



БАЙГАЛЬ ОРЧИН,
АЯДАЛ ЖУУРЦЛАЛЫН ЯАМ



МОНГОЛ УЛСЫН
ИХ СУРГУУЛЬ



ШИНЖЛЭХ УХААНЫ
АКАДЕМИ

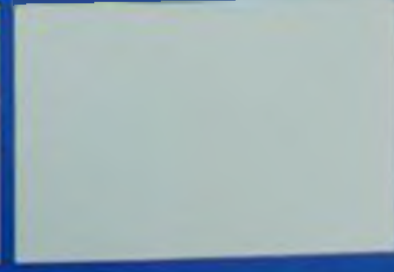
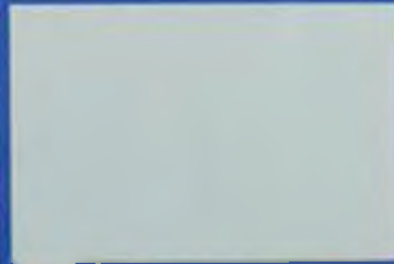


МОНГОЛ УЛСЫН
БОЛОВСРОЛЫН ИХ СУРГУУЛЬ

НИЙГЭМ, ЭДИЙН ЗАСГИЙН ХӨГЖИЛД БАЙГАЛИЙН НӨХЦӨЛ, НУТАГ ДЭВСГЭРИЙН ОНЦЛОГИЙГ ХАРГАЛЗАН ҮЗЭХ НЬ

ОЛОН УЛСЫН ЭДЭГ БАГА ХУРЛЫН ИЛТГЭЛҮҮДИЙН ЭМХЭТГЭЛ

≈ I БОТЬ ≈



УЛААНБААТАР ХОТ
2017 ОН

ТУУЛ ГОЛЫН ГАДАРГЫН БА ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ СОЛИЛЦОО: УРСЦЫН ТАСАЛДАЛ, УСНЫ ЭХ ҮҮСВЭРИЙН ЧАДАМЖ

С.ЧИНЗОРИГ¹, Л.ЖАНЧИВДОРЖ¹, Х.БАДАРЧ¹, CHANG-HEE LEE²

¹ Шинжлэх Ухааны Академи, Газар зүй Геозкологийн хүртээлэн, Усны нооц ус ашиглалтын салбар.

² БНСУ-ын Мөнжи Их Сургууль, Хүртээлэн бул орчин энергийн салбар.

Abstract

Surface water and groundwater resources in the Tuul River Basin are a vital resource in the socio-economic situation and its development in Mongolia. Although the river basin covers about 3.2 % Mongolian's total land, about 46.27 % of Mongolian population lives in the river basin and most of them, around 46 % live in Ulaanbaatar, the capital city of Mongolia. Ulaanbaatar is the highest water usage in the country, and water supplies in the city completely dependent on an alluvial floodplain groundwater (pumping wells) of the Tuul River. The river floodplain groundwater and river flow is hydraulically linked and the groundwater storage is replenished by the river water. However, the river flow has been declined and run dry during low flow period (early spring for 2-31 days) occasionally since 1997. We haven't able to carry out sustainable water resources management to protect freshwater biodiversity and sustain river flow for ecosystems in the Tuul River. Therefore, in this region need to be improved water management more urgently to involve the impacts prediction during low flow period (i.e., spring and autumn). This research aims to understand impact of climate change and groundwater abstraction on the flow of the Tuul River and provide some baseline data for sustainable water resources managements of Ulaanbaatar.

Түлхүүр үг: уур амьсгалын өөрчлөлт, ус олборлолт, газрын доорх ус, голын урсац, урсац шургах

ОРШИЛ

Уур амьсгалын өөрчлөлт, хүний үйл ажиллагааны сөрөг нөлөөнөөс олон оронд усны нөөцөд нь сөрөг нөлөө үзүүлж байна. Дэлхийн гадаргын агаарын дундаж температур 1906-2005 он хүртэл 0.74 °C-ээр, ялангуяа сүүлийн 50 жилд маш эрчимтэй нэмэгджээ [1]. Зарим эрдэмтэд үүнийг хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөл гэж судалгааны ажилдаа тэмдэглэсэн бий [2,3,4]. Мөн агаарын температурын өөрчлөлт нь хур тунадасны орон зай болон цаг хугацааны хувиарлалтанд нөлөөлжээ. Уур амьсгалын өөрчлөлт нь гадаргын болон газар доорх усны нөөцөд сөргөөр нөлөөлж улмаар усны түвшин буурах үзэгдэл дэлхийн олон оронд ажиглагдаж байна. Мөн хүний үйл ажиллагаа, хэт их ус ашиглалт нь гадаргын болон газар доорх усны нөөцөд сөргөөр нөлөөлж, экологийн сөрөг үр дагавар үүсгэж буй олон баримт байна. Ялангуяа Монголын өндөрлөгт уур амьсгалын өөрчлөлт эерэг, сөрөг нөлөө болон хүний үйл ажиллагаа усны нөөцөд сөргөөр нөлөөлж гол ус ширгэх, шургах үзэгдэл эрчимтэй явагдаж байна [1].

Усны тоо, бүртгэлийн 2011 оны мэдээнээс харахад нийт 551 гол, 483 нуур, 1587 булаг татарч ширгэсэн байна [5]. Бид Монгол Улсын нийгэм-эдийн засагт онцгой ач холбогдолтой хамгийн их хэрэглээтэй Туул голын судалгааг олон жил дагнан хийж байгаа бөгөөд энэхүү ажлаар зөвхөн дорөвдүгээр сард Туул тасалдах үзэгдлийн зарим шалтгаан, үр дагавар хотын ус хангамжийн нөхцөл боломжийг тодорхойлохыг зорилгоо. Туул гол 1997 оноос эхлэн дорөвдүгээр сард 2-31 хоногоор шургах үзэгдэл хэд хэдэн жилийн давтамжтай ажиглагдаж байна [6]. Энэ үзэгдэл нь голын экосистемд асар их хохирол дагуулж байгааг өргөн олон мэдэх ч Улаанбаатар хотын хүн ам, үйлдвэр аж ахуйн ус хангамжид хэрхэн нөлөөлөхийг тогтоох шаардлага гарч байгаа юм. Бид Туул голын урсгын тасалдлыг хоёр үндсэн шалтгааны (уур амьсгалын өөрчлөлт, хүний хүчин зүйл буюу газар доорх усны олборлолт) улмаас бөжж байгаа гэж таамаглан гадаргын усны загвар SWAT, газар доорх усны загвар MODFLOW, статистикийн зарим аргыг ашиглан дүн шинжилгээ

хийсэн ба судалгааны ажлын үр дүнд үндэслэн Туул голын урсцын тасалдлыг менежментийн зарим асуудлыг дэвшүүлж байна.

МАТЕРИАЛ, АРГАЗҮЙ

Статистикийн дүн шинжилгээ

Статистикийн /тестээр хувьсагчууд (агаарын температур, хур тунадас, голын зарцуулаг, SDI мэт) нь статистикийн хувьд өсөх эсвэл буурах хандлага эсэхийг тодорхойлно. r хэмжигдэхүүн 0.05-аас бага үед хувьсагчийг статистикийн хувьд өөрчлөлттэй байна гэж үзнэ. Pearson корреляци, r -аар хувьсагчуудын харилцан хамаарал сул, дунд зэрэг, хүчтэй зэргийг тодорхойлно. Үүнтээ гадна, *Streamflow Drought Index (SDI)* ашиглан сав газар дахь услаг болон хур мөчлөгийг тодорхойлсон. Хэрвээ SDI нь ≤ 0.0 байвал услаг жил (хэд хэдэн жил үргэлжлэх услаг мөчлөг), хэрвээ SDI нь ≥ 0.0 байвал хуурай мөчлөг (хэд хэдэн жилийн үргэлжлэл мөчлөг) байна. Бодох аргачлал [7].

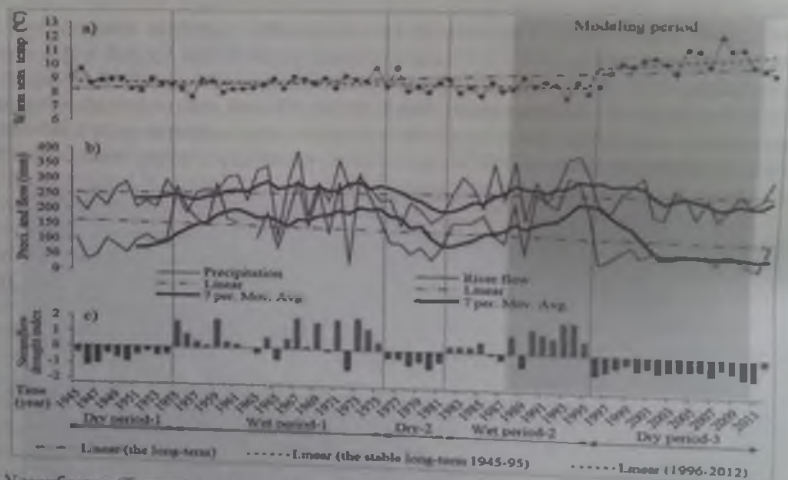
Уур амьсгалын өөрчлөлт Туул голд хэрхэн нөлөөлж буйг тодорхойлох зорилгоор ажиглагдах цуваа мэдээг хоёр хуваан дүн шинжилгээг хийв. Нэгдүгээрт 1945-2012 оны хур тунадас, агаарын температур, Туул голын урсцын мэдээн дээр үндэслэн статистикийн аргыг ашиглан дүн шинжилгээ хийсэн. Хоёрдугаарт гадаргын усны SWAT загварыг Туул голын сав газрын усны хэсэг буюу Улаанбаатар ус хэмжилтийн харуулын ус хурах талбайд ($A=6390 \text{ км}^2$) байгуулсан гидрологийн 1988-2010 оны орон зай, цаг хугацааны өөрчлөлтийг гаргаж дүн шинжилгээ хийв (Зураг-1). Уг загварт орон зайнаас хамаарсан газрын бүрхэвчийн мэдээ (газар ашиглалт бүрхэвч, топограф, хорс) болон цаг уурын мэдээ (хур тунадас, агаарын температур, харьцангуй чийгшлэл, салхины хурд, нарны цацраг) орно. Газар ашиглалт бүрхэвчийн мэдээг Европын сансрын агентлагийн 300 x 300 м ClobCover, топограф мэдээг 30 x 30 м нарийвчлалтай GDEM ашиглан загварт оруулсан. Мөн хөрсний мэдээг Туул, Орхон голын сав газрын Усны Нөөцийн Нэгдсэн Менежментийн Атласаас авч ArcGIS (газар зүйн мэдээллийн систем) дээр зураглал хийж мэдээллийн сан үүсгэн загварт оруулсан [8]. Тахилт, Буянт-Ухаа, Тэрэлж цаг уурын станцын цаг уурын мэдээг загварт оруулсан. Загвар байгуулж буй талбайд цаг уурын станцын тоо цөөн байгаа учраас National Weather Service's NCEP Global Forecast Systems-н загварчилсан цаг уурын мэдээг мөн загварт ашигласан (Зураг-1).

Газар доорх усны MODFLOW загварыг Улаанбаатар хот орчим Туул голын татамд ($A=156 \text{ км}^2$) байгуулж 1997-2012 оны газар доорх усны өөрчлөлт, түүний динамик, урсгал, гадаргын усны харилцан үйлчлэлийг загварчилсан. Загварын хилийг Туул голын аллювийн хурдасны хилээс дээд хилийг Гачуурт орчимд, доод хилийг Таван толгойн гүүрийн хөндлүүрээр авсан. Загвар байгуулсан талбайд Улаанбаатар хотын усан хангамжийн Төв, Үйлдвэр, Мах компинатын үүсвэр мөн Нисэх, ДИС 3.4 -ийн эх үүсвэр байрлана (Зураг-2). Загварын талбайд бохирдлын байршил болон голын гулдрилыг Google earth-ийн зургийг ашиглан тодорхой загварт оруулсан. Загварын талбай доторх ус ойлборлолтын мэдээг Ус Сувгийн Удирдах Газар-зүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Улаанбаатар ус хэмжилтийн харуул дахь голын урсгал мэдээг Ус Цаг Уур, Орчны Судалгаа, Мэдээллийн Хүрээлэнгээс тус тус авч загварт ашиглав.

Жилийн нийлбэр хур тунадас болон голын урсцын ихэнх хувь (90-95%) нь дулааны үе (сарын дундаж температур > 0.0 °C) буюу дөрвөөс аравдугаар сарын хооронд ажиглагддаг учраас энэ улирлын температур нь сав газрын урсцын давхраа, урсгалд чухал нөлөө үзэх болох юм. Дулааны улирлын дундаж температур 1945-1995 оны хооронд өсөх буурах хамаарал ажиглагдаагүй ба дундаж нь 8.8 °C байна. Харин уг дундаж температурыг 1997 он харьцуулахад 1.0 °C -аар, хуурай мөчлөг-3-ын дундаж температуртай харьцуулахад 1.7 °C өссөн байна (Зураг-3).

Улаанбаатар ус зүйн харуул дээр хэмжсэн урсцын мэдээг ус хурах талбайд нь харьцуулж судалгааны талбайн дундаж урсцын давхрааг тооцсон. Урсцын давхраа нь 1945-1995 он хооронд дунджаар 160.0 мм/жил. Услаг мөчлөг-1 болон 2-т энэ хэмжээ 18 %, 20 %-аар өссөн, харин хуурай мөчлөг-1 болон 2-т 49 %, 51 %-аар тус тус буурсан байна. Хамгийн их бууралт нь хуурай мөчлөг-3-т ажиглагдсан ба 60 %-аар буурсан байна. SWAT загвараар 1988-2010 (услаг мөчлөг-1) үед дэд сав бүрээр гаргасан (Хүснэгт 1). Хуурай мөчлөг-3-ыг услаг мөчлөг-2-той харьцуулахад тундас 42 %, ууршил 19 %, урсцын давхраа 56 %-аар тус тус буурсан. Хамгийн их бууралт Улаанбаатар дэд савд ажиглагдах ба урсцын давхраа нь 83 %-аар буурчээ.

Энэ дэд сав газарт ууршил хур тунадасны 94 %-тай тэнцэж урсцын давхрааны хэмжээ маш ба болжээ. Өөрөөр хэлбэл Улаанбаатар ус зүйн харуул дээрх урсцын 93 % орчим нь Гясто-Тэрэлжийн ус хурах талбайгаас бүрдэж байна. Геоэкологийн хүрээлэнгийн 2008-2012 онд хийсэн хэмжилтээр Харзтайгаас дээш ус хурах талбайд нийт урсац бүрдэж байгааг харуулж [13] нь энэ загварын үр дүнтэй тохирч байна.

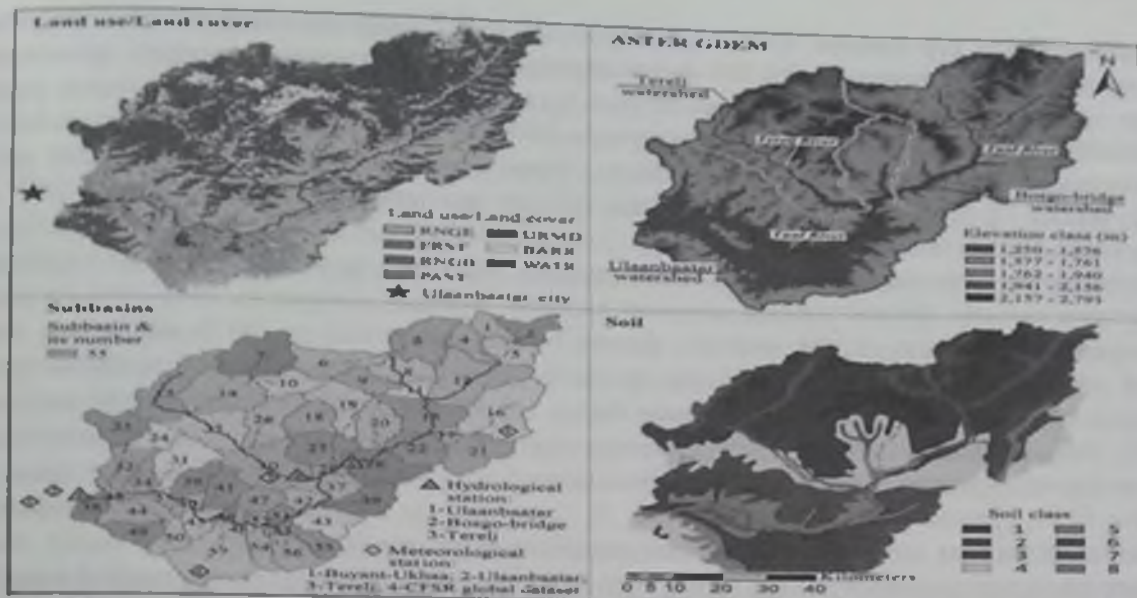


Зураг 3. Улаанбаатар (Талхят) дэд уурын станцын дулаан улирлын агаарын температур, жилийн нийлбэр хур тунадас, Улаанбаатар ус судлалын харуулын зарцуулалт болон SDI [9].

Хүснэгт 1. SWAT загвараар тооцсон хур тунадас, ууршил, урсцын давхраа [9]. (нэгж: мм/жил)

Дэд сав газар	Area (km ²)	Хур тунадас			Ууршил			Урсцын модуль		
		Услаг	Хуурай	1(%)	Услаг	Хуурай	1(%)	Услаг	Хуурай	1(%)
Босто-Чүүр	2,280	400	265	34	177	151	15	225	113	50
Тэрэгж	1,330	406	316	22	170	165	3	240	150	37
Улаанбаатар	2,782	393	226	42	280	210	25	118	20	83
Дундаж		399	258	35	222	180	19	182	80	56

* [Буурах, Тосох (хувиар)]

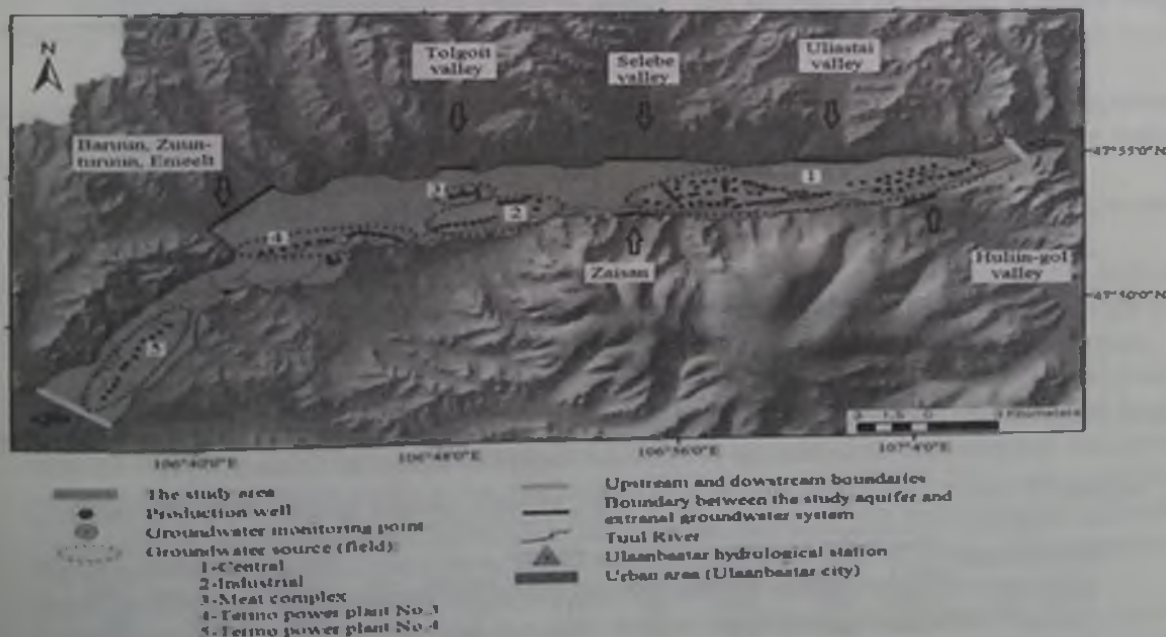


Зураг 1. Гадаргын усны SWAT загвар байгуулсан талбай. Загварын орон зайн оролтын мэдээ, цаг уур, ус судлалын харуулын байршил [9].

ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөө

Тахилт цаг уурын станц болон Улаанбаатар ус хэмжилтийн харуулын хэмжсэн хур тунадас, голын зарцуулгын мэдээнээс 1945-2012 оны хооронд услаг болон хуурай хэд хэдэн мөчлөг ажиглагдаж байна. SDI –ээс харахад дээрх хугацаанд гурван хуурай, хоёр услаг мөчлөг тохиолдсон байна (Зураг-3). Монгол оронд болон Сэлэнгэ голын сав газарт хийсэн судалгаанаас [11,12] харахад энэ мөчлөг нь Номхон далайн гадаргын усны температурын хэлбэлзэл (PDO) болон El Niño-Southern Oscillation (ENSO) зэрэг үзэгдлүүдтэй зарим талаар хамааралтай байна.



Зураг 2. Газар доорх усны MODFLOW загварыг байгуулсан талбай. Усны эх үүсвэр, худаг, ус судлалын харуулын байршил [10].

Газар доорх ус олборлолтын нөлөө

Загварын үр дүнгээс харахад газар доорх ус олборлолт нь хаврын улиралд (4-р сард) голын урсац харьцангуй их сөрөг нөлөө үзүүлж байна. Жишээ нь ус олборлолтын улмаас голын урсац 3-5 дугаар сарын хооронд 0.17-280 мянган м³/өдөр (18-20 %) багасдаг байна. Мөн 6-8 дугаар сарын хооронд 220-240 мянган м³/өдөр (16-18 %) өөр, 9-12 дугаар сарын хооронд 0.17-220 мянган м³/өдөр (11-28 %) өөр тус тус багасдаг байна. Жилийн нийлбэр урсгын хувьд харьцангуй бага урсацтай жил буюу 2011 онд голын урсац 21 %-аар харьцангуй их урсацтай жил буюу 2012 онд 11.5 %-аар газар доорх ус олборлолтын улмаас Улаанбаатар хот орчимд багассан байна.

Зарим жил (2004, 2009) голын урсац цөөн хоногоор богино зайд шургасан гэл зөвхөн аман мэдээлэл байгаа учраас хэдийд, хэд хоног, хэдэн км шургасан зэрэг мэдээлэл байхгүй байна. Бусад жилийн мэдээллийг [6]-с авч доорх зурагт харуулав. Битүү шугамаар газар доорх ус олборлож байх үеийн загварчилсан газар доорх усны эзлэхүүний өөрчлөлтийг, тасархай шэнхэр шугамаар газар доорх ус олборлолт судалгааны талбайд байхгүй байх үеийн усны эзлэхүүний өөрчлөлтийг тус тус үзүүлэв.

Голын урсац бага байх үе хавар намартаа ялангуяа өвлийн саруудад голоос орох тэжээл харьцангуй бага харин зарцуулаг буюу ус олборлолт нь их учраас газрын доорх усны түвшин, эзлэхүүн нь буурдаг. Хамгийн их бууралт нь хаврын эхэн үед ажиглагддаг ба хугацааны хувьд тухайн жилийн өвөл, хавар, өмнөх жилийн зун, намрын хур тунадас, агаарын температурын хэмжээнээс ихээхэн хамааран өөр өөр байна. Шургасан өдрийн тоо болон газар доорх усны буурсан эзлэхүүний хэмжээ хоорондын хамаарлын коэффициент ($r=0.57$)-с харахад дунд эргийн харилцан хамааралтай байна. Жишээ нь; газар доорх усны буурсан эзлэхүүн 2012 оны хавар бусад жилтэй харьцуулахад хамгийн их байсан ба орлого зарлага тэнцсэн өдөр дунджаас нэлээд хойно байна. Тухайн жил голын урсац 3-р сарын 27-оос 4-р сарын 27 хүртэл нийт 31 өдөр шургасан ба голын ус шургах үзэгдэл хамгийн удаан ажиглагджээ. Мөн 2003 онд газар доорх усны буурсан эзлэхүүн харьцангуй их ба орлого зарлагын тэнцсэн өдөр 2012 онтой адил байна. Энэ жил голын урсац шургах үзэгдэл мөн адил бусад жилтээ харьцангуй удаан буюу 24 хоног байсан. Газрын доорх усны эзлэхүүн 2008 онд хэвийн хэмжээнээс их буурсан боловч шургах үзэгдэл ажиглагдсан талаарх мэдээлэл байхгүй байна. Энэ нь магадгүй тухайн жилийн хаврын хур тунадас агаарын температурын нөлөөгөөр урсац шургах үзэгдэл ажиглагдаагүй байж болно.

Туул голын экосистемийг хамгаалж, хотын ус хангамжийг зохистой шийдвэрлэх боломж

- i. Хотын өсөн нэмэгдэж байгаа усны хэрэгцээг хангахын тулд шинэ эх үүсвэрийн хайгуул судалгааг яаралтай эхлүүлэх,
- ii. Газрын доорх ус олборлолтын хэмжээг өвлийн улиралд бууруулах. Туул голын эхэн хэсэгт олон жилийн тохируулгатай усан сан барьж шаардагдах ус хэрэглээг хангах.
- iii. Хавар намрын саруудад газар доорх усны түвшин буурах үед голын урсац шургадаг хэсгийн алювийн хурдасны газар доорх усыг зориудаар арвижуулах. Газар доорх усыг зориудаар тэжээх усны сан Туул голын эхэн хэсэгт барьж ашиглах боломжийг судлах.
- iv. Туул голын усны чанар сав газрын эхэн хэсэгт харьцангуй цэвэр байх [16] ба энэ урсац нь Улаанбаатар хот орчимд газар доорх усыг үндсэндээ тэжээж динамик нооцийг бий болгож байгааг өмнөх судалгаанууд харуулсан [14,15]. Мөн энэ судалгаа Улаанбаатар хот орчмын голын татам дахь газар доорх усны гэжээлийн 88.7 орчим хувь (1997-2012 оны дундаж) нь Туул голоос тэжээгддгийг загварчилан гаргасан нь практик үйл ажиллагааны үр дүнтэй ойролцоо байна. Үүний тулд голын эхэн хэсэгт шинээр хот суурин барих, үйлдвэржилтийг тгээх, уул уурхай болон хөдөө аж ахуйн үйл ажиллагааг оргожүүлэхийг хориглох.
- v. Улаанбаатар хотын орон сууцанд амьдарч байгаа нэг хүний усны хэрэглээ 2012 онд 203 литр/хоног болсон байна [16]. Ниймд бүх аж ахуй нэгж, шинэ сууцны орон сууцны хэрэглэгчдийг бүрэн тоолууржуулах, мэдрэмжтэй крангаар тоноглох.

vi. Улаанбаатар хотын орон сууцны ариун цэврийн сууцлуурын угаалгад шинэ технологийн ашиглан саарал усыг ашиглах стандарт, БНБД боловсруулж мөрлөх,

АШИГЛАСАН НОМ, ЗОХИОЛ

- [1]. Bates, V.C., Kundzewicz, Z.W., Wu, S., and Palutikof, J.P. (2008) Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- [2]. GCCI US. (2009) Global Climate Change Impacts in the United States. Thomas R. Karl, Jerry Melillo, and Thomas C. Peterson, (eds.). Cambridge University Press.
- [3]. Warren, A.J., and Holman I.P. (2012). Evaluating the effects of climate change on the water resources for the city of Birmingham, UK. Water and Environment Journal, 26, 361-370.
- [4]. Yang, Z.F., Yan, Y., and Liu, Q. (2012) The relationship of streamflow-precipitation-temperature in the Yellow River Basin of China during 1961-2000. Procedia Environmental Science, 13, 2335-2345.
- [5]. MARCC. (2014) Mongolia second assessment report on climate change. Davaadorj, Batjargal, Natsagdorj (ed.). Ulaanbaatar, Mongolia, pp. 37-84.
- [6]. Janchivdorj, L., Odontsetseg, D., Udvaltsetseg, G., Mendsaikhan, B., Erdenebat, M., Enkhbayar, Ma., Unurjargal, D., Senjim, B., Enkhtuya, Mi., Erdenechimeg, B., Bayarmaa, P., Badarch, O., Oyunerdene, B., Gereltd, B., Tsengelmaa, B., Odsuren, B., Chinzorig, S., and Onon, O. (2012) Туул Гол: Экологийн өөрчлөлт, Усны Менежментийн асуудал. ISBN: 978-99962-1-118-8
- [7]. Nalbantis, I. (2008) Evaluation of a hydrological drought index. European Water 23/24, 67-77.
- [8]. Atlas of the Tuul, Orkhon River Basin Integrated water Management. Report (atlas) for the Ministry of Environment and Green Development, Ulaanbaatar, Mongolia. (2012)
- [9]. Chinzorig, S., Raja, U.S., Janchivdorj, L., Seung-Hoon, Y., and Chang-Hee., Lee. Climate change impact on the Tuul River flow in a semi-arid region in Mongolia *Water Environment Research* 2016
- [10]. Chinzorig, S., Janchivdorj, L., and Chang-Hee., Lee. Impact of groundwater abstraction on the early spring Tuul River flow depletion in Mongolia, 2016 (in preparation).
- [11]. Bao, G., Liu, Y., and Liu, N. (2012) A tree-ring-based reconstruction of the Yimin River annual runoff in the Hulun Buir region, Inner Mongolia, for the past 135 years. *J. Geography*, 57(12), 4765-4775.
- [12]. Davi, N.K., Jacoby, G.C., Curtis, A.E., and Baatarbileg, N. (2006) Extension of Drought records for Central Asia using tree ring. West-Central Mongolia. *Journal of Climate*, 19, 288-298.
- [13]. Davaa, G., Oyunbaatar, D., Badarch, Kh., and Otgonbat, G. (2014) Туул голын экосистемийн тэтгэх урсга ба усны бохирдлыг оновчлох асуудал. Research publication, Institute of hydrometeorology and information, 51-58.
- [14]. Jadambaa, N., Batjargal, D., Linden, W., Chagnaa, N., Borchuluun, U., and Batsukh N. (2012) Groundwater resources. In: Tuul River Basin IWRM assessment report (ed. by J. Bron and W. Linden), Ch. 3, pp 133-174.
- [15]. Tsujimura, M., Ikeda, K., Tanaka, T., Janchivdorj, L., Erdenechimeg, B., Unurjargal, D., and Jayakumar, R. 2013. Groundwater and surface water interaction in an alluvial plain, Tuul River Basin, Ulaanbaatar, Mongolia. *Sciences in Cold and Arid Regions*, 5(1), 126-132.
- [16]. Dolgorsuren G., Chagnaa N., Gerelekhuluun J., Purtsagsuren Ch., Linden W., Bakey A., Davaa J., Borchuluun U., Davaa G., Oyunbaatar D., Jadambaa N., Demeusy J., Baldangombor, Tumurchudur S., Khishigsuren P., Batjargal D., Tsogzolmaa Kh., Davaanyam T. and Odsuren 2012b. Tuul River Basin IWRM. Report for the Ministry of Environment and Green Development, Ulaanbaatar.