хуурайшилтай үе уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөлөл дор үргэлжилж, үүний

зэрэгцээ уул уурхай, газар, бэлчээрийн ашиглалт эрчимжиж, голын сав газар дахь хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөл улам нэмэгдэж буй энэ үед усны хүрэлцээгүй байдал, сав газрын байгалийн нөхцөлийн доройтол зэрэг нь усны нөөцийн нэгдсэн менежментийг хэрэгжүүлэх нь улам бүр тулгамдаж буйг харуулж байна. Энэ чиглэлд хууль, эрхзүйн орчин, удирдлага, зохион байгуулалтыг боловсронгуй болгох, системийн дүн шинжилгээ хийх, усны урсац, нуурын усны баланс, мөстлийн масс балансын загварчлал хийх нь чухал байна.



4. 4 дүгээр зураг. Монгол орны гадаргын усны 70 хувь бүрдэх сав газрын эх

4.2 Ус ашиглалт, хэрэглээний балансыг тогтоох тухай

Тухайн сав газрын усны нөөц ба ус ашиглалт, хэрэглээний дэвсгэр нутаг дахь нийгэм, эдийн засгийн салбарын ус хэрэглээний харьцааг усны нөөц ба ашиглалт, хэрэглээний тэнцэл илэрхийлнэ. Энэ нь ус ашиглалт, хэрэглээг усны ашиглаж болох нөөц ба чанартай харьцуулан жиших замаар тэдгээрийн орон зай, цаг хугацааны хуваарилалтыг тодорхойлоход оршино.

Ус ашиглалт, хэрэглээний балансыг нийгэм, эдийн засгийн хөгжлийн тодорхой түвшинд, сав газар, бүс нутгаар тооцно. Улмаар ус элбэгтэй, дутагдалтай үе, улирал, бүс нутгийг илрүүлж цаашид зайлшгүй авч хэрэгжүүлэх арга хэмжээг төлөвлөнө.

Ус ашиглалт, хэрэглээний тоо бүртгэлийг үндэс болгон эл балансыг голын ай сав, сав газар, аймаг, эдийн засгийн бүс нутгаар тодорхойлно.

Баланс тооцогдох газар нутгийн хил, сав газрын ус хагалбараар хязгаарлагдана. Голын сав газар, аймаг, эдийн засгийн бүс нутаг нь хэд хэдэн балансын хэсэгт хуваагдаж болно. Гадаргын болон газар доорх ус хагалбарын хил ихэнхдээ давхцана. Иймээс балансын хэсэг бүрд эдгээр усны нөөцийг хамтад нь тодорхойлно. Гадаргын болон газар доорх усны нөөцийг тус тусад нь авч үзэж тооцоо хийнэ. Үүнд:

1. Газар доорх усны ашиглалтын нөөцөөр ус хэрэглэгчдийн хэрэгцээг хангахаар тооцвол дараах байдлаар бичиж болно.

$$(P - Q_x) > 0 \quad (4.1)$$

Үүнд: P - Газар доорх усны ашиглалтын нөөц, Q_x – ус ашиглалт, хэрэглээ

Газар доорх усны ашиглалтын нөөц ашиглалт, хэрэглээнээс их байвал ус ашиглалт, хэрэглээний баланс эерэг, өөрөөр хэлбэл усны нөөц хүрэлцээтэй байна. Хэрэв усны нөөц, хэрэглээ хоорондын тэнцвэр алдагдвал ус хэрэглэгчдийн хэрэгцээг гадаргын усны нөөцөөр нэмж хангах, эсвэл газар доорх усны нөөцийг сэлбэх, нэмэгдүүлэх бүхий л боломжийг судлах хэрэгтэй болно.

2. Ус хэрэглэгчдийн хэрэгцээг дан ганц гадаргын усны нөөцөөр хангах тохиолдлыг авч үзье. Энэ тохиолдолд ус ашиглалт, хэрэглээний балансыг (B) дараах байдлаар илэрхийлнэ.

$$B = R + \Delta R - \psi - T \pm \Delta V \quad (4.2)$$

Үүнд: R - Хил залгаа нутгаас тухайн ус ашиглалт, хэрэглээний дэвсгэр нутагт дамжих урсац, ΔR -тухайн сав нутагт бүрдэж буй урсац, ψ - буцалтгүй хэрэглэгдэж буй усны хэмжээ, T- ус хэрэглэгчдийн эрэлт хэрэгцээ болон экосистемийг тэтгэх шаардлагаар голд үлдээх усны хэмжээ, $\pm \Delta V$ -усан сангийн дүүрэлт, ашиглалт (үүнийг усан сан байгуулж ашиглах нөхцөлд тооцно).

$$\psi = Q_r + \Delta Q_r - q_r \quad (4.3)$$

Үүнд: ΔQ_r - газар доорх усны нөөцийн ашиглалтаас болж голын урсац буурах хэмжээ, Q_r - гадаргын уснаас авч ашиглаж болох нийт хэмжээ, q_r – тухайн голын сав газар дахь үйлдвэр, ахуйн давтан ашиглаж болох бохир усны хэмжээ

Ус ашиглалт, хэрэглээний баланс дараах иж бүрдэлтэй байна. Үүнд: 1. Орлогын хэсэг, 2. Зарлагын хэсэг, 3. Гадаргын усны баланс, 4. Газар доорх усны баланс

1. Орлогын хэсэгт гадаргын болон газар доорх усны нийт нөөц орно. Газар доорх усны нөөц нь түүний ашиглалтын нөөцөөс бүрдэнэ. Харин гадаргын усны нийт нөөц сав газрын дээд хэсгээс дамжиж ирэх урсац, энэ хэсгийн урсацаас бүрдэнэ.

2. Зарлагын хэсэгт нийгэм, ахуйн болон үйлдвэрийн усан хангамж, бэлчээр усжуулалт, усалгаатай газар тариаланд зарцуулж байгаа усны нийт хэмжээ, экосистемийг тэтгэх шаардлагаар голд үлдээх ус зэрэг орно. Гэхдээ ус хэрэглэгчид чухам усны ямар нөөцийг ашиглаж байгаагаас хамааруулан балансыг тус тусад нь тооцно.

3. Гадаргын усны балансын орлого, зарлагын зөрүү нь усны дутагдал ба илүүдлийг илэрхийлэхийн зэрэгцээ усны нөөцийн ашиглалтын түвшин, балансын нэг хэсгээс нөгөөд шилжих усны хэмжээ зэргийг харуулна.

Гол мөрний сав газрын ус ашиглалт, хэрэглээний балансыг дараах тэгшитгэлээр илэрхийлнэ.

$$B = Q_n + Q_c \pm \Delta V_{ac} \pm Q_{сан} \pm Q_{голд} - \Delta Q_{гадна} + Q_{газар} - Q_{гадарга, газар} + Q_{хаягдал} - Q_{б.сав} - Q_{хот} \approx 0 \quad (4.4)$$

Үүнд: Q_n -тухайн ус ашиглалт, хэрэглээний дэвсгэр нутагт дамжин ирэх голын ус, м³/с, Q_c -тухайн хэсэгт цутгах голын ус, м³/с, $\pm \Delta V_{ac}$ - сав газар дахь аж ахуйн үйл ажиллагааны нөлөөнөөс ус багасгах, нэмэгдэх хэмжээ, м³/с, $\pm Q_{сан}$ -усан сангаас гарах (+), дүүрэх (-) хэмжээ, м³/с, $\pm Q_{голд}$ -голын сүлжээний усны нөөцийн өөрчлөлт, м³/с, $\Delta Q_{зох}$ -зохицуулах үеийн усны алдагдал, м³/с, $Q_{гадна}$ -суваг, хоолойгоор

зэргэлдээх сав газраас татах ус, m^3/c , $Q_{\text{газар}}$ - зэргэлдээх сав газраас татсан газар доорх ус, m^3/c , $Q_{\text{газар, гадна}}$ - нийт авсан гадаргын болон газар доорх ус, m^3/c , $Q_{\text{хаягдал}}$ - голд цутгах хаягдал ус, m^3/c , $Q_{\text{б.сав}}$ -бусад сав газраас ирэх ус, m^3/c , $Q_{\text{хот}}$ - ус ашиглалт, хэрэглээний дэвсгэр нутагт байх ус, m^3/c , V -усны балансын зөрүү

Дээрх тэгшитгэлийг хялбарчлан дараах хэлбэртэй бичиж болно.

$$V = Q_n + Q_c \pm Q_{\text{аж}} - Q_{\text{гадарга, газар}} + Q_{\text{хаягдал}} \quad (4.5)$$

Манай орны ус ашиглалт, хэрэглээ түүний нөөцтэй харьцуулахад бага юм. 2010 онд улсын хэмжээний нийт ус хэрэглээ, ашиглалт 326.3 сая m^3 /жил байсан бол 2021 онд ус хэрэглээ, түүний бага хувилбараар 478.2 сая m^3 /жил, ус хэрэглээний дунд хувилбараар бага хувилбарынхаас 26.8 хувиар, их хувилбарт бага хувилбарынхаас бараг хоёр дахин тус тус нэмэгдэхээр байна (Монгол улсын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн тайлан, 2012). Энэ байдлаар сав газар бүр усны нөөц ба ус ашиглалт, хэрэглээний тэнцлийг байнга хийнэ.

4.3 Гол мөрний экосистемийг тэтгэх урсац ба гол мөрнөөс авч ашиглаж болох усны хэмжээг тогтоох тухай

Монгол оронд нийгэм, эдийн засаг хөгжихийн хэрээр уур амьсгалын өөрчлөлт, аж ахуйн үйл ажиллагааны нөлөөллийн дор явагдаж буй байгаль, орчны өөрчлөлт, нийгэм, эдийн засагт өсөн нэмэгдэж буй ус ашиглалт, хэрэглээ усны нөөцийн зохистой ашиглалт, экосистемийг хамгаалах асуудлыг улам бүр хурцатгаж байна.

Гол мөрөн, түүний сав газарт усалгаа, цэвэрлэх байгууламж, усан сан, цөөрөм, усан хангамжийн цогцолбор зэрэг усны томоохон барилга байгууламж барьснаас шалтгаалан гол мөрөн, түүний татмын экосистемд нөлөөлөл илэрнэ. Тухайлбал, усан сан байгуулснаас боомтын дээд **хашицад** татам, хөндийн хөрс, ургамал усанд автаж, улмаар элэгдэж шинээр эрэг үүсэх, намагжих, хөрс давсжих ба боомтоос доош голын голдрил нарийсах, татмын ургамал хатах, ховордох, устах зэрэг өөрчлөлт гардаг. Харин голын голдрилыг шулуутгаж, татмыг нарийсгаснаас татмын экосистем устаж, үерт автах аюул нэмэгдэхэд хүргэдэг. Үүний зэрэгцээ гол мөрнөөс усыг авч ашигласнаас татам, хөндийн нуур, намгийн экосистем доройтдог (Новикова, 2005).

Гол мөрөн ба түүний татмын экосистемийг тэтгэхүйц урсац ба гол мөрнөөс авч ашиглаж болох усны хэмжээг оновчтой тогтоох асуудал сүүлийн үед ус судлаачдын анхаарлыг татсаар иржээ. НҮБ-ын Европын Эдийн засгийн комисс энэ чиглэлээр дараах зөвлөмжийг өгсөн байна. Үүнд:

1. Гол мөрнөөс авч ашиглаж байгаа усны хэмжээ, түүний урсацын 10 хувиас хэтрэхгүй байвал “Хангалттай” буюу тохиромжтой.

2. Энэ хэмжээ 20 хүртэл хувь бол ус ашиглалт ба урсацын тохируулгыг хязгаарлах шаардлагатай.

3. Энэ хэмжээ 20 хувиас их бол уг гол мөрний урсац тухайн нутаг дэвсгэр дэх нийгэм, эдийн засгийг усаар хангах боломжгүй гэж тус тус үзнэ.

Новикова, 1999, 2003, Кузьмина нар., 2000, Новикова, Кузьмина, 2000, Кузьмина, 2005, Новикова болон бусад, 2001 нар Баруун Европ (Саале, Изар, Дунай мөрөн ба Эльба), Дундад Ази (Амударья, Сырдарья), ОХУ, Алс Дорнодын

(Ижил мөрөн, Сейм) урсацын тохируулгатай ба байгалийн горимтой гол мөрдийн татам, хөндийн ургамал, амьтны бүлгэмдэл, зүйлийн бүрдэл, тэдгээрийн өөрчлөлт, усны горим, ашиглалтад олон жил судалгаа хийж үзэхэд урсацын тохируулга хийсэн л бол голын татам, хөндийн ургамал, амьтны бүлгэмдлийг бүрэн хамгаалах боломжгүй ба байгалийн горимтой байх үеийнхтэй харьцуулахад ангилалзүйн хамгийн бага нэгжийн 75 хувиас доошгүй бүрдэлтэй, аль нэг бүлгэмдэл бүрэн устаагүй байхаар экосистемийг тэтгэх урсацыг хангах шаардлагатай гэсэн дүгнэлтэд хүрчээ. Түүнчлэн гол мөрний дээд, дунд, адгийг хамруулан урсацын бүрэн тохируулга хийсэн бол тухайн гол мөрөн байгалийн аль ч бүсэд байхаас үл хамааран голын адаг орчмын усны ба татмын экосистемийг хамгаалах боломжгүй гэжээ. Үүний жишээ бол цөл ба хуурай хээрийн бүсийн Амударья (Узбекистан), Сырдарья (Казакстан) голын дагуух татмын ой шугуй, Баруун Европын ойн бүсийн Саале, Изар ба бусад (Герман) голын дагуух царс бүхий татмын ой бүрэн утсан явдал юм (Kouzmina, 2004).

Гол мөрний усны горим, чанар, ус ашиглалтын мэдээний зэрэгцээ гол, татам, эх газрын экосистем, экотон дахь биологийн олон янз байдал, бүтээмжийг илэрхийлэх экологи-физиологийн үзүүлэлтүүдэд дүн шинжилгээ хийж, гол мөрний урсацад хэр хэмжээний тохируулга хийвэл гол, татам, түүний орчмын экосистемийн унаган чанарыг хэдэн хувьд нь хамгаалж чадах тухай дүгнэлтэд хүрч болох юм.

Усны эрчим хүчийг ашиглах, усан хангамж болон бусад зорилгоор гол мөрний усны горимыг өөрчилснөөс үүсэх хохирлыг бууруулахад биологийн дараах шалгуур нөхцөлийг хангана (Новикова нар, 2005). Үүнд:

- Бүс нутаг хоорондын ургамлын тархац, амьтны шилжилт, хөдөлгөөнийг хангах ач холбогдол бүхий голын хөндий (экологийн коридор)-г хамгаалах;
- Гол, түүний хөндийн хөндлөн чиглэлд амьтдын шилжилт хөдөлгөөний үндсэн зурвас, жимийг хамгаалах;
- Усан сангийн боомтын дээд ба доод хашиц дахь татам, хөндий дэх байгалийн бүс, экотоны биологийн олон янз байдлыг хамгаалах;
- Урсацын тохируулга хийсэн голын сав газрын биологийн зүйлийн бүрдлийг хамгаалах;
- Зүйлийн бүрдлийн дэлгэц нутгийн хил орчмын бүлгэмдлийг хамгаалах;
- Усан сангаас дээш ба дооших татмын экосистемийн олон жилийн хэлбэлзэл, хөдлөлзүйг хангах нөхцөлийг бүрдүүлэх;
- Гол мөрөн дээр цуваагаар байрлах усан сангууд хоорондоо үйл ажиллагааны нөлөөний хүрээнээс хамаарч оновчтой зайд байрлах зэрэг орно.

Хамгаалалтад хамрагдах гол мөрөн, татмын хэмжээ, сав газар дахь усан сангийн зөвшөөрөгдөх тоо зэргийг тогтооход дээр дурдсан шалгуур нөхцөлд үндэслэн голын эрэмбэ, геоморфологийн нөхцөл (уулын, талын), голын эх, дунд, адагт усан сан байрших нөхцөл, байгалийн бүс, урсацын тохируулгын хувь хэмжээ, уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөгөөр үүсэх усны горим, урсацын өөрчлөлтийн хандлага зэргээс хамааруулан усны нөөц, усан орчин, татмын экосистемийг хамгаалах, нөөцийг зохистой ашиглах норм, хэм хэмжээг тогтоох шаардлага гарна.

Урсацын тохируулга хийж, усны нөөц, усан орчин, татмын экосистемийг хамгаалах, зохистой ашиглахад дараах 4 шалгуурыг мөрдөхийг санал болгожээ (Новикова, 2005). Үүнд:

1. Аллювийн хурдас (арлын хэв шинж, хурдас хуримтлал) дээр үүсэн, хэвшин хөгжих татмын ландшафтад 3-5 жилийн зайцтай ажиглагдах их үерийн урсац тодорхойлох нөлөө үзүүлнэ.

2. Гол, татмын экосистем, экотон тогтвортой байх нөхцөлийг хангахад гол мөрний усны үерийн давтамж, үргэлжлэх хугацаа, ул хөрсний усны түвшний байгалийн горим шийдвэрлэх нөлөөтэй. Урсацын тохируулгатай голын татам, хөндийн ул хөрсний усны түвшний хэлбэлзлийн жилийн агууриг байгалийн горимтой үеийнхээс 70 хувиас доошгүй байх, түүний урсацын хэмжээ байгалийн горимтой үеийнхээс 15 хувиас илүүгүй бууралттай байх зэрэг болно.

3. Урсацын тохируулгатай гол, татам, хөндийн экосистем, түүний байгалийн горимтой байх үеийн зүйлийн бүрдлийн 75 хувиас доошгүй бүрдэлтэй байх ба жилийн хэлбэлзэл нь 30–40 хувиас илүүгүй байвал уг экосистемийн үндсэн хэв шинж, зүйлийн бүрдлийг хамгаалах нөхцөлтэй.

4. Голын сав газрын экосистем, биологийн олон янз байдлыг хамгаалахад цуваагаар байрлах усан сан хоорондын байгалийн голдрил, татам, хөндийн уртыг оновчтой тогтооно. Энэхүү уртын хэмжээ том ба дунд зэргийн голуудад 100 км-ээс багагүй байна.

Гол мөрөн, нуурын усыг бохирдохоос хамгаалахын тулд химийн найрлага, чанарын зөвшөөрөгдөх дээд агууламж хэмээх шалгуурыг баримтладаг бол харин усны хомсдол, гол мөрөн, горхи хатаж ширгэхээс урьдчилан сэргийлэх, экосистемийг хамгаалахын тулд ашиглалтын нөөцийн тодорхой хязгаарыг нормчлон тогтооно.

Уур амьсгалын дулаарал, хуурайшлын зэрэгцээ, голын сав газрын ой модыг үлэмж ихээр ашиглах, бэлчээр талхлагдаж хөрс, ургамлын нөмрөг өөрчлөгдөх, усыг усалгаанд хэтрүүлэн ашиглах зэргээс гол, горхи хатаж ширгэх, нуурын ус дундарч, ус багасч, экосистем доройтож байгаа тохиолдол дэлхийн олон оронд ажиглагдаж байна. Сырь-Даръяа, Аму-Даръяа мөрний усыг усалгаанд их хэмжээгээр хэрэглэснээс Арал нуурын экосистем гүн хямралд орж, сэргээх аргыг эрэлхийлэвч өнөөг хүртэл зохистой шийдлийг олоогүй байна. Энэ нуур ба Монгол орны Говийн 5 нуур, гол мөрний усны горим, нөөц, түүнд үзүүлж буй ус ашиглалтын ачаалал зэргийг тооцож, голын уснаас авч ашиглах зөвшөөрөгдөх хэмжээг анх удаа тогтоожээ (Н. Дашдэлэг нар, 1995). Гэхдээ энэ хэмжээ НҮБ-ын Европын Эдийн засгийн комисс болон бусад экосистемийг тэтгэх урсацын шаардлагатай төдийлөн нийцэхгүй байна.

А.Дашдорж (1965, 1976), А.Дулмаа, Б.Нансалмаа (1977, 1985, 1990), Дорофеюк Н.И., С.Цэрэвсамбуу (1990), Д.Цэцэгмаа (1994), Г.Баасанжав, Я.Цэнд-Аюуш (2001), М.Эрдэнэбат, Б.Мэндсайхан (2007, 2008), Б.Сосорбурам (2011), Н.Сонинхишиг (2014) нарын судлаачид Монгол орны гол мөрөн нуурын загас, хөвөгч ба ёроолын ургамал, амьтдын бүрэлдэхүүн, биологи, тархац, нөөц, үржих чадвар, идэш тэжээлийн нөөц, тооны хувьслыг судалж, гол мөрний ай сав, сав газраар ангилан, Монгол орны нуурын амьтан, ургамлын талаар олон арван бүтээл туурвижээ.

Гол мөрнөөс усыг авч ашиглахдаа түүний экосистемийг тэтгэх урсацыг голд үлдээж, голын татам болон усны амьтан, ургамлын төрөл зүйлийг хамгаалах, усан хангамжийн тогтвортой ажиллагааг хангах нөхцөлийг бүрдүүлнэ. Иймээс юуны өмнө экосистем, түүний биологийн олон янз байдал, нөөц баялаг (ус, ой, загас, ан,

бэлчээр, хадлангийн нөөц, аялал, жуулчлал) ба орчны хүчин зүйлс хоорондын харилцан шүтэлцээ, уялдааг тогтоох шаардлагатай. Эдгээр харилцан уялдааг тогтооход биологи, амьдрах орчны хүчин зүйлс ба урсацын хэмжээ, чанар, их ба бага урсацын давтамж, тэдгээрийн ажиглагдах ба үргэлжлэх хугацаа, горимын өөрчлөлтөд дүн шинжилгээ хийнэ.

Гол мөрнөөс авч ашиглаж болох усны хэмжээ, гол, түүний орчны экосистемийг тэтгэх урсацыг тогтооход дараах үндсэн 2 аргыг хэрэглэж байна (Dyson et al. 2003). Үүнд: 1. Гол мөрний урсац ба амьдрах орчны математик загварчлал, үнэлгээний арга, 2. Амьдрах орчны нөхцөлийг тодорхойлох гол мөрний урсац, чанар, усан сангийн баланс ба биологийн индексийн дүн шинжилгээ, үнэлгээ зэрэг болно.

Эхний аргыг хэрэглэхэд гол мөрөн, татмын экосистем, амьдрах орчинг бүхэлд нь физик, хими, биологийн тоон аргаар загварчлах учраас маш цогц хийгээд нэн олон параметруудийг үнэлэх загварыг зүгшрүүлэх, шалгах мэдээ, түүнийг бүрдүүлэх судалгаа шаардагдана. Иймээс энэ нь онолын хувьд үлэмж ач холбогдолтой боловч практик амьдралд хэрэглэхэд нэлээд хүндрэлтэй юм.

Орчны нөхцөлийг тодорхойлох гол мөрний урсац, чанар, усан сангийн баланс ба биологийн индексийн дүн шинжилгээ, үнэлгээний аргууд бол энгийн хийгээд усны горим, чанар, биологийн ажиглалтын мэдээлэлд тулгуурлагддаг учраас эдгээр аргыг ОХУ, АНУ, Австрали, Энэтхэг болон бусад оронд өргөн хэрэглэж байна.

Монгол орны гол мөрөн, нуурын усны горим, нөөцийн байнгын судалгааг янз бүрийн хугацаанд ус судлалын 160 гаруй харуулд хийж, өдгөө хамгийн олон жилийн ажиглалттай харуулд дал гаруй жилийн мэдээ бүрдсэн байна. Эдгээр болон бусад хайгуул, судалгаа, агаар, сансар, газрын зургийн мэдээлэлд тулгуурлан гол мөрөн, татмын экосистемийг тэтгэх урсацыг тогтоож болно.

Гол мөрөн, татмын экосистемийг тэтгэх урсацын хэмжээг ерөнхийлөн дараах байдлаар томъёолж байна.

$$Q_{\text{экосистемийг тэтгэх}} = Q_i - Q_{\text{зөвшөөрөгдөх ус авалт}} \quad (4.6)$$

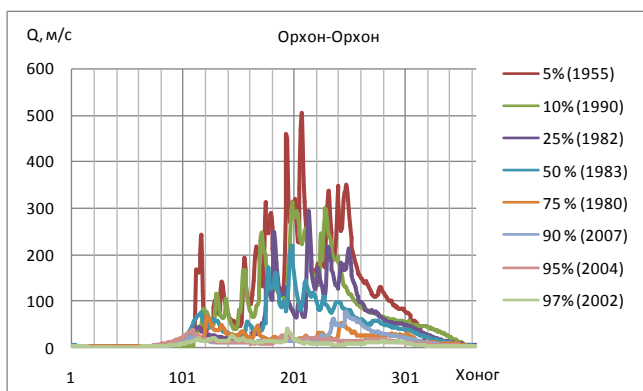
Үүнд: $Q_{\text{экосистемийг тэтгэх}}$ – гол мөрөн, түүний татам, тэндхийн нуур, тойрмын экосистемийг тэтгэх урсац, Q_i – янз бүрийн хангамшилтай жилийн дундаж урсац, $Q_{\text{зөвшөөрөгдөх ус авалт}}$ – гол мөрнөөс авч ашиглаж болох усны хэмжээ, усан сан байгуулсан бол ууршлын болон бусад алдагдал энд нэмж тооцогдоно. Үүний зэрэгцээ усан сангаас доош байнга гаргах хамгийн бага урсацыг “голын эрүүл ахуйн урсац” гол, татмын экосистемийг тэтгэх урсацыг усан сангаас доош гаргах, түүхэнд ажиглагдсан хамгийн бага урсац, бага устай үеийн дундаж урсац гэх зэрэг нэр томъёог олон улсад хэрэглэж иржээ (Дубинина, 2001, Smakhtin, V.Anpuhas, M. 2006). Голын эрүүл ахуйн урсацын хэмжээ 20 орчим жилд 1 удаа тохиох магадлалтай, 95 хувийн хангамшилтай бага устай жилийн дундаж урсацтай дүйнэ.

Гол мөрөн, татмын экосистемийг тэтгэх урсац дараах бүтэцтэй байна. Үүнд: 1. Гачиг үеийн урсац. Энэ үед гол мөрөн хамгийн бага устай байх ба газар доорх усаар тэжээгдэнэ. Энэ урсац усны шавж, загас, амьтан, ургамал, усны чанарыг хамгаалахад онцгой чухал. 2. Багахан хэмжээний үерийн урсац. Энэ үед голын харгиа, боргиотой хэсгийн хурдас чулуулаг угаагдаж, шавар, лаг шавар, наанги зэргээс цэвэрлэгдэж, ёроолын сээр нуруугүйтэн амьтдын амьдрах орчин сайжирна. 3. Томоохон үерийн урсац. Энэ үед голын гүн цүнхээл, хар усан тохой,

голдрилын хурдас чулуулаг угаагдаж, жижиг ширхэгтэй хагшааснаас цэвэрлэгдэж, загас, ёроолын амьтдын орчны нөхцөл сайжирна. 4.Тусгай зориулалтын урсац. Энэ нь загасны үржил, шилжилт, хөдөлгөөн, хоёр нутагтан болон бусад газар, усны амьтан, ургамлын амьдрах орчинг бүрдүүлэх, тухайлбал, тул, хадран, зэвгэ, хилэм, хэлтэг зэрэг болон бусад загасны тэжээл, амьдрах нөхцөл, үржилд тохирох усны урсгалын хурд, дулаан, амьдрах орчны бусад таатай нөхцөл, горимыг буй болгох зэрэгт шаардагдах урсац болно. 5. Гол мөрний татмын ой шугуй, нуга, түүнд байрлах нуур, тойрмыг тэжээх, тэдгээрийн экосистемийг тэтгэх урсац зэрэг болно.

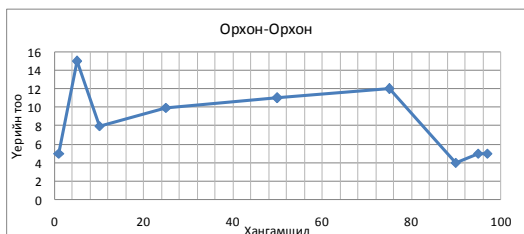
Гачиг үеийн урсац бүх гол ба жилийн дулаан улиралд, том ба томоохон голд өвлийн улиралд байнга ажиглагдана. Харин бага ба жижиг голууд услаг багатай жилүүдэд хатаж ширгэж экосистем доройтолд орно. Элбэг устай жилүүдэд гол мөрний татмын нуга, ой, шугуй, нуур, тойром, усны амьтан, ургамал сэргэнэ. Иймээс гол мөрөн, татмын экосистемийн төлөв байдал гол мөрний услагаас бүрэн хамаарна. Гол мөрний услагийн хэмжээ буюу жилийн дундаж урсац тухайн голд, жилд ажиглагдсан хамгийн их урсацаас шууд хамааралтай байна.

Нэн бага, багахан хэмжээний үерийн урсац гол мөрөнд 75 ба түүнээс дээш хувийн хангамшилтай урсацтай жилд тохионо. Энэ үед голын харгиа, боргиотой хэсгийн хурдас чулуулаг шавар, лаг шавар, наанги зэрэг угаагдаж, ёроолын сээр нуруугүйтэн амьтдын амьдрах орчин тэтгэгдэнэ. Ердийн үерийн урсац 25-75 ба 50 хувийн хангамшилтай услагтай жилд тохионо. Харин том ба томоохон үерийн урсац 25 ба түүнээс доош хувийн хангамшилтай урсацтай жилүүдэд тохионо. Энэ үед голын гүн цүнхээл, хар усан тохой, голдрилын хурдас чулуулаг дахь жижиг ширхэгтэй хагшаас угаагдаж, загас, ёроолын амьтдын орчны нөхцөл сайжирна. Гол мөрний татмын ой шугуй, нуга, түүнд байрлах нуур, тойром нь тэдгээрийг тэжээх ул хөрсний усны түвшин, гол мөрний усны хамгийн бага босго түвшнээс хамаарч ихэвчлэн ердийн ба том, томоохон үерийн урсацын үед тэжээгдэж, экосистемийн төлөв байдал сайжрах ба дараагийн ердийн ба том, томоохон үер тохиох хүртэл усны тэжээлгүйгээр экосистем нь хэвийн үргэлжилнэ (4.5 дугаар зураг).



4.5 дугаар зураг. Янз бүрийн хангамшилтай жилийн урсацын гидрограф (Ус судлалын Орхон-Орхон сум харуул)

Гол мөрний татмын нуур, тойром, ой, шугуй, хар усан тохой, нуга усаар тэжээгдэх тоо, хэмжээ тодорхой босго түвшинг давах урсацтай үерийн давтамжаар тодорхойлогдоно.

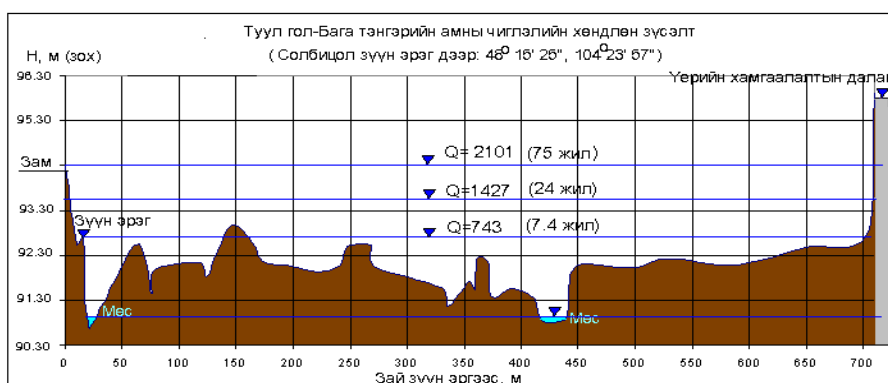


**4.6 дугаар зураг. Янз бүрийн хангамшилтай
услугатай жилд янз бүрийн хэмжээний үерийн
тохиолдлын тоо**

Элбэг устай жилд тохиох их үерийн давтамж цөөн, бага үерийн давтамж олон байна. Тухайлбал, 1-2 хувийн хангамшилтай их үерийн урсац 100-50 жилд 1 удаа тохионо. Тиймээс зөвхөн эдгээр үерийн үед тэжээгдэх дэнж орчмын экосистем нь татмын болон эх газрын экосистем хоорондын завсрын зурвас, экотон болно. Эдгээр их үер нь байгалийн үзэгдлийн хувьд хэвийн боловч энэ үед нийгэм, эдийн засгийг үерээс хамгаалах шаардлагатай ба гамшигт хүргэж болзошгүй юм.

Янз бүрийн хангамшилтай урсацтай жилд үерийн хэмжээ өөр өөр байна. Багахан хэмжээний үерийн усаар тэжээгдэх нуур, тойром, ой шугуй, нуга нь тогтвортой экосистем байна. Тухайлбал, ус судлалын Орхон гол-Орхон харуулд жилд дунджаар 8 удаа, 25-75 хувийн хангамшилтай урсацтай жилд 10-12 удаа гол үерлэх ба 5 хувиас доош ба 90 хувийн хангамшлаас дээш урсацтай жилд үерийн тоо цөөрч 5 орчим удаа ажиглагдана. Хэдийгээр бага ба нэн бага устай 90-97 хувийн хангамшилтай жилд ч багахан хэмжээний үер 4-5 удаа ажиглагдаж байна (4.6 дугаар зураг).

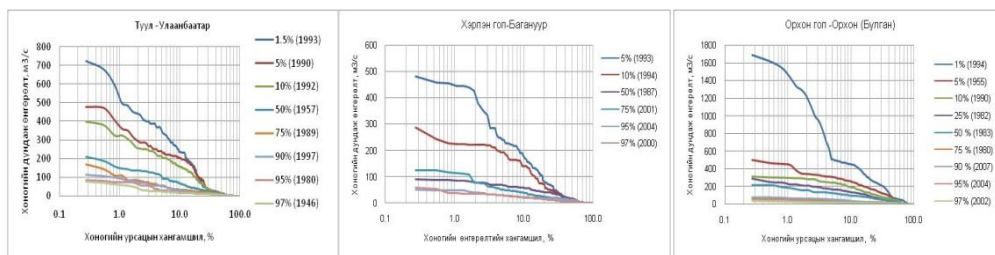
Энэ бүхнээс үзэхэд гол мөрний ус татмын экосистем рүү хальж урсах үеийн босго түвшин, түүнд харгалзах өнгөрөлтийг тогтоох шаардлага гарч байна. Тухайлбал, Туул гол Бага Тэнгэрийн амны чиглэлд $743 \text{ м}^3/\text{с}$ өнгөрөлттэй үед татмын бүх салаа устай болж, бургас, хар усан тохой, нуга усанд автах ба зарим жижиг тойром усаар дүүрэх нөхцөлтэй байна (4.7 дугаар зураг).



4.7 дугаар зураг. Бага Тэнгэрийн амны чиглэл дэх Туул голын татмын хөндлөн зүсэлт

Янз бүрийн хангамшилтай, тухайлбал, 0.01, 0.1, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 90, 95, 97, 99.9 хувийн хангамшлыг давах магадлалтай урсацтай жилд хоногийн дундаж өнгөрөлтийн үргэлжлэлийн муруйг байгуулж, тодорхой босгыг халих түвшин, түүнд харгалзах өнгөрөлтийг тогтоож, татмын тухайн экосистемийг тэжээх урсацын хэмжээ ба түүний ажиглагдах хоногийн тоог тодорхойлж болно. Тухайлбал, $400 \text{ м}^3/\text{с}$ ба түүнээс их өнгөрөлт Туул гол Улаанбаатар хот орчимд 1.5 ба 5 хувийн хангамшилтай урсацтай жилд 9 ба 3 хоног, Хэрлэн гол

Багануур орчимд 5 хувийн хангамшилтай урсацтай жилд 7 хоног, Орхон гол Булган аймгийн Орхон сум орчимд 1 ба 5 хувийн хангамшилтай урсацтай жилд 50 ба 4 хоног тус тус ажиглагдахаар байна (4.8 дугаар зураг).



4.8 дугаар зураг. Янз бүрийн хангамшилтай урсацтай жил ба хоногийн урсацын үргэлжлэлийн муруй

Голын татам дагууд Туул голд 16, Хэрлэн голд 25, Орхон голд 18 нуур, тойром байна. Гол үерлэж, ус голын босго түвшин, түүнд харгалзах тодорхой хангамшилтай урсацыг давах хугацаанд хуучин салаагаар ус урсч эдгээр нууруудад хүрч цутгана. Тухайлбал, Туул гол үерлэж Цогт хун тайжийн Цагаан балгасны дээд талаар хальж урсан Их Цагаан, Цагаан зэрэг бүлэг нуурт, Хэрлэн гол үерлэж Хэнтий аймгийн Баян-Овоо сум орчимд Цойжин ба бусад нуурт, Хэрлэн голын цутгал гол болох Зүүн Бүрх гол үерлэж Шорвог нуурт, Завхан гол үерлэж Эрээн, Ачит зэрэг нуурт тус тус цутгах зэргээр татмын нуурууд тэжээгдэнэ.

Голын ус нуурт цутгах салаа руу хальж урсах босго түвшин ба татам дахь нуурын усны түвшний өндрийн зөрүүгээр нуурт цутгах салааны голдрилын ерөнхий хэвгий, хөндлөн огтлол ба усны гүн, тодорхой хангамшилтай урсацыг давах хугацаа зэргээр нуурт цутгах нийт усны хэмжээг тус тус тогтооно. Энэ мэтчилэн татмын тухайн экосистемд шаардагдах урсацыг тодорхойлох нарийвчилсан судалгаа шаардагдана.



4.9 дүгээр зураг. Туул, Хэрлэн голын татам дахь зарим нуур

Манай орны Хойт мөсөн далай, Номхон далай, Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савын янз бүрийн эрэмбийн гол мөрний хоногийн дундаж өнгөрөлтийн үргэлжлэлийн жишиг муруйгаар судалгаагүй гол мөрний хоногийн дундаж урсац, түүний тодорхой заагийг давах хоногийн тоог ойролцоогоор үнэлж болно.

Ийнхүү гол мөрний экосистемийг тэтгэх урсац үндсэндээ түүний гачиг үеийн урсац ба 1-3 жил тутамд тохиох бага үер, 10-12 жилд тохиох томоохон үерийн урсацаас бүрдэнэ. Физик газарзүйн нөхцөлөөр урсацын олон жилийн тохируулга хийх боломжгүй бол голын хөндийд хажуугийн усан сан байгуулах нь усан

хангамжийн асуудлыг шийдвэрлэх, газар доорх усны тэжээл улмаар гачиг урсацыг нэмэгдүүлэхэд ихээхэн ач холбогдолтой.

Урсацын тохируулга хийхийн тулд ихэнхдээ голын хөндийг бүхэлд нь суурь чулуу хүртэл боомт барьж, усан санг байгуулна. Тэгвэл усан сангийн хоногийн усны балансын тэгшитгэл дараах хэлбэртэй байна.

$$V_t = V_{t-1} + Q_{in} - Q_{out} - U + (P - E) \cdot A_t \quad (4.7)$$

Үүнд: V_t – усан сангийн тухайн t хоногийн усны эзлэхүүн, m^3 , V_{t-1} - усан сангийн өмнөх хоногийн усны эзлэхүүн, m^3 , Q_{in} - усан санд цутгах гадаргын болон газар доорх нийт урсац, m^3 , Q_{out} – усан сангаас гадагш урсах гадаргын болон газар доорх нийт урсац, m^3 , U -усан сангаас ус ашиглагч, хэрэглэгчдэд түгээж байгаа усны эзлэхүүн, m^3 , P - усан сангийн талбайд унах хур тунадас, m , E - усан сангийн усны ууршил, m , A_t – усан сангийн талбай, m^2

4.1 дүгээр хүснэгт. Гол мөрнөөс авч ашиглаж болох усны хэмжээ, олон жилийн дунджаас хувиар

Д/д	Голын сав	Голын		
		Дээд	Дунд	Адаг
1	Бага Енисей мөрний эхний Гуна, Хөг, Шарга, Шишхэд, Бүс гол	8	10	10
2	Булнай нурууны ар, Хангай нурууны арын тэгш өндөрлөг, Хөвсгөлийн уулсын Бэлтэс, Дэлгэрмөрөн, Тэс гол	5	10	10
3	Сэлэнгэ мөрөн-Олон голын бэлчрээс доош	8	10	10
4	Саяны нурууны дорнод үзүүрийн өврөөс усжих Үүр, Уйлган, Ариг гол ба Хөвсгөл нуурын цутгал голууд	5	10	10
5	Эг гол	5	10	10
6	Хангай нурууны баруун, баруун хойт хажуугаас усжих Богд, Чигэстэй, Идэр гол	5	8	10
7	Хангай нурууны арын Орхон, Чулуут, Тэрх, Тамир, Хануй	5	10	10
8	Хангай нурууны өвөр, баруунаас усжих Завхан, Байдраг, Заг, Цагаантуруут, Өлзийт, Түйн гол	5	10	5
9	Таац, Онги, Ар-Агуйт гол	2	3	-
10	Хэнтий нурууны баруун хойт хажуугийн Ерөө, Цөх голын цутгал голууд, ар, зүүн хойт хажуугийн Онон, Балж, Хурх, Барх гол	8	10	10
11	Улз гол ба Монголын Дорнод талын умард хэсэг	2	3	0
12	Хэнтийн өвөр, баруунаас усжих Туул, Хараа, Шарын гол	5	10	10
13	Хэрлэн, Галын гол	5	10	-
14	Халх гол	-	5	10
15	Алтай нурууны салбар уулсаас усжих голууд, Хархираа, Түргэн, Баруунтуруун, Сагил, Торхилог, Чигж, Намир, Зүйл гол	3	5	5
16	Монгол Алтай нурууны араас усжих Ховд, Цэнхэр гол	10	10	5
17	Монгол Алтай нурууны өврийн Булган, Үенч, Бодонч гол г.м.	10	5	3
18	Говь-Алтай нурууны ар, өврийн нуур, хотгорын горхиуд	3	5	0

Жич: Голын эх, дунд ба адаас дээрх хувиар давхардуулж авахыг хориглох ба 1 голоос нийт уртын дагууд авч хэрэглэж болох усны хэмжээ 10 хувиас үл хэтэрнэ. Авах усны хэмжээнд усан санг байгуулснаас үүсэх ууршил, болон бусад алдагдал орж тооцогдоно. Тухайн үеийн голын усны өнгөрөлт энэхүү 10 хувийн өнгөрөлтөөс бага бол ус ашиглалтыг өөр эх үүсвэрээс зохицуулна.

Усан сангаас дооших голын урсац усан сангийн үйл ажиллагааны горимоор зохицуулагдана. Усан сангийн доод хашиц дахь голдрил, татмын нэгж урт дахь усны баланс, экосистемийг тэтгэх урсацыг тооцох шаардлага гарна.

Монгол оронд усны нөөцөөс авч ашиглаж болох хэмжээг тогтоох судалгаа бүрэн хийгдээгүй байна. Гэвч усны нөөцийн хомсдолыг уур амьсгалын өөрчлөлт, аж ахуйн үйл ажиллагааны нөлөөллийн хэмээн ялгаж, голын уснаас авч ашиглах зөвшөөрөгдөх хэмжээ ба экосистемийг тэтгэх урсацыг ойролцоо тогтоож болно (4.1 дүгээр хүснэгт).

Гол мөрний экосистемийн төлөв байдлын шалгуур үзүүлэлтийн нэг бол түүн дэх амьтан, ургамлын олон янз байдал, түүнийг илэрхийлэгч биотик индекс юм. Тухайн экосистем, амьдрах орчинд хамгийн олон зүйлийн амьтан байвал тухайн систем хамгийн тогтвортой байна.

4.4 Экосистемийн төлөв байдлын үнэлгээ

Гол мөрөн, нуурын амьд ба усан орчны хүчин зүйлсийг судалж экосистемийн төлөв байдлыг тогтооно. Усны горим, урсацын хэмжээ, химийн найрлага, хурдас чулуулгийн бүтэц ерөнхийдөө усны орчны хүчин зүйлсийн хам шинжийг агуулан амьдралын нөхцөлийг тодорхойлно. Амьд биесийн хүчин зүйлсэд микробиологи, усны биологи, ихтиологийн олон үзүүлэлтүүд багтана. Эдгээр орчны ба амьд организмын багц хүчин зүйлсийн нөлөөгөөр усны төрөл бүрийн амьтан, ургамал физик газарзүйн өөр өөр бүсэд амьдралын өвөрмөц хэвшлээ олж идээшлэн амьдардаг. Орчны болон амьд организмын хам шинжийг агуулагч үзүүлэлтээр экосистемийн нөхцөлд үнэлгээ өгнө.

Орчин үед хүний үйл ажиллагааны нөлөөгөөр усны орчин, түүний экосистемийн нөхцөл дараах байдлаар өөрчлөгдөж байна. Үүнд: 1.Ойн талбай багассанаас гол мөрөн, нуурын усны түвшин, урсац, гүн, талбай багасах, 2.Булингар, эрдэсжил нэмэгдэх, 3.Усан дахь ууссан хүчилтөрөгчийн хэмжээ багасах, 4.Ус, ёроолын хурдсад биогенийн элементийн агууламж нэмэгдэх, 5.Ус, ёроолын хурдсад хүнд металл, бусад хорт бодисын агууламж нэмэгдэх, 6.Усанд бактерийн тоо нэмэгдэх, 7.Микробиологийн процесс идэвхжиж гетеротроф бактерийн үүрэг нэмэгдэх, 8.Хөвөгч болон ёроолын ургамал амьтдын төрөл, зүйл цөөрөх, 9.Загасны төрөл, зүйлийн харьцаа өөрчлөгдөх, 10.Загасны үржлийн сүрэгт нас хөгширсөн загас олшрох, хүйсийн харьцаа алдагдах, 11.Барих загасны тоо цөөрч, агнуурын ач холбогдол буурах зэрэг болно.

4.2 дугаар хүснэгт. Монгол орны гол мөрөн, нуурын экосистемийн төлөв, байдлын үнэлгээний үзүүлэлт

Экосистемийн үзүүлэлтүүд		Эвдрээгүй цэвэр	бага өөрчлөлттэй цэвэр	Дунд зэрэг өөрчлөлттэй бохирдсон	их өөрчлөгдсөн	
1	Голын сав газрын ой модыг огтолсон талбай, хувь	<10	26-50	51-75	>75	
	Гумуусын давхаргын өөрчлөлт, хувь	A үе	5-10	11-30	31-50	41-60
		A+B үе	15-20	21-40	>50	>60
2	Буцалтгүй алдагдах ус/олон жилийн дундаж өнгөрөлтөөс, хувиар	<5	5-10	11-20	>20	
3	Усны химийн найрлага	Бихроматын исэлдэх чанар, мг-О ₂ /л	<18	19-30	31-40	>41
		Биохимийн хэрэгцээт хүчилтөрөгч, БХХХ, мг- О ₂ /л	<16	17-21	22-40	>41
4	Усны биологи	Хөвөгч ургамлын биомасс, г/м ³	0.5	0.5-5.0	5.0-50.0	>50.0
		Замгийн биомасс, кг/м ³	<0.2	0.2-1.5	1.5-2.5	>2.5
		Хөвөгч ургамлын нийт бүтээгдэхүүн, г, О ₂ /м ³ /хоног	<3.0	3.0-7.5	7.5-10.5	>10.5
		Ёроолын амьтдын биомасс, г/м ³	2.5	2.5-10.0	10.0-40.0	>40.0
		өөрөө цэвэрших процесс, хоног	1.0	1.0-1.2	1.2-2.5	>2.5
5	Бактериологи	Бактерипланктоны тоо, сая ш/мл	>0.5	0.5-5.0	5.0-11.0	11.0
		Гетеротроп бактер, сая ш/мл	0.5	0.5-2.0	2.0-10	>10
		Гетеротроп бактерийн бодисын солилцоонд орох хурд, СО ₂ ткг/л/х	<1.0	1.0-5.0	5.0-15.0	15
		Савханцрын индекс	<1.0	2.1-2.5	2.5-3.52	>3.5
		Шенноны индекс	3.0	3-2	2-1	1

Экосистемийг хэмжээгээр нь буюу усны болон эрдэс тэжээлийн горимын нэгэн ижил нөхцөлөөр энгийн буюу моноэкосистем, усны горим, эрдэс тэжээл, гэрлийн өөр өөр нөхцөлтэй гетероген хэлбэрийн буюу мезоэкосистем, усны горим, гэрэл, эрдэс тэжээлийн нөхцөлөөр өөр хоорондоо ялгагдах томоохон буюу макроэкосистем гэсэн гурван түвшинд хувааж болно (Виноградов, 1987, Гунин, 1990, 1992). Монгол орны гол мөрний системийн дийлэнх нь мезоэкосистемд хамрагдана. Аж ахуйн үйл ажиллагааны нөлөөгөөр өөрчлөгдсөн усан орчны нөхцөлийг илэрхийлэхдээ урсацын хэмжээ, усны химийн найрлага болон биологийн нэгдсэн үзүүлэлтээр байгалийн төрхөөрөө байгаа, бага, дунд, хүчтэй өөрчлөлтөд орсон гэж дөрөв ангилж болно (4.2 дугаар хүснэгт).

Сэлэнгэ мөрний сав газар унаган төрхөөрөө, цэвэр, цэнгэг усны ихээхэн нөөцтэй, түүний ус солигдох хугацаа богино байх, тогтвортой экосистемтэй болно. Ядмаг шим тэжээлтэй Хөвсгөл нуурын экосистем өнөө ч байгалийн унаган төрхөө

хадгалсаар байна. Орхон голын экосистем зарим хэсэгтээ буюу Өвөрхангай аймгийн Хархорин сумын орчимд, 1980-аад онд услалтын системийн улмаас үе үе бага зэрэг өөрчлөгдөж байжээ. Үйлдвэрийн бохир ус, ХАА, уул уурхайн хэт үрэлгэн ус хэрэглээний улмаас Туул, Хараа голын дунд ба адаг, Орхон голын адаг орчим усны экосистем бага, дунд зэрэг, Эрдэнэтийн уулын баяжуулах үйлдвэрийн нөлөөгөөр Хангал голын сав газрын экосистем их өөрчлөлтөд орж байна.

Гол мөрний сав газрын усны экосистемийн байгалийн төрхийг хадгалахад хот, суурин газрын үйлдвэрийн болон ахуйн бохир усыг цэвэрлэх байгууламжийн цэвэрлэгээний түвшинг сайжруулах, шинээр барьж байгуулах, хуучин байгууламжийн хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх, шинэ технологи нэвтрүүлэх, усыг ариг гамтай хэрэглэх, газар тариаланд эрдэс бордоо болон химийн хорт бодисын хяналтыг сайжруулах, голын хөндий, нуурын сав газарт ус хамгаалах бүс тогтоох, ой модыг зохистой огтолж ашиглах, үржүүлэх ажлыг өргөжүүлэх, мониторингийн сүлжээг нягтруулах шаардлагатай.

Эрдэнэт, Дархан, Улаанбаатар хот орчмын голын экосистем хүчтэй өөрчлөлтөд орж байна. Туул голын адаг, Ерөө голын эх, Онги, Бороо болон бусад олон жижиг голын савд алт олборлосноос хөрс, геологи, геохимийн орчин өөрчлөгдөж байгаатай уялдан голын экосистемд бага, дунд, зарим хэсэгт хүчтэй өөрчлөлтөд орсоор байна.

Номхон далайн ай савын голоос Онон гол аж ахуйн нөлөөллийг хамгийн их даах чадавхитайгаас энд экосистемийн өөрчлөлт хамгийн бага юм. Харин Балж голын эхэнд ОХУ-ын уул уурхайн үйлдвэрийн нөлөөгөөр түүний экосистемд бага хэмжээний өөрчлөлт гарч байна. Улз голын савд ой модыг үлэмж хэмжээгээр ашигласан хийгээд уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөний улмаас экосистемд их өөрчлөлт гарч эхэлж байна. Голын ус шим тэжээлийн бодисоор эрчимтэй баяжиж, урсац багасч, горим өөрчлөгдсөнөөс урсгал усны амьтны төрөл, зүйл цөөрөх хандлагатай байна.

Хэрлэн голын сав газрын дунд хэсэгт газар тариалан эрхэлснээс болон Өндөрхаан, Чойбалсан сумын бохир усны улмаас голын ус биогений элементээр бохирдож байна.

Халх голын сав газрын аж ахуйн үйл ажиллагааны нөлөөгөөр голын адаг орчмын усанд биогенийн бодисын агууламж нэмэгдэж байна.

Буйр нуурын загасыг Монгол улс, үйлдвэрлэлийн аргаар БНХАУ-ын талаас сүүлийн 40 гаруй жил ашиглаж байна. Буйр нуурын усанд биогений бодисын агууламж нэмэгдэж нуурын экосистемд нөлөөлөх боллоо. Энэ нь нуурын экосистемийн хяналтыг сайжруулан, загас олборлох ажлыг зохицуулах шаардлагатайг харуулж байна.

Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савын нууруудын экосистемд учруулах аж ахуйн үйл ажиллагааны шууд нөлөөлөл харьцангуй бага, зөвхөн тэдгээрийн цутгал голын урсацын хэлбэлзэл буюу уур амьсгалын мөчлөгт хэлбэлзлээс хамаарч бага устай үед усны экосистем үлэмж доройтно. Нууруудын хөндийн голуудад ус багатай мөчлөг удаан үргэлжилсний улмаас Бөөн Цагаан нуур татарч, Хаяа, Таацын Цагаан, Орог, Улаан болон говь хээрийн бүсийн олон нуур, тойром ширгэсэн хэвээр байна.

Нуурын ус ширгэх ба татрах ус багатай үед загас гол өгсөн амьдарч, ус элбэгтэй үед эргэн нуурандаа ирдэг. Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савд нуурын

усны ууршил, эрдэсжил нэмэгдэх, голын урсацыг ариг гамтай ашиглах шаардлага хурцаар тавигдах боллоо. Ус их хэрэглэх аж ахуйг хөгжүүлэх нь их шимт орчин бүрдэх процессыг түргэтгэж экосистемд өөрчлөлт оруулах аюултай болно. Иймд гандуу нутгийн экосистем нь байгалийн бодис, энергийн эргэцийн ялимгүй өөрчлөлтийг маш их мэдрэмтгий байдгийг тооцож үйлдвэрлэл явуулах нь чухал болж байна. Монгол орны гадаргын усны экосистем ерөнхийдөө зохистой тэнцвэрт байдалтай байгаа боловч зарим голын хэсэгт бохирдолтой, урсац багассанаас экосистемд дунд зэргийн өөрчлөлт орж байна.

Японы Цукубагийн Их сургуулийн профессор Сугита нар 2002-2006 онд Хэрлэн голын савд усны эргэцийн процесс, экосистем, газрын гадарга-агаар мандлын харилцан үйлчлэл, малын бэлчээрлэлтийн нөлөө, ургамлын экосистемийн ирээдүйн хандлагын судалгааг хийжээ.

Монгол оронд 2001 оны байдлаар 11100 км урт зам байсан ба үүний 75.6 хувь нь шороон зам байв. Шороон замын хөрс нь дагтаршдаг. 1997 онд машин зам 8000-10000 км² газрыг цөлжилтөд хүргэжээ. Хэрлэн Баян-Улаанд орхигдсон замд ургамал нөхөн сэргэх явцыг судалж үзэхэд энд хамгийн түрүүнд дагтаршсан хөрсөнд соёолох, үндэслэх, ургах чадвартай ургамлууд ургаж байна. Үүний нэг нь Толгодын хамхаг *Salsola collina* байв. Ургамал нөхөн сэргэж ургаснаар хөрсний дагтаршил буурч байна. Ингэж хөрсний бичил орчин сайжрахад бусад ургамлууд түрж ургаж зүйлийн бүрдэл олширч эхэлдэг (Li, нар, 2005). Атаршсан талбайд Толгодын хамхаг зэрэг ургамлыг тарих байдлаар ургамлан нөмрөгийг сэргээж, сав газрын экосистемийн үйл ажиллагааг дэмжиж болох юм.

Ургамлын Sim-CYCLE загварыг Хэрлэн Баян-Улаанд хийсэн туршилтын мэдээгээр зүгшрүүлж, жилийн нийт анхдагч бүтээгдэхүүн (ANPP) ба түүнд үзүүлэх мал бэлчээрлэлтийн нөлөөг үнэлжээ (Чен болон бусад, 2007). Ургамлын биомасс хашаалсан талбайд харьцангуй тогтмол 1.15 цн/га байжээ. 1 га-д 0.4 ба 0.7 хонь бэлчих үед ургамлын биомасс буурч, тогтворжих хандлагатай байснаас үзэхэд бэлчээрийн даац 0.7 хонь/га байж болохыг харуулж байна (Chen Y. 2007). Ийнхүү голын сав газрын бэлчээрийн даацад тохируулан мал бэлчээрлэлтийг зохицуулах шаардлага бий.

Монгол орны усны эргэц, нийт чийгжицийн зонхилох бүрэлдэхүүн болох хөрсний чийгийг хиймэл дагуулаас үнэлэх судалгааны ажлыг Япон улсын сансар судлалын төвтэй хамтран 2000 оноос эхлэн Төв, Дундговь аймгийн нутагт хийж байна. Энэхүү судалгааны явцад сансрын AQUA хиймэл дагуулын AMSR-E мэдрүүрээр хөрсний чийгийг үнэлэх алгоритмыг боловсруулжээ. Үүний үр дүнд Монгол орны хөрсний өнгөн үеийн чийгийг сансрын мэдээллээр үнэлэх, хянах бололцоо бүрджээ. Энэхүү алгоритмыг нарийвчлах ажил өнөө хэр үргэлжилж байна (И.Кайхотсу, Ц.Яманака нар, 2006).

Хиймэл дагуулын мэдээгээр тодорхойлсон хээрийн болон ойн бүсийн ургамлын нормчлогдсон индекс (NDVI)-ийн орон зай, цаг хугацааны хуваарилалтыг, хөрсний чийгийн ургамлаар дамжих ууршил, хөрсний дулааны инерцтэй холбон судлах ажлыг Матсушима нар (2003) Хэрлэн голын сав газрын эх, Мөнгөнморьтоос Хэрлэн Баян-Улаан хүртэлх нутагт хийжээ. Дулааны инерц нь хөрсний чийгтэй ихээхэн шүтэлцээтэй болохыг тогтоож, хөрсний чийгийн орон зайн тархацыг өндөр нарийвчлалтайгаар үнэлэх аргыг боловсруулжээ. Энэ судалгаанд АНУ-ын NASA-ийн MODIS хиймэл дагуулын мэдээг ашиглажээ. Ийнхүү тооцсон сарын дундаж дулааны инерцийн мэдээ нь 10 км-ийн нарийвчлалтай AMSR-E

дагуулын мэдээгээр тооцсон хөрсний чийгийн мэдээтэй өндөр таарцтай байна. Ийнхүү орчин үеийн судалгааны олон арга, үр дүнгээр экосистемийн үнэлгээ, загварчлалыг сайжруулах боломж бий.

4.5 Гадаргын усны нөөцөд учирсан хохирлыг үнэлэх тухай

Усны сав газрын экологи, эдийн засаг, нийгмийн цогц тогтолцоо хоорондын харилцан үйлчлэлийн маш ээдрээтэй процессийг илэрхийлэх математик, физик, мат-физик, зарим тохиолдолд уг процессийг хялбаршуулсан эмпирик томьёо зэрэг, маш олон тэгшитгэлээр илэрхийлж болно. Энэ нь бүс нутаг, голын сав газрын байгалийн нөөц, үйлдвэрлэлийн салбар хоорондын харилцан уялдааг тооцоход зориулагдсан байна. Гагцхүү манай орны нөхцөлд загварын параметрууд, голын сав газрын байгалийн нөөц, үйлдвэрлэлийн салбар хоорондын харилцан уялдааны функцуудыг тогтоох судалгааны үр дүн чухалчлагдаж байна. Цаашид энэ чиглэлийн судалгааг явуулж эл нэн цогц загварыг практикт хэрэглэх хэрэгтэй болно. Иймээс гол, нуурын экологи-эдийн засгийн болон нөөцөд учирсан хохирлын үнэлгээний аргачлалыг хялбарчлах шаардлага гарч байна.

Хур цас, мөсөн гол, гол мөрөн, нуурын усны үнэ, цэнийг ашиглалтын ба ашиглалтын бус гэж хоёр хуваажээ (Dave Marcouiller, 2000). Ашиглалтын үнэ, цэнийг дотор нь ашиглалтын шууд ба экосистемийн үйл ажиллагаа дахь усны үнэ, цэн хэмээн, тэдгээрийг дотор нь зах зээлийн ба зах зээлийн бүс гэж тус тус ангилжээ. Зах зээлийн үнэд газар тариалан, мах, загас үйлдвэрлэл, мод бэлтгэл, сэргээгдэх эрчим хүч зэрэг шууд үйлдвэрлэлд хэрэглэх усны үнэ ордог байхад, ашиглалтын боловч зах зээлийн бүс үнэд аялал, жуулчлал, ландшафт, эстетик, үерийн хамгаалалт, нүүрстөрөгч ба усны хуримтлал, бохир усны цэвэрлэгээ, биологийн олон янз байдлыг хангах нийгмийн үйлчилгээ ба байгаль орчны усны үнэ, цэн орох ажээ. Ашиглалтын бус үнэ, цэн бол нуур, гол мөрөн, хур цас, мөсөн голоороо хүмүүс бахархах, сэтгэлдээ хамгийн нандин, үнэт зүйл болгон тахин шүтэх, тансаг сайхан байгалиасаа сэтгэлийн таашаал авах ба ирээдүй, хойч үедээ өв болгон үлдээх зэрэг мөнгөөр үл илэрхийлэх үнэт зүйлс юм. Иймээс байгалийн усны бүх үнэ, цэний нийгэм, эдийн засаг, байгаль орчны ач холбогдлыг мөнгөн илэрхийллээр бүрэн үнэлэх боломжгүй юм (4.3 дугаар зураг).

Нэгэнт эвдэгдсэн ус, намгархаг газрын экосистемийг нөхөн сэргээхэд гарах шууд зардлаар ашиглалтын үнэ, цэнийг дам аргаар тогтоож болох юм. Гэхдээ л байгалийн экосистемийн үйл ажиллагаа, дархлаа, нөөцийг бүрэн сэргээх нь туйлын эргэлзээтэй хийгээд боломжгүй, зарим тохиолдолд дүйцүүлэн, олтгой тооцоо хийх талтай.

Манай оронд байгалийн усны нөөцийн ашиглалт, хэрэглээний харилцаа хэлбэржиж төв суурин газрын ахуйн хэрэглээ, үйлдвэр, уурхайн зориулалтаар ашигласан усны үнэ, төлбөрийн тогтолцоо бүрдсээр байна.

Манай орны ихэнх хот, суурин газрууд гол, мөрний татам, эрэг дагууд худгууд байгуулж, голтой гидравлик холбоотой, аллювийн хурдас дахь чөлөөт гадаргатай газар доорх усыг усан хангамжид ашиглаж, хэрэглэж байна. Энэ нь усан хангамжийн аюулгүй байдал, ариун цэврийн шаардлага хангах, усны урсацын улирлын хэлбэлзэл бага байх зэрэг онцлогийг ашиглан тухайн голын усыг түүний үл хөрснөөс нь соруулан хэрэглэж байгаа хэлбэр болно.

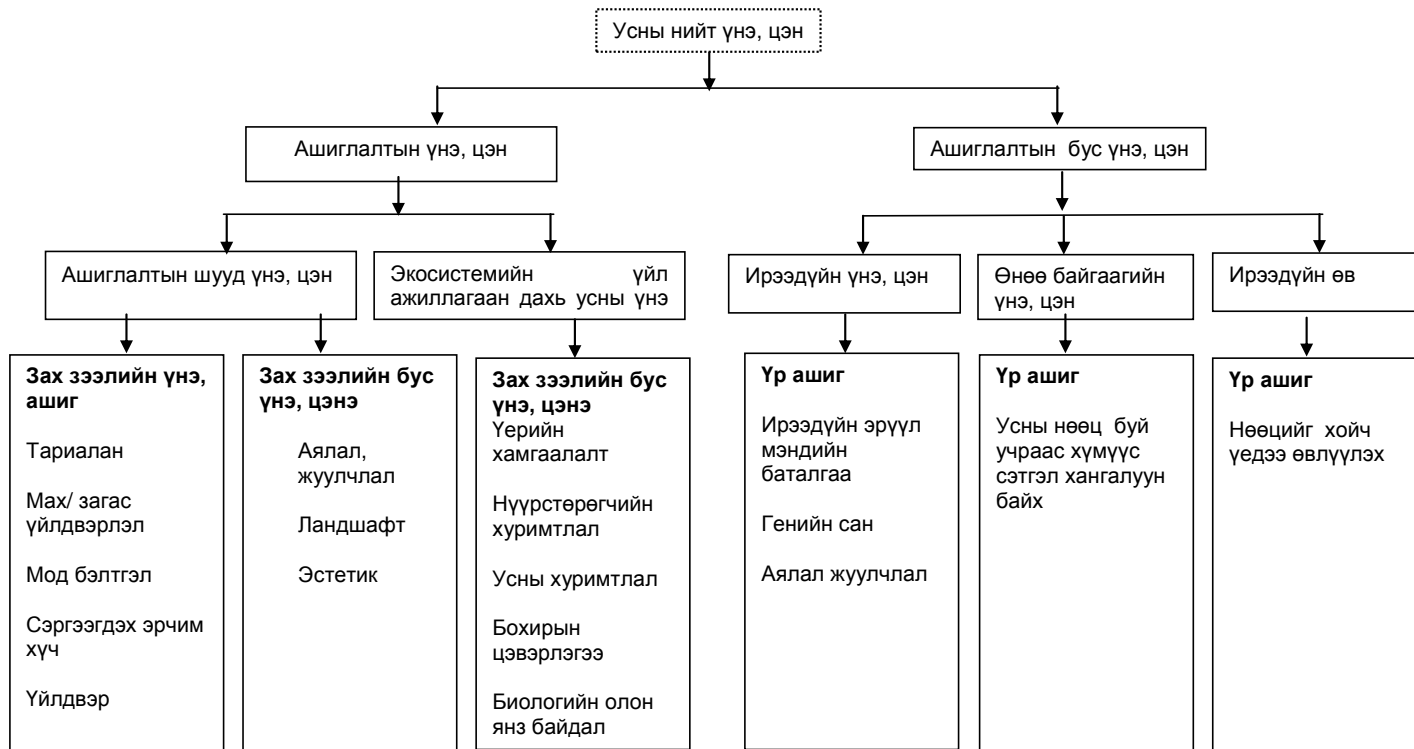
Усны нөөцийн экологи-эдийн засгийн үнэлгээг тогтооход өнөөгийн усны үнэд дүн шинжилгээ хийх шаардлага гарна. Гэхдээ энэ үнэ нь социалист системээс улбаатай тул зах зээлийн өртөг зардал, ашигт тулгуурлан үнэ бүрдэх үйл явцаас ялгаатай.

Усыг тоолууржуулахаас өмнөх унд ахуйн усны үнэ (Y_3) (НААҮГ, 2008) ба аймгийн гол мөрний усны нөөц (V_a , км³) урвуу шүтэлцээтэй байна. Өөрөөр хэлбэл ус элбэгтэй сав газарт усны үнэ бага, ус багатай сав газарт үнэ нь их байх зохистой хандлага байна (12.6 дугаар хүснэгт). Илэрхийлбэл: $Y_3=2000 \cdot \exp(-0.39 \cdot V_a)$ байна.

Ихэнх аймагт усны нөөцтэй харьцангуйгаар үнэ нь бодитой тогтоогдсон байхад усны нөөц элбэгтэй зарим аймагт түүний үнэ их байх, усны нөөц багатай атлаа үнэ нь харьцангуй бага байх гэсэн гурван төрлийн үнэтэй байна. Тухайлбал, Архангай, Хэнтий, Завхан, Хөвсгөл зэрэг усны нөөц элбэгтэй зарим аймагт усны үнэ их байх, Улаанбаатар, Дархан-Уул, Орхон, Өмнөговь зэрэг хүн ам ихтэй аймаг, хотод усны нөөц багатай атлаа үнэ нь харьцангуй бага байх хандлага байна. Усны үнэ, түүний нөөцийн орон зай ба цаг хугацааны хуваарилалттай уялдан урвуу хамааралтай байх зүй тогтлыг харгалзан, гол мөрний усны нөөц бүрдэх эхийг хамгаалах, зохистой ашиглах стратеги бодлогыг хэрэгжүүлэхэд үндсэн хөшүүрэг болгоход усны экологи-эдийн засгийн үнийг зохистой тогтоох нь туйлын чухал болно.

Гадаргын ус элбэгтэй бүсэд олон жилийн дундаж урсацын модуль 2-16 л/(с·км²) ба түүнээс их урсац бүхий манай орны уул нурууд, уулархаг нутаг, хэвийн урсацтай бүс нутагт 0.5-2 л/(с·км²) урсацтай уулс хоорондын хөндий, томоохон голуудын эхэн ба дунд хэсэг орчмын нутаг, ус багатай бүс нутагт 0.02-0.5 л/(с·км²) урсац бүхий тал хээр, 0.01 л/(с·км²) ба түүнээс бага урсацтай говийн бүс бүхэлдээ хамрагдана (2.5 дугаар зургийг үзнэ үү).

Гол мөрний урсац 2 л/(с·км²) ба түүнээс их урсацтай, цэнгэг устай, гол мөрөн, булаг, нуурын усанд хүйтэн, цэнгэг усны олон төрөл, зүйлийн амьтан, ургамал, загас байх ба манай орны гол мөрний сав газрын эх тэнд оршино.



4.10 дугаар зураг. Усны экологи-эдийн засгийн үнэ, цэнийн бүдүүвч (Dave Marcouiller, 2000)

4.3 дугаар хүснэгт. Гадаргын усны нөөц ба усны үнэ (НААҮ, 2008 оны байдлаар)

№	Аймаг	Усны нөөц, км ³	Усны үнэ, төг/м ³	Усны байвал зохих үнэ, төг/м ³
1	Архангай	2.68	1800	722
2	Баян-Өлгий	2.48	1000	780
3	Баянхонгор	1.41	945	1184
4	Булган	1.75	980	1037
5	Говь-Алтай	0.94	1500	1422
6	Говьсүмбэр	-	2000	2052
7	Дорноговь	0.25	1500	1861
8	Дорнод	1.7	1500	1057
9	Дундговь	0.125	2000	1954
10	Дархан	0.044	1500	2017
11	Завхан	3.41	2000	543
12	Орхон	0.005	2000	2048
13	Өвөрхангай	0.56	2000	1649
14	Өмнөговь	0.73	1000	1544
15	Сүхбаатар	0.21	870	1891
16	Сэлэнгэ	3.02	990	632
17	Ховд	1.39	1000	1193
18	Хөвсгөл	5.99	1000	198
19	Хэнтий	2.94	1500	652
20	Төв	3.21	650	587
21	Увс	0.98	2000	1400
22	Улаанбаатар	0.77	909.9	1520

Иймээс энэ сав газрын усны экологи-эдийн засгийн үнэ 1 м³ тутамд хамгийн их (жишээ нь: 2000 төг.) байна. Үүнээс доош орших хийгээд 0.5-1.9 л/(с·км²) урсацтай уулс хоорондын хотгор, хөндий, голуудын сав газарт эл үнэ 1 м³ тутамд хамгийн бага (жишээ нь: 800 төг.), ус багатай бүс нутагт 0.02-0.5 л/(с·км²) урсацтай бүхий тал хээрийн бүсийн гол, булаг, сайруудын савд энэ үнэ дундаж (жишээ нь: 1500 төг), 0.01 л/(с·км²) ба түүнээс бага урсацтай говийн бүсэд дунджаас ахиу (жишээ нь: 1800 төг.) тус тус байх нөхцөлтэй.

Аж ахуйн нөлөөлөлд үлэмж өртсөн, байгалийн эмзэг нөхцөлтэй Туул гол, Алтай, Хангай нурууны өвөр, Говь-Алтай нуруунаас усжих голуудын савд энэ үнэ хамгийн их (жишээ нь: 2000 төг) байх шаардлагатай болно.

Усны нөөцөд учирсан хохирлыг дараах тэгшитгэлээр тооцож болно.

$$X_x = Y_g \cdot K_{\text{гад}} \cdot K_{\text{и}} \cdot \sum (k_i \cdot V_i) \quad (4.8)$$

Үүнд: X_x - усыг зүй бусаар ашигласнаас усны нөөцөд учирсан хохирлын хэмжээ, төг, Y_g - гадаргын усны экологи-эдийн засгийн үнэ, төг/м³, $K_{\text{гад}}$ - голын сав газрын экологийн итгэлцүүр (12.7 дугаар хүснэгт), $K_{\text{и}}$ -инфляци тооцох итгэлцүүр (2015 онд $K_{\text{и}}=1$ гэж үзэх бөгөөд цаашид Үндэсний статистикийн хорооноос тооцсон ҮНБ-ий дефлятороор авч болно.), k_i -ус ашиглалтын зориулалтыг тооцох итгэлцүүр, V_i -ашигласан усны хэмжээ (зориулалт тус бүрээр), м³

Усны нөөцийг зохистой ашиглах, хамгаалах бодлогыг дэмжих ач холбогдол бүхий ус ашиглалтын зориулалтыг тооцох дараах итгэлцүүрийг хэрэглэнэ. Үүнд:

K ₁ – хүн амын унд, ахуйн цэвэр ус	(K ₁ =1.0)
K ₂ – хөдөө аж ахуй, газар тариалангийн усалгаа	(K ₂ =0.42)
K ₃ – үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашигласан ус	(K ₃ =1.4)
K ₄ – цэвэршүүлэн дахин хэрэглэсэн, ашигласан ус	(K ₄ =0.15)
K ₅ – загасны аж ахуй, усан тээвэрт ашигласан ус	(K ₅ =0.08)
K ₆ – рашаан, сувиллын зориулалтаар ашигласан ус	(K ₆ =1.8)
K ₇ – голын голдрилыг өөрчилсөн 1 км тутамд	(K ₇ =2.0)
K ₈ - бохир усыг байгаль орчинд хаясан	(K ₈ =2.0)

4.4 дүгээр хүснэгт. Голын сав газрын экологийн итгэлцүүр

№	Монгол орны усны сав газар	Итгэлцүүрийн холбогдол
1	Сэлэнгэ мөрний сав газар	
	Олон голын бэлчрээс дээш	1.3
	Олон голын бэлчрээс Сэлэнгэ-Эг голын бэлчир хүртэл	1
	Сэлэнгэ- Эг голын бэлчрээс доош	0.8
2	Хөвсгөл нуур, Эг голын сав газар	1.3
3	Шишхэд голын сав газар	1.2
4	Дэлгэрмөрөний сав газар	1.3
5	Идэр голын сав газар	1.3
6	Чулуут голын сав газар	1.3
7	Хануй голын сав газар	1.3
8	Орхон голын сав газар	
	Орхон-Хужирт голын бэлчрээс дээш	1.3
	Орхон-Хужирт голын бэлчрээс Орхон-Туул голын бэлчир хүртэл	1.2
	Орхон-Туул голын бэлчрээс Орхон-Хараа голын бэлчир хүртэл	1
	Орхон-Хараа голын бэлчрээс доош	0.8
9	Туул голын сав газар	
	Туул-Тэрэлж голын бэлчрээс дээш	1.3
	Туул-Тэрэлж голын бэлчрээс Лүн сумын төв хүртэл	1
	Лүн сумын төвөөс Орхон-Туул голын бэлчир хүртэл	1.2
10	Хараа голын сав газар	
	Мандал-Баян-Сөгнөгөр голын бэлчрээс дээш	1.3
	Мандал-Баян-Сөгнөгөр голын бэлчрээс доош	1
11	Ерөө голын сав газар	1.3
12	Онон голын сав газар	
	Онон-Барх голын бэлчрээс дээш	1.3
	Онон-Барх голын бэлчрээс Онон-Шуус голын бэлчир хүртэл	1
	Онон-Шуус голын бэлчрээс доош	0.8
13	Улз голын сав газар	1.2
14	Хэрлэн голын сав газар	
	Хэрлэн-Тэрэлж голын бэлчрээс дээш	1.3
	Хэрлэн-Тэрэлж голын бэлчрээс Чойбалсан хүртэл	1
	Хэрлэн-Чойбалсангаас доош	0.8
15	Бүйр нуур, Халх голын сав газар	1
16	Мэнэнгийн тал	1.2
17	Умард говийн гүвээт-Халхын дундад тал	1.2
18	Галба-Өөш, Долоодын говь	1.2

№	Монгол орны усны сав газар	Итгэлцүүрийн холбогдол
19	Онги голын сав газар	1.2
20	Алтайн өвөр говийн сав газар	1.2
21	Таац голын сав газар	1.2
22	Орог нуур, Түйн голын сав газар	1.2
23	Бөөн Цагаан нуур, Байдраг голын сав газар	1.2
24	Хяргас нуур, Завхан голын сав газар	
	Буянт-Шар усны голын бэлчрээс дээш	1.3
	Буянт-Шар усны голын бэлчрээс Гуулин хүртэл	1.2
	Завхан гол-Гуулингаас доош	1
	Завхан гол, Хяргас нуурын цутгал бусад голуудын сав газар	1.2
25	Хүйсийн говь, Цэцэг нуурын сав газар	1.2
26	Булган, Үенч, Бодонч голын сав газар	1.2
27	Хар нуур, Ховд голын сав газар	
28	Ховд-Цагаан голын бэлчрээс дээш	1.1
	Ховд-Цагаан голын бэлчрээс доош	1
29	Увс нуур, Тэс голын сав газар	
	Тэс-Зайгал голын бэлчрээс дээш	1.2
	Тэс-Зайгал голын бэлчрээс доош улсын хил хүртэл	1
	Улсын хилд орсноос доош	0.8
	Сав газрын бусад голууд	1.2

Дүгнэлт, санал

1. Усны баланс, мөстлийн масс балансын судалгааг Сэлбэ, Хустайн Баян гол, Хэрлэн голын эх, Хөвсгөл, Буйр, Хар-Ус, Бөөн Цагаан, Орог, Ганга, Дуут, Тахилт, Шорвог нуур, Потанин, Александр, Цамбагарав, Түргэн, Мөнххайрхан уулын мөстөлд хийж, загварын параметруудийг үнэлэх мэдээг бүрдүүлж, зүй тогтлыг илрүүлэв.
2. Ус, энергийн балансын WRF-NOAH, RegCM- CLM, VIC, HbV, HEC-HMS загвараар 10-30 км-ийн нарийвчлалтай 2001-2012, 1981-2014 оноор бүрдүүлэв.
3. Монгол орны нуурын талбай, усны балансын давхардсан тоогоор 24000 орчим нуурын, мөстөл мөсөн голын масс балансын давхардсан тоогоор 3200 гаруй мөстөл, мөсөн голын ГМС-ийн мэдээг бүрдүүлэв.
4. Уур амьсгалын өөрчлөлтөөс усны горим, нөөцөд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээг хүлэмжийн хийн хамгийн их ялгарлын RCP8.5 сценариар хийв.
5. Голын сав газрын нэгдсэн менежментийн төлөвлөлтөд УННМ-ийн сав газар, экосистемийг тэтгэх урсац, усны нөөцөд учирсан хохирлыг үнэлэх, уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохицох, усны нөөцийг зохистой ашиглах хамгаалах чиглэлээр зөвлөмж гаргав.
6. Ус, энергийн балансын WRF-NOAH, RegCM- CLM, VIC, HbV, HEC-HMS загварыг 1-5 км-ийн нарийвчлалтайгаар усны балансын судалгаатай гол, нуурын сав газар, мөстөл, мөсөн голоор хийж, эдгээр загварын параметрийг нарийвчлан үнэлэх нь нэн чухал, дараагийн төсөл үүнд чиглэгдэх нь зүйтэй байна.
7. Ус, энергийн балансын туршилт судалгааны баазыг Хэрлэн голын эх Хонгонд байгуулах шаардлагатай байна.
8. Гол мөрний усзүйн тодорхойлолт, атлас, мөстөл, мөсөн голын каталог, нуурын каталогийг бэлтгэх, хэвлүүлэх
9. ШУТС-гаас 2016-2019-нд төсөл хэрэгжүүлэх, усны прогнозын арга, загварыг боловсронгуй болгох
10. NOAH загварын үр дүнгээр 2001-2011 оны гадарга орчмын энергийн үзүүлэлтүүдийг авч үзэхэд энерги хоорондын шилжилтийн харьцаа нь улирал, бүс нутгаар маш сайн гарав. Газар орчмын чийгийн үзүүлэлтүүд нь тухайн бүс нутгийн газарзүйн байрлалаас хамаарч байна. Хур тунадас ууршлын харьцаа ~0.95% байгаа нь газрын гадрага дээр бууж буй хур тунадасны 90 гаруй хувь нь ууршлаар алддагддаг байна.
11. Энэхүү судалгаа нь Монгол орны газар нутгаар 2001-2011 оны газрын гадаргын энерги болон чийгийн газарзүйн тархац, сарын явцыг WRF-NOAH загвар ашиглан тооцоолсон бөгөөд газарзүйн тархацын хувьд тодорхой үр дүн өгсөн гэж дүгнэж байна.
12. WRF-NOAH загварт FNL-NCEP-ийн 1°·1° мэдээг ашиглав. Сүүлийн үед олон улсын төвүүдийн анализ мэдээний цаг хугацаа, орон зайн нарийвчлал маш сайжирч байгаа тул WRF-NOAH анхны өгөгдөлд оруулан тооцоог хийх шаардалагатай байна.
13. Газар бүрхэвчийн CLM3.5 загварыг өөрийн оронд зүгшрүүлж газар орчмын нарийн төвөгтэй физик процессыг тооцоолсон үр дүнд үндэслэн дүгнэв. Үүнд: Цацрагийн балансын элементүүдийг харьцангуй алдаа багатай тооцоолж

байна. Харин энергийн балансын элементүүдийн дундаж алдаа 30%-иас хэтрэхгүй байна. Иймд үр дүнг бусад судалгаанд ялангуяа сар, улирал, жилийн дундаж байдлаар ашиглах боломжтой, харин хоногийн дунджийн хувьд дулааны улирлынхыг ашиглах нь оновчтой гэж үзэж байна. Энэхүү судалгааны ажлын үр дүнгээр нь Монгол орны энергийн баланс, усны эргэц, балансын судалгаанд ашиглагдах орон зайн 30 км нарийвчлалтай грид мэдээг үүсгэсэн явдал нь чухал практик ач холбогдолтой.

14. Сэлбэ голын савд хур тунадас 2013 он олон жилийн дунджийн орчим, 2014 оны ахиу, 2015 он олон жилийн дунджаас бага тунадастай байв.
15. Сэлбэ голын сав газрын эхэнд буюу Багабаянд орсон хур тунадас ойролцоогоор 20-22 цагийн дараа голын эхэнд усны түвшинг нэмэгдүүлж эхлэх бол Санзайд бараг нэг хоногийн дараа, харин сав газарт орсон хур тунадаснаас хойш 36 цагийн дараа голын адгаар буюу Дамбадаржаагийн чиглэлд усны түвшин (урсац) нэмэгдэж байна.
16. 2013, 2014 онд хур бороо, 2015 онд хаврын шар усны үер давамгайлсан жилүүд болов.
17. Сэлбэ голын дулааны улирлын дундаж урсац 2013 онд олон жилийн дунджаас 15-18 хувь бага, 2014 онд олон жилийн дунджийг 30 хүртэл хувиар давсан байна. Харин 2015 бага устай жил байж, голын адгаар олон жилийн дунджаас 70 хүртэл хувиар бага байв.
18. Урсацын итгэлцүүрийн хувьд сав газрын эхэнд дунджаар 0.35 бол голын адгаар 0.2 хүрч буурах ба тухайн жил, сарын хур тунадаснаас хамаарч байна.
19. Хур тунадас, голын урсац, тооцсон нийлбэр ууршлын хоног, сарын 3 жилийн өгөгдөл мэдээллээр үерийн долгионы шилжилт, тунадас урсацын хамаарал бүхий НЕС, усны балансын HBV загварын оролтын өгөгдөл бүрдэв. Загварын үр дүнгээр УННМ, сав газрын усны нөөцийн ашиглаж хамгаалахад суурь мэдээлэл болох учиртай юм.
20. Загвараар гарсан шууд урсацын мэдээг туул голын сав газрын ус судлалын нийт 4н харуулын өдөр тутмын ажиглалтын мэдээтэй харьцуулахад таарц 60% байна.
21. Загвар зуны улиралын хур борооны үерийн үеийн явцыг сайн харуулж байгаа хэдий ч дундаж урсацын хувьд бага өгч байгаа нь загварыг сайжруулах шаардлагатай байна.
22. Төвийн нутгаар 2002, 2005, 2007, 2010-2015 онд хур бороо бага, гандуу, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009 онд олон жилийн дунджийн орчим буюу ахиу тунадастай байжээ. Хустай нуруу орчимд хур тунадасны ажиглалтын хамгийн урт цуваатайд тооцогдох цаг уурын Буянт-Ухаа өртөөний сүүлийн 74 жилийн мэдээнд статистик шинжилгээ хийж үзвэл, жилийн тунадасны хэмжээ 2013 онд 241 мм буюу 50 хувийн хангамшилтай 2014 он 210 мм буюу 69.4 хувийн хангамшилтай, 2015 он 204.4 мм буюу 75.6 хувийн хангамшилтай ба эдгээр жилүүд олон жилийн дунджаас 20-70 мм бага тунадастай 1.2-2 жилд 1 удаа давтагдах магадлалтай услаг жилүүд байв.
23. Хустай нурууны ар ба өврийн сав газрыг Баянгол ба Хөшөөт горхиор төлөөлүүлэн цас хайлалтын параметрийг тодорхойлж, агаарын нэмэх температурын нийлбэрээс хамааруулан хаврын шар усны үерийн гидрографын

- өгсөлтийн урсацыг тодорхойлох, үерийн гидрографын бууралтын урсацыг тус тус тодорхойлох тэгшитгэлүүдийг гаргаж авав. Агаарын температураар усны температурыг үнэлэх хамаарлыг тогтоов. Хур борооны үерийн Нэгж гидрографын загварын ординатуудыг Хөшөөтийн горхинд гаргаж авав. Эдгээр загварын параметруудийг цаашид нарийвчлах замаар жижиг гол горхины урсацыг загварчлахад хэрэглэх боломжийг олгоно.
24. Жижиг гол горхины усны нөөц бага учраас ус нь хялбархан халах ба хөрөх нөхцөлтэй байна. Иймээс Баян гол ба Хөшөөтийн горхины усны температур агаарын температурын явцыг даган хэлбэлзэх авч хур тунадасны усаар сүлэгдэн үе үе буурч байна. Харин хур тунадасгүй бөгөөд агаарын температур хамгийн их хэмжээндээ хүрэх үед Хөшөөтийн горхины усны температур агаарын температурыг дагаж ихсээгүй боловч төдийлөн буураагүй тогтмол байжээ. Энэ нь ойн урсац зохицуулах нөлөөгөөр хур тунадасны ус сав газрын хөвх, хөрс, газар доорх уст үеэр дамжин нэлээд хожуу горхийг тэжээж байна.
 25. Усны балансын хувьд 2013- 2015 онд 162.3 мм, 187 мм, 192.1 мм тунадастай байсан нь олон жилийн дунджаас бага байв. Энэхүү тунадасны 2013 онд 85.9%, 2014 онд 92.57 %, 2015 онд 93.7 %-ийг ууршлаар алдаж байв.
 26. Газар доорх усны түвшний эрчтэй бууралтын зэрэг сүүлийн 4 жилд суларч байна. Үүнээс үзвэл хур тунадас хөрсөнд шингэж газрын доорх усыг бага зэрэг сэлбэж байгаа ч Баянголыг тэжээх түвшинд хүрэхгүй байна.
 27. Баян голын ус химийн найрлагаараа гидрокарбонатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 1 дүгээр төрлийн, чанарын хувьд цэнгэг, зөөлөн байна. Шинжилсэн бүх үзүүлэлтүүдээр ундны усны стандарт УСТ-900-92-ын шаардлага хангаж байгаа учраас хүний унданд хэрэглэхэд тохиромжтой юм. Уг ус нь гадаргын усны цэврийн зэргийн нормоор “маш цэвэр” гэсэн ангид багтаж байна.
 28. Баян голд маш цэвэр, цэвэр усанд амьдардаг амьтад зонхилсон байна. Бохирдлын индикатор болох амьтад илрээгүй байна. Биотик индексийн дундаж утга, гидробиологийн үнэлгээгээр тухайн голын ус бохирдоогүй цэвэр гэсэн үнэлгээтэй байна.
 29. Хур бороо орсон үеийн хөрсний чийгийн хөдлөлзүйг нарийвчлан үзвэл хөрсний өнгөн хэсгийн чийг эхэлж хамгийн их хэмжээндээ хүрч энэ максимум утга хөрсний дараагийн гүн рүү шилжинэ. Үүнийг ашиглан хур борооны эрчимшилээс хамааруулан хөрсний гүний дагуух өөрөөр хэлбэл z тэнхлэгийн дагуух хөрсний чийгийн шилжилтийн хурд $/K_z/$, мөн хөрсний чийгийн нэмэгдсэн хэмжээг тус тус тодорхойлов.
 30. Хөрсний чийгийн гүний дагуух $/z/$ шилжилтийн хурд $/K_z/$ нь хөрсний угтвар чийгийн хэмжээ, янз бүрийн гүн дэх хөрсний бүтцээс хамаарч гүний дагууд өөр өөр байна. Гэхдээ хөрсний чийгийн шилжих хурд гүн ихсэх тутам багасах, хур борооны эрчимшил ихсэх тутам буурах ерөнхий зүй тогтолтой нийцэж байна. Энэхүү шилжилтийн хурд дунджаар 2.4 см/цаг байна.
 31. Хөрсний гадаргын температур гүнд шилжих хурдыг тодорхойлов. Үүнд хөрсний гадаргын хамгийн их температур 50°C ба түүнээс их үед 5 - 50 см-т дулаан шилжих хурд дунджаар 7.5 см/цаг байгаа бол хөрсний гадаргын хамгийн их температур $30-50^{\circ}\text{C}$ үед энэ хурд 3.7 см/цаг буюу 5-100 см-т шилжих хурд дунджаар 5.68 см/цаг байна.

32. Монгол орны нууруудыг M1:100000 топозургаар нийт 4296 нуурын талбайг 15514.7 км² гэж тодорхойлсон ба энэхүү талбайг Landsat дагуулын мэдээгээр 2014 он хүртэл нягтлахад нуурын талбай 1209.05 км² буюу 7.8% багассан байна.
33. Нуурын усны балансын орлогын хэсгийн 49 жилийн дундаж хэмжээ 2.517 км³, харин зарлагын хэсгийнх 2.562 км³ тус тус болж, орлогын хэсэг нь зарлагаасаа 1.7 хувь /-0.045 км³/ бага байна.
34. 2013-2015 онуудад уур амьсгал, хур тунадас, булгийн ундарга, газар доорх усны түвшин, нуурын усны горим, нуурын дүрсзүйн үзүүлэлтүүдийн хэмжилт, усан гадаргын ууршил зэргийг шууд хэмжиж, тооцсон орон зай, цаг хугацааны хувьд харьцангуй нягтрал өндөртэй цогц судалгааг Ганга, Дуут нуурын савд анх зохион байгуулж шинжилгээ судалгааны үлэмж мэдээлэл материал, арга туршлага нэгтгэн цугуулж, үр дүнг гаргав.
35. Төсөл гүйцэтгэсэн 2013-2015 онуудад Ганга нуурын сав газрын дулааны улирлын дундаж температур 1°C-аар их, дулааны улирлын нийлбэр хур тунадас 2015 онд 122 мм байгаа нь өмнөх хоёр жилээс ойролцоогоор 2 дахин бага байв.
36. 2014-2015 онд Ганга нуурын гүн 10-20 см багассан ба Дуут нуур гүний өөрчлөлт маш багатай байсан бол нуурын усан гадаргын талбай мөн багасаж 2000 оноос хойш Ганга нуурын усан гадаргын талбай 35-40 хувиар багассан байна.
37. Хэрлэн-Хонгон голын савд хур тунадас, урсацын хамаарал, урсах хугацаа, зарим загварын параметрийн тоцоог, нарийвчилж 1 цагийн зайцаар боловсруулсан хур тунадас ба түвшний хамаарлыг тогтоов. Үүнээс үзэхэд сав газарт орсон хур борооноос үүдэлтэй үер 35-36 цагийн дараа Хэрлэн-Мөнгөрморьт харуул дээр ажиглагдсан болно.
38. Хэрлэн-Хонгоны савд урсацын итгэлцүүр 0.50-0.80 гарсан нь сав газарт уур амьсгал сэрүүн, ургамал, хөрсний бүрхэвч хөндөгдөөгүй, голын сүлжээний нягтрал их болон урсац бүрдэх нөхцөл сайн болохыг илтгэж байна.
39. Урсацын HBV загварыг зарим томоохон гол харуулаар ажиллуулж, загварын параметруудыг тогтоож, хэмжсэн болон тооцсон урсац хоорондын хамаарлыг тогтоов.

Ашигласан ном, хэвлэл

1. Батима П. болон бусад. (2003). “Уур амьсгалын өөрчлөлт – Бэлчээр, мал аж ахуй” Уур амьсгалын өөрчлөлтөнд сав шим тогтолцоо, мал аж ахуйн өртөх, дасан зохицохын судалгаа төсөл. Улаанбаатар.
2. Батима П. нар. (2004). Их нууруудын сав газрын усны нөөц: Уур амьсгалын өөрчлөлт, түүний сөрөг нөлөөллийг бууруулах боломж. УБ.
3. Батжаргал З., Оюун Р. (1989). Байгалийн юмс үзэгдлийг шинжлэхэд математик статистикийн арга хэрэглэх нь.
4. БНМАУ-ын уур амьсгал, гадаргын усны нөөцийн атлас. (1985). УБ. Борзенкова И. И., Н. А. Лемещко. (2005). “Водный баланс бассейна Волги в начале XXI века (на основе палеоклиматических сценариев)”. “Метеорология и гидрология”. №7. Гидрометеоиздат. 52-60 стр.
5. Будаговский А. И., О. Е. Бусарова. (1991). “Основы метода оценки изменений ресурсов почвенных вод и речного стока по различным сценариям изменения климата”. “Водные ресурсы”. №2.
6. Буянхүү Д. (1992). Баянчандмань дахь усны балансын судалгааны тайлан. Төаг. Баянчандмань.
7. Гадаргын усны экологи-эдийн засгийн үнэлгээ **төслийн тайлан**.
8. Гол мөрний болон уруйн үерийн прогнозын сайжруулсан хувилбар. (2004-2006). Сэлбэ голын туршилт судалгаа. “Бүс нутгийн уур амьсгалын өөрчлөлт ба цаг агаарын гамшигт үзэгдлийг урьдчилан мэдээлэх арга технологийг боловсронгуй болгох нь”. ШУТ-ийн төсөл. УЦУХ.
9. Гомболүүдэв П., Нацагдорж Л. (2006). Монгол орны уур амьсгалд цөлжилтийн үзүүлэх нөлөөлөл, түүнийг бүс нутгийн уур амьсгалын загвар (RegCM3) ашиглан судалсан тоон туршилт. УЦУХ-ийн 40 жилийн ойд зориулан гаргасан эрдэм шинжилгээний бүтээлийн тусгай дугаар. х. 65-74.
10. Гомболүүдэв П. (2011). Агаар мандал болон газар бүрхэвчийн харилцан үйлчлэлийг бүс нутгийн уур амьсгалын загвараар судалсан үр дүн. Диссертаци. Улаанбаатар.
11. Даваа Г. (1989). Таримал ургамлын хөрсний чийгийн уурших хэмжээг тогтоох тухай. Ус, цаг уур, ой, агнуурын ЭШ-ний хүрээлэн. ЭШ-ний бүтээл. Дугаар 146. Улаанбаатар. хх.137-141
12. Даваа Г., Д.Оюунбаатар, М Sugita. (2006). Монгол орны гадаргын ус.
13. Даш Д. (2002). Экосистем, байгалийн бүс бүслүүр, экологи-газарзүйн мужлал,
14. Тусгай хамгаалалттай газар нутгийн сүлжээ: үнэлгээ, өргөжүүлэх асуудал, УБ., х.х. 11-26.
15. Дашдэлэг Н., Р.Евилхан, П.Хишигсүрэн. (1983). Монгол Алтайн орчин үеийн мөстөл. УЦУШИ. Бүтээл №8.
16. Доржготов Д., Ногина Н.А. (1982). Почвенно-географическое районирование Монголии. Почвоведение. №4. стр. 23-32.
17. Жадамбаа Н. (1996). Монголын гидрогеологийн зураг, М1:1000000, УБ.
18. Жадамбаа Н., Г.Цэрэнжав, Д.Өнөржаргал. (2000). Улаанбаатар хот орчмын газрын доорх усны экологи. Экологи-тогтвортой хөгжил” ном. Дугаар 6. Улаанбаатар. 185-194 хуудас.

19. Инструкция по определению расчётных гидрологических характеристик при проектировании противоэрозионных мероприятий на Европейской территории СССР. (1979). Лен., Гидрометиздат.
20. Монгол орны гадаргын ус. Ред. Б.Мягмаржав, Г.Даваа. (1999). Улаанбаатар.
21. Мөнгөнцэцэг А., Буманцэцэг Э., Бурмаа З., Эрдэнэчимэг Г. (2011). Баруун Монголын зарим бүс нутгийн гадаргын усны гидрохими.
22. Нацагдорж Л. (2004). Монгол орны нутаг дээрх дэвсгэр гадаргын нийлбэр ууршцын өөрчлөлтийн тухайд. УЦУХ-гийн бүтээл. №26
23. Нацагдорж Л. болон бусад. (2001). “Монгол орны уур амьсгалын өөрчлөлт”. Улаанбаатар.
24. Нацагдорж Л. (2005). Монгол орны нутаг дэвсгэр дээрх ургамал ургалтын хугацааны хур тунадасны зарим онцлог, түүний өөрчлөлтийн тухайд. Монгол орны геоэкологийн асуудлууд. № 5. х. 157-177.
25. Нацагдорж Л., Баясгалан Г., Гомболүүдэв П. (2005). Монгол орны нутаг дэвсгэр дээрх уур амьсгалын шинэхэн өөрчлөлтийн тухайд. ШУ-ны Академийн мэдээ. Дугаар 178. №4. хх.23-44.
26. Оюунбаатар Д. (2004). Зарим гол мөрний урсацын богино хугацааны прогнозын арга, загварчлал. Газарзүйн шинжлэх ухаанаар доктор (Ph.D)-ын зэрэг горилж бичсэн диссертац.
27. Оюунбаатар Д. (2008). Сэлбэ голын горим, нөөц ба түүний өөрчлөлт. Экологи-тогтвортой хөгжил. Дугаар 9. Улаанбаатар. хх. 218-233
28. Оюунбаатар Д., Г.Даваа, Б.Загас, Я.Раднаа. (2002). Ганга, Дуут нуурын системийн судалгааны зарим асуудалд. УЦУХ-ийн ЭШ-ний бүтээл. Дугаар 24. Улаанбаатар. х.х 162-170
29. Оюунбаатар Д., Г.Даваа, Л.Нацагдорж, Д.Чимгээ, З.Мөнхбаяр. (2011). Ус цаг уурын хүрээлэн. Дорнод аймгийн УЦУОША. Сүхбаатар аймгийн УЦУОША. Ганга нуурын олон жилийн усны горим ба ажиглалт шинжилгээ судалгаа, хамгаалалтын асуудал. Дарьганга суманд болсон Ганга нуурыг хамгаалах хэлэлцүүлэг. Сүхбаатар аймаг. Дарьганга.
30. Оюунбаатар Д., Г.Адъяабадам, Д.Батхүү. (2009). Үер, түүний хохирол, үерээс урьдчилан сэргийлэх арга зам. Эрдэм шинжилгээний бүтээл. Дугаар 30. Улаанбаатар. хх.169-182.
31. Оюунбаатар Д. (2008). Сэлбэ голын горим, нөөц ба түүний өөрчлөлт. Экологи-тогтвортой хөгжил. Дугаар 9. Улаанбаатар. хх. 218-233
32. Урсацын богино хугацааны прогнозын арга зүй, загварчлал. Сэлбэ голын туршилт судалгаа. (1998-2000). "Байгаль-цаг агаарын аюул, гамшгаас сэргийлэх арга технологи" ШУТ-ийн төслийн тайлан дэд тайлан. УЦУХ.
33. Сосорбарам Ц. (1996). Гадаргын болон газрын доорх усны бохирдол зөөгдлийг загварчлах эзпертизийн арга боловсруулах нь. Техникийн ухааны дэд докторын зэрэг горилох бүтээл.
34. Хур борооны болоод шар усны үерийн богино хугацааны прогнозын шинэ хувилбар. Сэлбэ голын туршилт судалгаа. (2001-2003). “Ус, цаг уурын прогнозын компьютерийн технологи” ШУТ-ийн төслийн тайлан дэд тайлан. УЦУХ.
35. Ш.Цэгмид. Монгол орны физик газарзүй(1957). Улаанбаатар.
36. Ж.Цэрэнсодном (2000). Монгол орны нуурын каталог. Улаанбаатар.

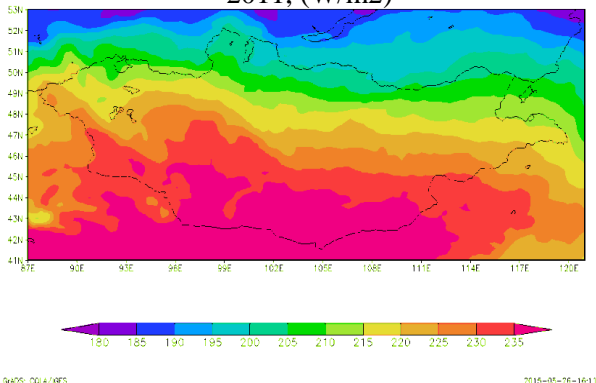
37. Adyabadam.G., D.Oyunbaatar. (2007). Application of hydrological forecasting in Mongolia. Proceedings of The Sixth Korea-Mongolian Joint Seminar on Environmental changes of North East Asia. Daejeon. Korea.
38. Aman, A., H.P. Randriamanantena, A. Podaire, and R. Frouin. (1992). Upscale Integration of Normalized Difference Vegetation Index: The Problem of Spatial Heterogeneity. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 30:326-338.
39. Batbold A. and Mamoru Ishikawa. Impact of vegetation coverage on summer climate over Mongolia: (2011). Extended Abstract, Second International Symposium on Mountain and Arid Land Permafrost. Ulaanbaatar. pp.2-5
40. Batbold A. (2012). Extreme weather events in Mongolia: Numerical modeling and sensitivity experiments. Ph.D Thesis, Hokkaido University, Sapporo, Japan.
41. Collins W.D., et al. (2006). The Community Climate System Model version 3 (CCSM3). *J. Climate*. 19. pp. 2122-2143.
42. Chen F. and J. Dudhia. (2001). Coupling an advanced land surface–hydrology model with the Penn State-NCAR MM5 Modeling System. Part I: Model implementation.
43. Davaa G., R.Mijiddorj, S. Khudulmur, D. Erdenetuya, T. Kadota and N. Baatarbileg. (2005). “Responses of the Uvs lake regime to the air temperature fluctuations and the environment changes”, Proceedings of the first Symposium on “Terrestrial and Climate changes in Mongolia”. Ulaanbaatar. p. 130-133
44. Dickinson R.E., K.W.Oleson, G.Bonan, F.Hoffman, P.ThoRnetton, M.Vertenstein, Z.-L.Yang and X.Zeng. (2006). The Community Land Model and its climate statistics as a component of the Community Climate System Model. *J. Climate* 19. pp. 2302-2324
45. Gomboluudev P., Kwon Won-Tae, Nguyen and Quang Dang. (2003). The Desertification Study using Regional Climate Modelling (RegCM3). *Scientific papers. Institute of Meteorology and Hydrology*. 25. p. 200-205.
46. Gomboluudev P., L.Natsagdorj. (2004). The impact of desertification on Mongolian climate and its numerical study using regional climate model (RegCM3). *InteRnetational Workshop on Terrestrial Change in Mongolia*. Tsukuba Ibaraki. Japan. pp. 112-113.
47. Gomboluudev P. (2009). Mongolia: Assessment report on climate change. Ulaanbaatar. pp.43-49
48. Glacier mass balance bulletin. (2001). №6.
49. Gordan Bonan. (2008). Second Edition. *Ecological Climatology: Concepts and Applications*. Cambrigde.
50. Hong S. Y. and H. L. Pan. (1996). Nonlocal boundary layer vertical diffusion in a medium-range forecast model. *Mon. Weather Rev.* 124, 2322–2339.
51. Hong S. Y. and J.-O. J. Lim. (2006). The WRF Single-Moment 6-Class Microphysics Scheme (WSM6). *J. Korean Meteor. Soc.* 42. pp. 129-151.
52. Jun ASANUMA. (2010). Kumiko Takata and Hidenori Fukui. Key Controlling Factors of Surface Water Budget at the Semi-Arid Grassland inNortheastern Eurasia.
53. Kadota Ts., G.Davaa. (2004). Recent glacier variations in Mongolia, a preliminary study, 3rd International Workshop on Terrestrial Change in Mongolia. Tsukuba. Japan.

54. Kadota Ts. & G. Davaa. (2004). A preliminary study on Glaciers in Mongolia, proceedings of International workshop "Terrestrial Change in Mongolia". Japan. 2003. published in Mongolia. Ulaanbaatar.
55. Kain J. S. and J. M. Fritsch. (1993). Convective parameterization for mesoscale models: The Kain-Fritsch scheme. The representation of cumulus convection in numerical models. K. A. Emanuel and D. J. Raymond. Eds., Amer. Meteor. Soc. p. 246.
56. Keith W. Oleson et al. (2007). Technical Description of version 3.5 of the Community Land Model (CLM). National Center for Atmospheric Research.
57. Lawrence P.J. and T.N. Chase. (2007). Representing a new MODIS consistent land surface in the Community Land Model (CLM3.0). J. Geophys. Res. in press.
58. Lovilius N.V., T. Davaajamts & P.D. Gunin. (1992). Dendroindications of forest growth conditions in Mongolia and possibilities of forecasting (in Russian). Russian Academy of Sciences. Puchino. Moscow. pp. 32-49.
59. Ma T., Yasunari T., Ohata, L. Natsagdorj, G. Davaa and D. Oyunbaatar. (2003). Hydrological regime analysis of the Selenge River basin. Mongolia. Hydrol. Process. 17. pp. 2929–2945.
60. Maidment, Handbook of hydrology.
61. Mijiddorj R. & A. Namkhay. (1993). Reconstruction of 2- centery climate phenomena ossillations existing in Mongolia by hystorical sources. In: The First PRC-Mongolia workshop on Climate change in Arid and Semiarid Region over Central Asia. Beijing. pp. 11-16,
62. Mlawer E. J., S. J. Taubman, P. D. Brown, M. J. Iacono and S. A. Clough. (1997). Radiative transfer for inhomogeneous atmospheres: RRTM, a validated correlated-K model for the longwave, J. Geophys. Res., 102 (D14). pp. 16663-16682.
63. Newell P J. Water quality. (1993).
64. Niu G.-Y., Z.-L. Yang., R.E. Dickinson and L.E. Gulden (2005). A simple TOPMODEL-based yucaq parameterization (SIMTOP) for use in global climate models. J. Geophys. Res., 110. D21106. doi:10.1029/2005JD006111.
65. Niu G.-Y. and Z.-L. Yang. (2006). Effects of frozen soil on snowmelt yucaq and soil water storage at a continental scale. J. Hydrometeorol., 7. pp. 937-952.
66. Niu G.-Y., Z.-L. Yang, R.E. Dickinson, L.E. Gulden and H. Su. (2007). Development of a simple groundwater model for use in climate models and evaluation with GRACE data. J. Geophys. Res. doi:10.1029/2006JD007522. in press.
67. Oleson K.W., Y. Dai et al. (2004). Technical description of the Community Land Model (CLM)., NCAR Technical Note NCAR/TN-461+STR. National Center for Atmospheric Research. Boulder. CO. pp.173.
68. Pielke Sr., R.A. (2001). Influence of the spatial distribution of vegetation and soils on the prediction of vegetation and soils on the prediction of cumulus convective rainfall. Reviews of Geophysics 39: pp. 151–177.
69. Skamarock W. C., J. B. Klemp, Dudhia D. O., Gill D. M., Barker W., Wang J. D. and Powers. (2005). A description of the Advanced Research WRF version 2. Tech. Note. NCAR/TN-306+STR. 88 pp. Natl. Cent. for Atmos. Res., Boulder. Colo.

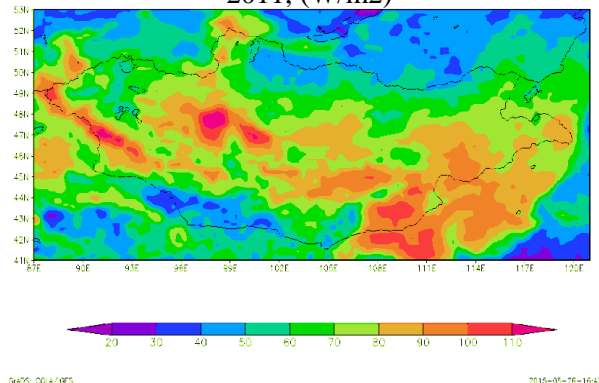
70. Thornton P.E. and N.E. Zimmermann. (2007). An improved canopy integration scheme for a land surface model with prognostic canopy structure. J. Climate. in press.
71. Thornton P.E., J.-F. Lamarque, N.A. Rosenbloom, and N. Mahowald. (2007). Effects of terrestrial carbon-nitrogen cycle coupling on climate-carbon cycle dynamics. Global Biogeochem. Cycles, in press.
72. VenTe Chow, David R.Maidment, Larry W.Mays. (1988). Applied Hydrology. McGRAW-HILL International.
73. Vijai P.Singh. (1998). Hydrologic system, Rainfall-Runoff Modelling. Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey.

Хавсралт 1. WRF-НОАН загвараар тооцсон цацрагийн баланс

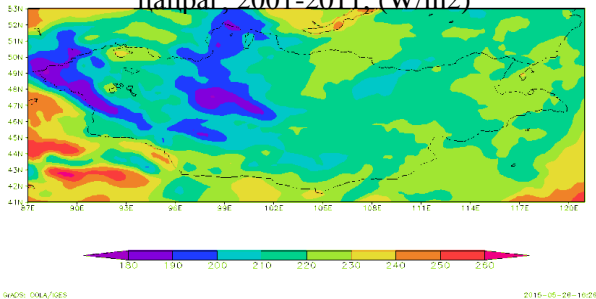
Нарнаас ирж буй шулуун цацраг, 2001-2011, (W/m²)



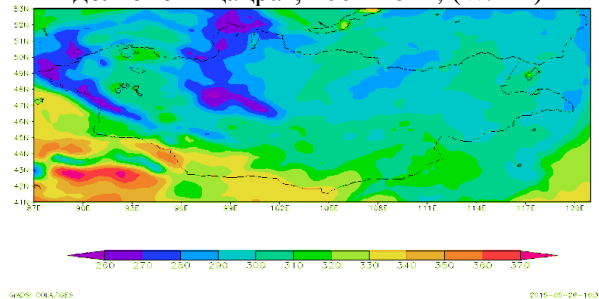
Гадаргаас ойж буй шулуун цацраг, 2001-2011, (W/m²)



Агаар мандлаас ирж буй урт долгионт цацраг, 2001-2011, (W/m²)

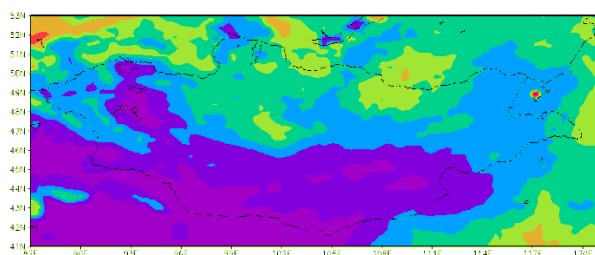


Газрын гадаргаас цацруулж буй урт долгионт цацраг, 2001-2011, (W/m²)



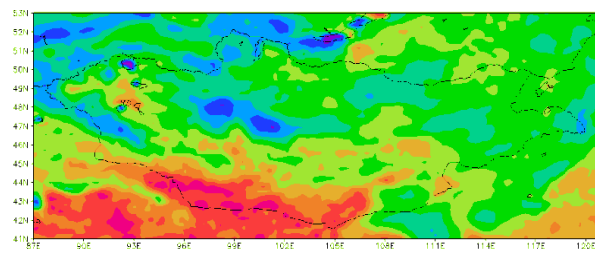
Хавсралт 2. WRF-НОАН загвараар тооцсон дулааны баланс

Нууц дулаан, 2001-2011, (W/m^2)



0465: 00LA/RES

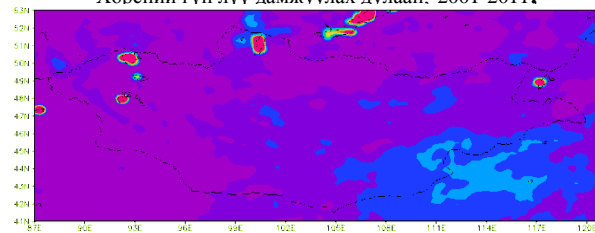
Ил дулаан, 2001-2011, (W/m^2)



0465: 00LA/RES

2015-05-28-16:02

Хөрсний гүн лүү дамжуулах дулаан, 2001-2011,

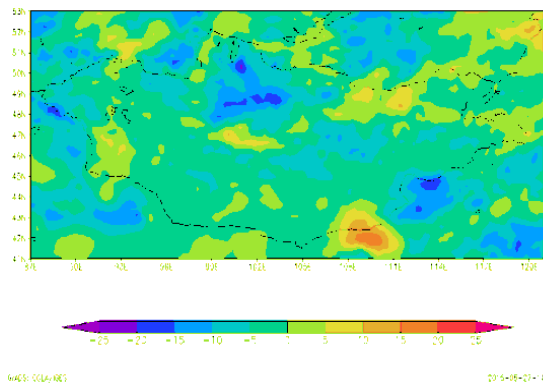


0465: 00LA/RES

2015-05-28-16:48

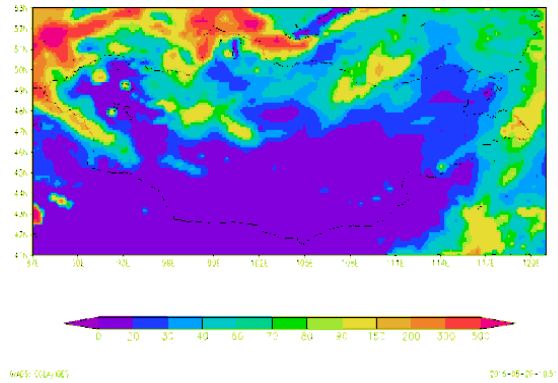
Хавсралт 3. WRF-НОАН загвараар тооцсон усны баланс

Жилийн дундаж хөрсний чийгийн

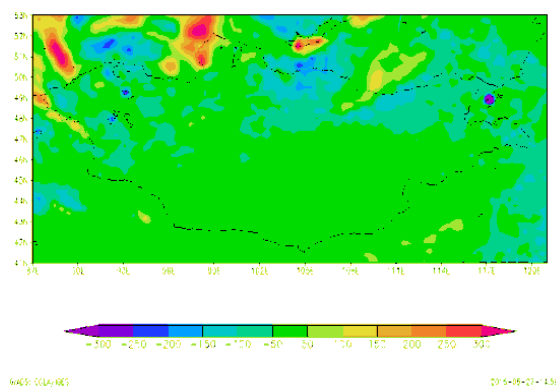


Жилийн дундаж гадаргын урсац,

2004-2014 (mm)



Жилийн дундаж гадаргын чийгийн



Хавсралт 4. Мөстөл, мөсөн голын автомат цаг уурын станц ба WRF-NOAH загвараар тооцсон агаарын температур хоорондын шугаман тэгшитгэлийн а ба в-гийн холбогдол, торын цэгээр

Д	Мөстлийн нэр	Гриднэр	a	b	h _{grid}
1	Сийлхийм нуруу-А(1-8)	Грид-681-684	0.77	-1.01	2625
		Грид-685-688	0.72	-2.63	2955
2	Таванбогд-А(9-99, 136,137)	Грид-624-624	0.73	-2.11	2848
		Грид-625-628	0.73	-2.15	2857
		Грид-629-632	0.66	-4.74	3386
		Грид-633-636	0.69	-3.65	3163
		Грид-649-652	0.64	-5.38	3516
		Грид-653-656	0.74	-1.84	2791
		Грид-657-660	0.75	-1.66	2757
		Грид-661-664	0.67	-4.16	3267
		Грид-677-680	0.75	-1.40	2704
		Грид-681-684	0.77	-1.01	2625
		Грид-685-688	0.72	-2.63	2955
		Грид-689-692	0.71	-2.83	2996
		Грид-637-640	0.705	-3.051	3041
		Грид-641-644	0.756	-1.355	2695
Грид-601-604	0.836	1.124	2189		
Грид-605-608	0.735	-2.037	2834		
3	Хойт бөөрөг-А(129-135)	Грид-609-612	0.73	-2.23	2874
		Грид-613-616	0.76	-1.24	2672
4	Хүрэмт-А(110-113)	Грид-625-628	0.73	-2.15	2857
		Грид-621-624	0.73	-2.11	2848
5	Самартай-А(114-128)	Грид-593-596	0.79	-0.23	2465
		Грид-625-628	0.73	-2.15	2857
6	Чандмань-Е(1-9)	Грид-597-600	0.80	0.13	2392
		Грид-589-592	0.78	-0.48	2516
7	Баян-Уул-Е(10-27)	Грид-593-596	0.79	-0.23	2465
		Грид-533-536	0.79	-0.34	2487
8	Их түргэн уул (Сыргаль)-Е(28-45)	Грид-537-540	0.74	-1.89	2804
		Грид-541-544	0.80	-0.02	2423
9	Бага түргэн уул (Сыргаль)-Е(46-56)	Грид-465-468	0.68	-3.86	3205
		Грид-469-472	0.86	1.76	2059
10	Өндөрхайрхан-Е(57-84)	Грид-409-412	0.75	-1.40	2704
		Грид-413-416	0.75	-1.41	2707
11	Нортын нуруу-Г(1-8 болон 14-23,28,29)	Грид-417-420	0.83	0.95	2225
		Грид-369-372	0.76	-1.18	2660
12	Цэнгэл хайрхан-Г(09-13)	Грид-417-420	0.83	0.95	2225
		Грид-373-376	0.76	-1.10	2642
13	Цагаан-Асга-Г(24,25)	Грид-377-380	0.63	-5.97	3637
		Грид-381-384	0.77	-1.06	2635
14	Халагш	Грид-325-328	0.75	-1.66	2757
		Грид-329-332	0.76	-1.32	2687
15	Хархираа-С(1-39)	Грид-485-488	0.69	-3.60	3153
		Грид-489-492	0.74	-1.98	2822
16	Түргэн-В(1-44)	Грид-493-496	0.74	-1.74	2774
		Грид-433-436	0.73	-2.10	2847
17	Мөнх Цаст цагаан-Ф(1-19)	Грид-437-440	0.68	-3.79	3192
		Грид-489-492	0.74	-1.98	2822
18	Нарийн гол-Ф(20-34)	Грид-433-436	0.73	-2.10	2847
		Грид-345-348	0.69	-3.61	3155
19	Асгатын даваа-Ф(50-54)	Грид-713-716	0.64	-5.31	3502
		Грид-717-720	0.71	-2.73	2975
20	Их Түргэн -Ф(35-47,55)	Грид-721-724	0.78	-0.50	2521
		Грид-701-704	0.77	-0.82	2586
21	Хатуугийн Мөнх цаст-Ф(56-71)	Грид-705-708	0.67	-4.30	3296
		Грид-709-712	0.74	-1.82	2790
22	Сайр Уул-И(1-17)	Грид-769-772	0.77	-0.98	2619
		Грид-773-776	0.84	1.28	2158
23	Хархираа-С(1-39)	Грид-777-780	0.81	0.34	2350
		Грид-741-744	0.69	-3.59	3150
24	Түргэн-В(1-44)	Грид-745-748	0.66	-4.65	3367
		Грид-749-752	0.78	-0.65	2551
25	Мөнх Цаст цагаан-Ф(1-19)	Грид-785-788	0.74	-1.97	2820
		Грид-789-792	0.83	1.06	2202
26	Нарийн гол-Ф(20-34)	Грид-757-760	0.76	-1.24	2672
		Грид-761-764	0.69	-3.77	3187
27	Асгатын даваа-Ф(50-54)	Грид-757-760	0.76	-1.24	2672
		Грид-761-764	0.69	-3.77	3187
28	Их Түргэн -Ф(35-47,55)	Грид-757-760	0.76	-1.24	2672
		Грид-761-764	0.69	-3.77	3187
29	Хатуугийн Мөнх цаст-Ф(56-71)	Грид-757-760	0.76	-1.24	2672
		Грид-761-764	0.69	-3.77	3187
30	Сайр Уул-И(1-17)	Грид-729-732	0.72	-2.43	2914
		Грид-733-736	0.75	-1.67	2759
31	Сайр Уул-И(1-17)	Грид-401-404	0.68	-4.08	3251
		Грид-405-408	0.74	-1.88	2802

Д	Мөстлийн нэр	Гриднэр	a	b	h _{grid}
23	Цамбагарав-Д(1-41)	Грид-513-516	0.73	-2.18	2864
		Грид-517-520	0.64	-5.30	3499
24	Өмнөхайрхан-О(1-23)	Грид-521-254	0.62	-6.05	3652
		Грид-525-528	0.67	-4.42	3320
25	Гурвандөш -Н(1-23)	Грид-573-576	0.76	-1.21	2666
		Грид-577-580	0.70	-3.38	3108
26	Дэлүүн эх уул-К(2)	Грид-581-584	0.79	-0.18	2456
		Грид-585-588	0.79	-0.17	2452
27	Мараа уул-К(1)	Грид-557-560	0.72	-2.64	2958
		Грид-761-764	0.81	0.25	2367
28	Салбан голын эх-К(3-6)	Грид-765-768	0.72	-2.42	-2.419
		Грид-497-500	0.83	1.07	2200
29	Тахилтын нуруу-К(7-9)	Грид-501-504	0.72	-2.41	2910
		Грид-505-508	0.68	-3.87	3209
30	Хөх Сэрхийн нуруу-К(10-19)	Грид-509-512	0.70	-3.33	3098
		Грид-385-388	0.76	-1.17	2657
31	Цагаан Уул-Ж(1-16)	Грид-389-392	0.68	-4.02	3239
		Грид-393-396	0.68	-3.46	3124
32	Хайртын даваа-Ж(17-19)	Грид-387-400	0.76	-1.12	2646
		Грид-337-340	0.78	-0.72	2565
33	Сарьдагийн даваа-Ж(20-22)	Грид-341-344	0.71	-2.82	2994
		Грид-345-348	0.70	-3.29	3089
34	Хайртын нуруу-Ж(23-37)	Грид-297-300	0.67	-4.14	3264
		Грид-353-356	0.80	-0.09	2436
35	Ганц мод-Ж(38-44)	Грид-285-288	0.66	-4.65	3367
		Грид-289-292	0.73	-2.27	2882
36	Хажмын салаа-Ж(45-53,58,59,63,64)	Грид-285-288	0.66	-4.65	3367
		Грид-289-292	0.73	-2.27	2882
37	Мөнххайрхан-Л(1-6,8-45)	Грид-245-248	0.76	-1.29	2681
		Грид-249-252	0.62	-6.31	3707
38	Бугат Уул-Л(46-62)	Грид-249-252	0.62	-6.31	3707
		Грид-217-220	0.73	-2.07	2840
39	Баатархайрхан-М(1)	Грид-221-224	0.69	-3.44	3120
		Грид-193-196	0.78	-0.52	2524
40	Сутай-Н(1-13)	Грид-197-200	0.74	-1.93	2813
		Грид-225-228	0.67	-4.44	3324
41	Хайртын даваа-Ж(17-19)	Грид-225-228	0.67	-4.44	3324
		Грид-229-232	0.66	-4.51	3338
42	Сарьдагийн даваа-Ж(20-22)	Грид-265-268	0.73	-2.30	2888
		Грид-269-272	0.77	-0.98	2619
43	Хайртын нуруу-Ж(23-37)	Грид-225-228	0.67	-4.44	3324
		Грид-229-232	0.66	-4.51	3338
44	Хайртын даваа-Ж(17-19)	Грид-233-236	0.69	-3.61	3156
		Грид-205-208	0.74	-1.92	2811
45	Ганц мод-Ж(38-44)	Грид-205-208	0.74	-1.92	2811
		Грид-209-212	0.71	-2.81	2991
46	Хажмын салаа-Ж(45-53,58,59,63,64)	Грид-213-216	0.73	-2.34	2896
		Грид-185-188	0.70	-3.13	3057
47	Мөнххайрхан-Л(1-6,8-45)	Грид-189-192	0.71	-3.02	3035
		Грид-153-156	0.69	-3.64	3161
48	Хажмын салаа-Ж(45-53,58,59,63,64)	Грид-157-160	0.72	-2.67	2963
		Грид-137-140	0.73	-2.16	2859
49	Мөнххайрхан-Л(1-6,8-45)	Грид-141-144	0.75	-1.70	2766
		Грид-145-148	0.74	-1.90	2806
50	Хажмын салаа-Ж(45-53,58,59,63,64)	Грид-121-124	0.70	-3.26	3084
		Грид-125-128	0.64	-5.30	3500
51	Хажмын салаа-Ж(45-53,58,59,63,64)	Грид-129-132	0.76	-1.29	2682
		Грид-109-112	0.72	-2.45	2918
52	Хажмын салаа-Ж(45-53,58,59,63,64)	Грид-113-116	0.73	-2.22	2871
		Грид-65-68	0.71	-2.93	3016
53	Мөнххайрхан-Л(1-6,8-45)	Грид-69-72	0.67	-4.22	3280
		Грид-73-76	0.69	-3.55	3143
54	Мөнххайрхан-Л(1-6,8-45)	Грид-77-80	0.75	-1.54	2733
		Грид-41-44	0.84	1.21	2171
55	Мөнххайрхан-Л(1-6,8-45)	Грид-45-48	0.80	-0.02	2422
		Грид-49-52	0.64	-5.48	3536
56	Мөнххайрхан-Л(1-6,8-45)	Грид-53-56	0.63	-5.65	3572
		Грид-53-56	0.63	-5.65	3572
57	Мөнххайрхан-Л(1-6,8-45)	Грид-51-60	0.71	-2.85	3000
		Грид-17-20	0.79	-0.24	2467
58	Бугат Уул-Л(46-62)	Грид-21-24	0.69	-3.64	3161
		Грид-25-28	0.70	-3.25	3082
59	Бугат Уул-Л(46-62)	Грид-29-32	0.68	-4.10	3256
		Грид-89-92	0.71	-2.82	2994
60	Баатархайрхан-М(1)	Грид-93-96	0.68	-3.91	3216
		Грид-97-100	0.75	-1.60	2744
61	Баатархайрхан-М(1)	Грид-101-104	0.95	4.25	1551
		Грид-1-4	0.70	-3.21	3074
62	Сутай-Н(1-13)	Грид-5-8	0.68	-4.07	3249
		Грид-33-36	0.74	-2.03	2833
63	Сутай-Н(1-13)	Грид-37-40	0.69	-3.61	3156

