

ХӨВСГӨЛ НУУРЫН ТАЛБАЙН ӨӨРЧЛӨЛТӨД ҮЗҮҮЛЭХ БАЙГАЛИЙН ХҮЧИН ЗҮЙЛС

Г.Уламбаяр¹, А.Дашцэрэн¹, Ч.Сономдагва², Х.Тэмүүжин¹,
Я.Жамбалжав¹, Г.Цогт-эрдэнэ¹, Н.Шархүү¹

¹ Шинжлэх ухааны академи, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн

² Монгол улсын их сургууль, Хэрэглээний шинжлэх ухаан
инженерчлэлийн сургууль

Электрон шуудан: ulmaa7674@gmail.com

Хураангуй: Сүүлийн жилүүдэд Хөвсгөл нуурын талбай нэмэгдэх хандлагатай болсон бөгөөд Хөвсгөл нуур орчмын хур тунадас нь 1960-аад оноос хойш нэмэгдээгүй байна. Нуурын талбайн хэмжээ нь сүүлийн 30 жилийн хугацаанд жилд дунджаар 1.6 км^2 талбайгаар нэмэгдсэн. 2013 онд хамгийн их буюу 2786.3 км^2 талбайг эзэлж байсан бол хамгийн бага нь 2000 онд 2780.8 км^2 талбайг эзэлж байсан. Нуурын талбайн өөрчлөлтөд агаарын температур болон хур тунадасны хамаарлыг тооцож үзэхэд сул хамааралтай буюу хамаарлын коэффициент нь $R=0.29$ доош утгатай байсан. Сүүлийн жилүүдэд эрчимтэй явагдаж буй дэлхийн дулаарлын нөлөөгөөр мөстлөг болон цэвдгийн алдрал эрчимжиж байна. Мөнхсарьдаг уулын мөстлөгийн талбай тасралтгүй багассан ба Хөвсгөл нуурын томоохон цутгалууд Мөнхсарьдаг уулаас эх авч урсдаг. Хөвсгөл нуур орчмын нутаг нь цэвдгийн үргэлжилсэн тархалттай бүс нутагт оршдог мөн хамгийн их мөсжилт ихтэй цэвдэгтэй бүс нутаг бөгөөд цэвдгийн нөлөөг тооцож зорилгоор Хөвсгөл нууртай ойр орших цэвдгийн мониторингийн хоёр цооногтой харьцуулж үзэхэд хамаарлын коэффициент $R=0.52$ дээш утгатай буюу хамааралтай байна. Цаг уурын хүчин зүйлүүд болох агаарын температур болон хур тунадас нь Хөвсгөл нуурын талбайд дам нөлөөг үзүүлнэ.

Түлхүүр үгс: Цэвдэг, нуурын талбай, Мөнхсарьдаг, мөстлөг, өөрчлөлт

ОРШИЛ

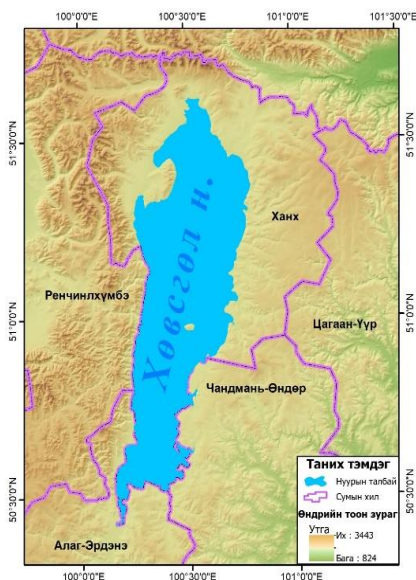
Монгол орон төдийгүй Ази тивийн цэвэр усны нөөцийн багагүй хэсэг болох 380.7 км^3 цэвэр усыг Хөвсгөл нуур дангаараа бүрдүүлдэг [1]. Энэ нь манай орны нийт нуур, цөөрөмд агуулагдах усны 76.1%, гадаргын нийт усны 68.7%-ийг дангаараа эзэлдэг [2].

Хөвсгөл нуурын талбайн өөрчлөлтийг 1992, 2000, 2008 онууд (Б. Оюунгэрэл, 2010) болон 2011, 2015 онуудаар (Б. Болортуул, 2016) харьцуулахад 1992 онд нуурын талбай 2732.3 км^2 байхад 2008 онд 2792.1 км^2 болж даруй 2 хувиар өссөн байна. Харин 2011 онд 2785.0 км^2 , 2015 онд 2791.5 км^2 болж өөрчлөгдсөн байна. Хөвсгөл нуурын усны түвшний (Хөвсгөл-Хатгал ус судлалын харуулын мэдээгээр) олон жилийн дундаж нь 410 см, 1992 онд 416 см, 2008 466 см болж нэмэгдсэн бөгөөд 2011 онд 447 см, 2015 онд 428 см болж буурах хандлагатай болсон байна. Гэвч Хатгал орчмын хур тунадасны хэмжээ

1960- аад оноос хойш нэмэгдээгүй бөгөөд 1980 оны дунд үеэс буурсан байна. Өмнө нь хийгдсэн зарим судалгаанд нуурын усны түвшин нэмэгдэж байгааг нуур орчмын мөнх цэвдэг гэсэж байгаатай холбоотой байж болох талаар дурдсан байдаг. Гэвч нуур орчмын цэвдгийн горимын мониторингийн судалгаа тогтмол хийгдээгүй нь нуурын усны түвшин, талбайн өөрчлөлтийг цэвдгийн гэсэлт хайлалттай шууд холбон тайлбарлах боломжгүй болгож байна (П. Батима, Г. Даваа нар). Энэхүү судалгааны ажлаараа дээрх судлаачдыг мэдээ материалын хангалтгүй байдлаас шалтгаалан таамаглал төдий орхигдуулсан цэвдгийн хүчин зүйлийн нөлөөг нуурын талбайн өөрчлөлттэй харьцуулан судлахыг оролдлоо.

Энэхүү судалгаагаар Хөвсгөл нуурын 1990-2019 онуудын хоорондох талбайн өөрчлөлтийг тооцоолж түүнд нөлөөлж болзошгүй байгалийн болон цаг уурын хүчин зүйлүүдийг авч үзэн, хамгийн их нөлөөлж буй хүчин зүйлийг тодорхойлох зорилготой бөгөөд энэхүү зорилгын хүрээнд дараах зорилтуудыг дэвшүүлсэн. Үүнд:

- Хөвсгөл нуурын сүүлийн 30 жилийн хугацааны усан гадаргын талбайн өөрчлөлтийг тооцоолж түүнд нөлөөлж болзошгүй байгалийн хүчин зүйлс (Мөнхсарьдаг уулын мөстлөгийн талбайн өөрчлөлт, цэвдгийн өөрчлөлт) болон цаг уурын хүчин зүйлстэй (агаарын температур, хур тунадас) харьцуулах.
- Харьцуулсан хүчин зүйлсийн хамгийн сул болон хамгийн их хамаарал бүхий хүчин зүйлийг тодорхойлж, хамгийн их хамаарал бүхий хүчин зүйлийн өөрчлөлтийн шалтгааныг тодорхойлох.



II. АРГА ЗҮЙ

Хөвсгөл нуур нь Монгол орны хойд захын аймаг болох Хөвсгөл аймгийн нутагт оршдог. Эргэн тойрон сүрлэг өндөр уулсаар хүрээлэгдсэн, өмнөх бүлэгт дурдсанчлан усны нөөцөөр Монголд төдийгүй төв Азид томоохонд тооцогддог. Засаг захиргааны нэгжийн хувьд Хөвсгөл аймгийн Алаг-Эрдэнэ, Рэнчинлхүмбэ, Ханх, Чандмань-Өндөр зэрэг сумдын нутгийг дамнан оршино.

Зураг 1. Судалгааны талбайн байршил

Зайнаас тандан судлалын аргаар усан гадаргын талбайг тооцох арга

Энэхүү судалгаанд AWEI (Automated Water extraction index) аргачлалыг ашигласан ба уг аргачлал нь landsat хиймэл дагуулын (MIR) спектрийн 5 суваг болох дундын хэт улаан туяаны ойлтыг ашиглан ус болон бусад гадаргыг ялгаж тооцоолох зориулалт бүхий аргачлал юм. Энэ нь гадаргын усыг илүү нарийвчлан сайжруулсан байдлаар ялгаж харуулдаг. Пикселийн утга 0 микроноос их буюу эерэг байвал усан гадарга харин 0 микроноос бага буюу сөрөг байвал усан гадарга биш гэж авч үздэг [3].

$$AWEI = 4 * (Green - MIR) - (0.25 * NIR + 2.75 * SWIR) \quad (1)$$

Зайнаас тандан судлалын аргаар мөстлөгийн талбайг тооцох арга

Энэхүү судалгаанд NDPCSI (Normalized Difference Principal Component Snow Index) аргачлалыг ашиглан мөстлөгийн талбайн өөрчлөлтийг тооцож үзсэн.

$$NDPCSI = \frac{PC_{brightest} - PC_{darkest}}{PC_{brightest} + PC_{darkest}} \quad (2)$$

Дээрх томъёогоор бодохын тулд PC 1 болон PC 2-ыг ашигласан болно. Учир нь PC 1 нь цаснаас ойх ойлтыг хамгийн сайн гаргах бөгөөд PC 2 нь эсрэгээрээ цасанд шингэх шингэлтийг хамгийн сайн ялгаж өгсөн байдаг [4].

III. ҮР ДҮН

Мөнхсарьдаг уулын мөстлөгийн талбайг тооцоолсон үр дүн

Мөнхсарьдаг уулын мөстлөг нь 1995 онд 693660.7 м², 1999 онд 661762 м², 2007 онд 521663.5 м², 2010 онд 420805.7 м², 2019 онд 256366 м² болж тус тус буурсан байна. Энэ бууралтыг хувиар илэрхийлбэл 1995 оноос 1999 оны хооронд 4.6%-иар, 1999 оноос 2007 оны хооронд 21.2%-иар, 2007 оноос 2010 оны хооронд 19.3%-иар, 2010 оноос 2019 оны хооронд 39%-иар тус тус буурсан байна. Нийт 1995-оос 2019 оны хооронд мөстлөгийн талбай нь 2.7 дахин буурсан гэсэн үр дүн гарсан. Мөн хамгийн эрчимтэй буурсан үзүүлэлт 2007-2010 оны хооронд ажиглагдаж байгаа бөгөөд тухайн жилүүд нь бусад жилүүдтэй харьцуулахад харьцангуй дулаан жилүүд байсан.

Хөвсгөл нуурын олон жилийн талбайн өөрчлөлтийг тооцоолсон үр дүн

Хөвсгөл нуурын усан гадаргын талбайг 1990-2019 онуудын хооронд AWEI (Automated water extraction index) аргачлалаар тооцож үзэхэд

2013 онд хамгийн их утга буюу 2786.3 км^2 талбайг эзэлж байсан бол хамгийн бага утга нь 2000 онд 2780.8 км^2 талбайг тус тус эзэлж байжээ. Сүүлийн 30 жилийн хугацааны хамгийн их болон хамгийн бага талбайн зөрүү 5.5 км^2 байсан. Шугаман хандлагаас үзэхэд нуурын талбай нэмэгдэх хандлагатай гарсан ба 30 жилийн хугацаанд нуурын талбай дунджаар 1.6 км^2 өссөн бол 10 жил тутамд 0.53 км^2 өсөх хандлага ажиглагдсан.

Хөвсгөл нуурын талбайн өөрчлөлтийг тооцоолж түүнтэй хамгийн ойр орших цаг уурын станцын мэдээтэй буюу Хатгал тосгоны цаг уурын харуулын хур тунадас болон агаарын температурын мэдээтэй харьцуулсан. Агаарын температурын мэдээг харьцуулахдаа боловсруулалт хийж агаарын хоногийн дундаж хасах температурын нийлбэр (FDD) болон агаарын хоногийн дундаж нэмэх температурын нийлбэрүүдийг (TDD) тус тус гарган авч харьцуулалт хийсэн.

Агаарын хоногийн дундаж хасах температурын нийлбэрийг тухайн жилийн AWEI аргачлалын үр дүнгээр гарсан талбайн хэмжээтэй харьцуулж үзэхэд хамаарлын чиглэлийн хувьд урвуу хамааралтай гарч байсан. Энэ нь нуурын талбайн хэмжээ өсөх хандлага ажиглагдаж байхад FDD-ийн утга буурах буюу илүү хүйтэн болох хандлагатай байна. Дээрх үзүүлэлтүүдэд корреляцийн коэффициентыг тооцоход $R=0.29$ буюу сул хамааралтай байна.

Харин TDD-ийн хувьд тухайн жилийн талбайн хэмжээтэй харьцуулж үзэхэд шууд хамааралтай гарч байсан. Энэ нь нуурын талбайн хэмжээ өсөх хандлага ажиглагдаж байхад TDD-ийн утга нэмэгдэх буюу илүү дулаан болох хандлагатай байна. Дээрх үзүүлэлтүүдэд корреляцийн коэффициентыг тооцоход $R=0.14$ буюу хүчтэй сул хамааралтай гарсан. Эдгээр утгуудыг жил тус бүрээр нь үзвэл таарц муу байх ба зарим жилд TDD-ийн утга нэмэгдэхэд нуурын талбай буурах эсвэл TDD-ийн утга буурахад нуурын талбай хэмжээ нэмэгдэх зэрэг тохиолдлууд цөөнгүй байсан. Ийм учраас дээрх хоёр үзүүлэлтүүд хоорондоо шууд хамаарал үүсгэж чадахгүй гэж үзсэн.

Хатгал цаг уурын харуулын хэмжилтийн 1990-2019 онуудын жилийн нийлбэр хур тунадасны хэмжээг харгалзах оны нуурын талбайн өөрчлөлттэй харьцуулж үзэхэд 1994,2003,2013,2016 болон 2018 онд хур тунадас хамгийн их буюу 384мм дээш унасан эдгээр жилүүдэд нуурын талбай олон жилийн дундаж утгаас нэмэгдсэн ч 1990,2000 онуудад хур тунадас их байсан үед нуурын талбай бага байсан. Мөн нуурын талбай нэмэгдсэн 1998,2010 онуудад жилийн нийлбэр хур тунадасны хэмжээ бага байсан зэргээс шалтгаалж хур тунадас нь Хөвсгөл нуурын талбайд хүчтэй хамаарал үүсгэдэггүй гэж үзсэн. Дээрх хоёр үзүүлэлтийн олон жилийн хандлагын чиглэлээс харахад шууд хамааралтай байсан ба

корреляцийн коэффициентыг тооцож үзэхэд $R=0.29$ буюу дээрх хоёр үзүүлэлтүүд хоорондоо сул хамааралтай байна.

Нуурын талбайн өөрчлөлт ба цэвдгийн хамаарал

Дулааны улиралд цэвдэгтэй газрын ул хөрс дээрээсээ гэсэж гэсгэлэн давхарга үүсгэх ба үүнийг улирлын гэсэлтийн давхарга гэнэ. Ул хөрс нь улирлаар хөлдөж, гэсдэг ба энэхүү үе давхаргыг идэвхтэй үе давхарга гэнэ. Хөвсгөл нуур орчимд идэвхтэй үе давхаргын зузаан нь цэвдгийн дээд хилийг тодорхойлно [5].

Хөвсгөл уулархаг бүс нутаг орчмын цэвдгийн төлөв байдлын талаар хийсэн судалгаагаар Хатгал цооногийн хөрсний дээжээс тодорхойлсон үр дүнгээр тухайн орчмын газар нутгийн хөрсөнд агуулагдах ус болон мөсний агууламжийн эзлэх хувийг 9% гэж тодорхойлсон байдаг [6]. Иймд Хөвсгөл нуурын орчмын 1м^3 хөрсөнд ойролцоогоор 9 литр ус агуулагдаж байна гэж үзэж болох юм. Хөвсгөл нуурын ус хурах талбайг 5300 км^2 гэж үзээд цэвдэг нь 1 метрээр алдрахад ямар хэмжээний ус алдрах нь илэрхий байна. Иймд нуурын талбайн өөрчлөлттэй цэвдгийн нөлөөг харьцуулж судлах шаардлагатай болсон.

Хөвсгөл нуур орчимд түүнтэй ойр орших цооногууд нь Хатгал тосгоны цаг уурын станцад Хатгал цооног болон Ханх сумын нутагт Борсог цооног бий. Хатгал цооногийн хувьд байнгын хэмжилтийг 2002 оноос хойш, Борсог цооног нь 2003 оноос хойш хэмжилт хийсэн байдаг. Мөн хэмжилтийн төхөөрөмжид ус орох, зай дуусах, алдаа заах, мэдээгээ хадгалахгүй эвдрэх, хүн, мал сүйтгэх зэргээс шалтгаалан дээрх онуудаас хойших мэдээллийн бүрэн бүтэн байдал зэрэг дутмаг байсан тул Хатгал цооногийн 2002-2009 онууд, Борсог цооногийн 2003, 2006, 2007, 2008, 2009 онуудын мэдээнээс идэвхтэй үе давхаргын зузааныг тооцоолж нуурын талбайтай харьцуулж үзсэн.

Хатгал цооногийн мэдээнээс тооцоолж гаргасан идэвхтэй үе давхаргын зузаан нь харгалзах онуудын нуурын талбайн хэмжээтэй хамааралтай гэдэг нь доорх графикаас харагдаж байна. Дээрх хүчин зүйлүүдийн корреляцийн коэффициентыг тооцож үзэхэд $R=0.52$ буюу хамааралтай гарсан ба статистик үнэмшлийг тооцож үзэхэд $P<0.1$ байна.



График 1. Нуурын талбай болон Хатгал орчмын идэвхтэй үе давхаргын өөрчлөлт

Борсог цооногийн 2003, 2006, 2007, 2008, 2009 онуудын мэдээнээс идэвхтэй үе давхаргын зузааныг тооцоолж Хөвсгөл нуурын талбайтай харьцуулж үзэхэд хамааралтай гэдэг нь доорх графикаас харагдаж байна. Дээрх хүчин зүйлүүдийн корреляцийн коэффициентыг тооцож үзэхэд $R=0.53$ буюу хамааралтай гарсан ба статистик үнэмшлийг тооцож үзэхэд $P<0.3$ байна.

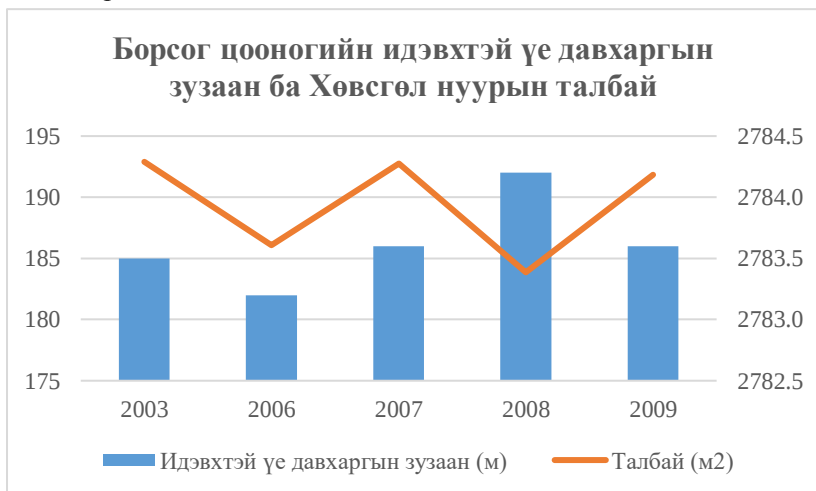


График 2. Нуурын талбай болон Борсог орчмын идэвхтэй үе давхаргын өөрчлөлт

Нуурын талбайн өөрчлөлт ба олон хүчин зүйлийн хамаарал

Хөвсгөл нуурын талбайн өөрчлөлт нь тухайн бүс нутагт тархсан цэвдгийн өөрчлөлттэй холбоотой байна. Өмнөх хэсэгт авч үзсэн агаарын хоногийн дундаж нэмэх температурын нийлбэр, агаарын хоногийн дундаж хасах температурын нийлбэр болон хур тунадас зэрэг нь цэвдгийг оршин тогтноход нөлөөлдөг цаг уурын хүчин зүйлс юм. Иймд дээрх хүчин зүйлүүд нь мөн нуурын талбайн өөрчлөлтөд нөлөөлөх ёстой гэж үзээд дээрх хүчин зүйлүүдийг хамтад нь энэхүү хэсэгт авч үзсэн. Эдгээр хүчин зүйлүүдийг хамтад нь тооцоолохдоо хүчин зүйл тус бүрд харьцаат хувьсагчийг хэмжих статистик боловсруулалтын арга ашиглан тооцооллоо. Энэхүү арга нь дээрх хүчин зүйлүүдийн 1990-2019 онуудын дундаж утгыг тооцоолж, дундаж утгаасаа их байх үеийн утгыг тоолох арга юм. Жишээ нь: Хүснэгт 1-ээс харахад 1998 болон 2013 онуудад TDD, FDD, хур тунадас зэрэг хүчин зүйлүүд нь олон жилийн дундаж утгаасаа их үед (7, 8 9-р багана) нуурын талбай олон жилийн дунджаасаа 1998 онд 1.6 км², 2013 онд 3.0 км² тус тус нэмэгдсэн байна. Харин дээрх гурван хүчин зүйлийн хоёр хүчин зүйл нь олон жилийн дунджаасаа ихэссэн үе болох 1994 болон 2015 онуудад нуурын талбай 1.0 км², 0.2км²-аар тус тус нэмэгдсэн бол нэг хүчин зүйлийн утга эерэг үед буюу 1990 онд зөвхөн хур тунадас нь олон жилийн дунджаас их унасан үед нуурын талбай олон жилийн дунджаас -0.8 км²-аар буурсан үзүүлэлттэй гарсан (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Хөвсгөл нуурын талбай болон бусад хүчин зүйлүүдийн утгууд болон хазайлтын утгууд

YEAR	AWEI	TDD	FDD	PRE	AWEI: AVG	TDD: AVG	FDD: AVG	PRE: AVG
1990	2782.5	1319.8	-2843.4	391.9	-0.8	-159.6	-42.9	84.0
1994	2784.3	1361.6	-2717.5	446.1	1.0	-117.8	83.0	138.2
1998	2784.9	1495.3	-2476.8	328.1	1.6	15.9	323.7	20.2
2013	2786.3	1483.2	-2450.8	384.3	3.0	3.8	349.7	76.4
2015	2783.5	1750.6	-2552.1	267.8	0.2	271.2	248.4	-40.1
AVG	2783.3	1479.4	-2800.5	307.9				

Дээрх статистик боловсруулалтын арга ашиглан 1990-2019 онуудын хоорондох цаг уурын хүчин зүйлүүдийн дундаж утгаасаа ихэссэн үеийн утгыг тоолж уг утгаа харгалзах оны нуурын талбайн хазайлттай харьцуулж үзлээ. Ийнхүү харьцуулан үзэхэд гурван хүчин зүйлийн хазайлт нь гурвуулаа их буюу олон жилийн дунджаасаа нэмэгдсэн дөрвөн тохиолдолд бүгдэд нь нуурын талбай олон жилийн дунджаасаа нэмэгдсэн буюу 100% харин дээрх хүчин зүйлүүдийн хоёр хүчин зүйл нь их байсан найман тохиолдлоос 2000 болон 2019 оноос бусад тохиолдолд нуурын талбай өссөн үзүүлэлттэй гарсан буюу хоёр хүчин зүйлийн утга эерэг үед нуурын талбай олон жилийн дунджаас их байх магадлал 75%, дээрх хүчин зүйлүүдээс нэг хүчин зүйл олон жилийн

дунджаасаа их үед нуурын талбай нэмэгдэх 50% магадлалтай гэсэн үр дүн гарсан. Мөн статистик үнэмшлийг регрессийн тэгшитгэлээр тооцож үзэхэд $P < 0.03$ буюу статистик үнэмшилтэй гарсан (График 4).

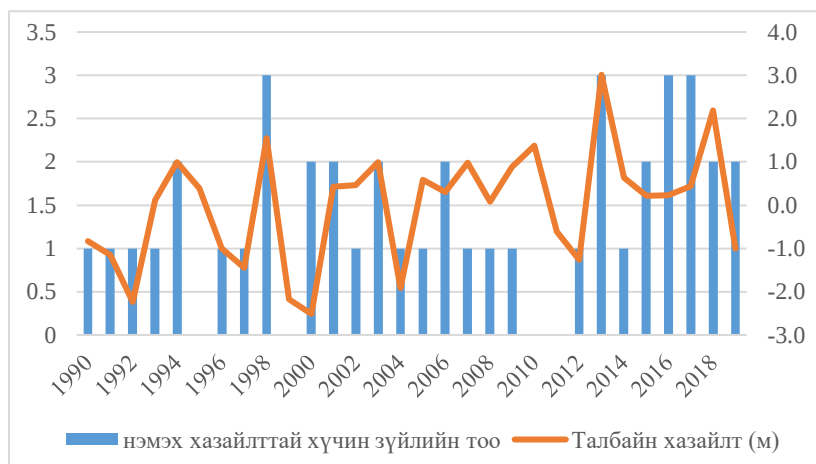


График 4. Нуурын талбайн хазайлт болон олон хүчин зүйлийн хамаарал

IV. ДҮГНЭЛТ

Хөвсгөл нуурын усан гадаргын талбайг 1990-2019 онуудын хооронд буюу сүүлийн 30 жилийн өөрчлөлтийг тооцож үзэхэд нэмэгдэх хандлагатай байсан ба 30 жилийн хугацаанд нуурын талбай дунджаар 1.6 км^2 өссөн бол 10 жил тутамд 0.53 км^2 өсөх хандлага ажиглагдсан.

Мөстлөгийн талбайн хувьд Мөнхсарьдаг уулын мөстлөг 1995 оноос 2019 оны хооронд нийт 437294.7 м^2 -аар буюу 2.7 дахин буурсан ба 2007-2010 онуудын хооронд мөстлөгийн алдрал хамгийн эрчимтэй буюу 3 жилийн хугацаанд 19.3%-иар буурсан нь дээрх жилүүдэд Хөвсгөл орчмын нутагт агаарын температурын хамгийн дулаан үе байсан бөгөөд тус онуудад нуурын талбайн хэмжээ олон жилийн дунджаас нэмэгдсэн байна. Энэ нь Мөнхсарьдаг уулын мөстлөг нь Хөвсгөл нуурт цутгадаг томоохон цутгал голуудын тэжээл болдогтой холбоотой. Мөн Хөвсгөл нуурын талбайн өөрчлөлтөд үзүүлэх байгалийн хүчин зүйлүүдээс хамгийн их хамааралтай нь мөстлөг болон цэвдэг юм. Цэвдгийн хамаарлын коэффициентын утга $R=0.52$ дээш утгатай байсан нь бусад хүчин зүйлүүдээс хамгийн их хамааралтай байгааг илтгэж байна.

Агаарын температур болон хур тунадас нуурын талбайд шууд нөлөө үзүүлэхгүй. Харин шууд нөлөө үзүүлдэг мөстлөг болон цэвдэг шууд нөлөө үзүүлэх учир дээрх үзүүлэлтүүд нь нуурын талбайд дам нөлөөг үзүүлнэ. Дээрх цаг уурын хүчин зүйлсийн хамтад нь авч үзэж харьцаат хувьсагчийг хэмжих арга ашиглан тооцож нуурын талбайн хазайлттай харьцуулахад өндөр хамааралтай байсан ба статистик үнэмшил $P < 0.03$ байна.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааг хийж гүйцэтгэх явцад өөрийн үнэтэй цаг хугацааг зориулан зөвлөгөө, санал, шүүмж өгч, судалгааны ажлыг удирдан ажилласан Шинжлэх Ухааны Академи, Газарзүй Геоэкологийн хүрээлэнгийн Цэвдэг судлалын салбарын эрхлэгч, доктор А.Дашцэрэн танаа гүн талархал илэрхийлж байна. Мөн Монгол улсын их сургууль, Хэрэглээний шинжлэх ухаан инженерчлэлийн сургуулийн багш, дэд профессор, доктор Ч.Сономдагвад судалгааны ажилд зөвлөгөө өгч, үргэлж туслан, дэмжиж байдагт тань талархал илэрхийлье. Судалгааны ажлыг гүйцэтгэх хугацаанд заавар зөвлөгөө өгч олон зүйлсийг зааж зөвлөсөн ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Цэвдэг судлалын салбарын эрдэм шинжилгээний дэд ажилтан магистр Х.Тэмүүжин, эрдэм шинжилгээний тэргүүлэх ажилтан, доктор Я.Жамбалжав, эрдэм шинжилгээний дэд ажилтан магистр Г.Цогт-эрдэнэ болон Хөвсгөл нуур орчмын цооногийн мэдээ материалаар туслалцаа үзүүлсэн ахмад цэвдэг судлаач Н.Шархүү нарт талархан эрдмийн их ажилд нь амжилтын дээдийг хүсье.

V. АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1] Даваа Г. 2017. “Монгол орны гадаргын усны нөөцийн судалгааны үр дүнгээс”, Улаанбаатар хот
- [2] Цэрэнсодном Ж. 2000. “Монгол орны нуурын каталог”, Улаанбаатар хот
- [3] Gudina L.Feyisa., et al. “Automated Water Extraction Index: A New Technique for Surface Water Mapping Using Landsat Imagery” Remote Sensing of Environment, 140 (2014) 23-35.
- [4] Phila Sibandze, Paidamwoyo Mhangara. 2014. “A comparison of Normalised Difference Snow Index and Normalised Difference Principal Component Snow Index techniques in distinguishing snow from related land cover types”. Remote sensing Vol 62. Page 15-22.
- [5] Дашцэрэн А. 2018. “Хүйтэн мандал” Монгол улсын шинжлэх ухааны академи, танин мэдэхүйн цуврал-43.
- [6] Anarmaa SH., et al. 2007. “Permafrost monitoring in the Khuvsgul mountain region, Mongolia”. J. geophys. Res., 112.