

## Байгалийн бага урсацыг далайц, үргэлжлэх хугацаа болон давтамжаар нь тодорхойлохуй

Скотт Ж. Кеннер<sup>1</sup>, Нэргүйн Сонинхишиг<sup>2</sup>, Содномын Төмөрчөдөр<sup>3</sup>, Хүрэлбаатрын Цогзолмаа<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Иргэний болон Байгаль орчны инженерчлэл, Өмнөд Дакота мужийн Уул уурхай, Технологийн Сургууль, <scott.kenner@sdsmt.edu>

<sup>2</sup>Биологийн тэнхим, Шинжлэх ухааны сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, <soninkhishig@num.edu.mn>

<sup>3</sup>Байгаль нуурын сав газрын хил дамнасан экосистемийн байгалийн нөөцийн нэгдсэн менежмент төсөл, <TumurchudurS@unops.org>

<sup>4</sup>Туул голын сав газрын захиргаа, Улаанбаатар, Монгол, <tsogzoo\_1112@yahoo.com>

### ХУРААНГҮЙ

Усны эрэлт хэрэгцээ нэмэгдсэнтэй холбогдуулан Монголд усны нөөцийг хөгжүүлэх шаардлагад буй болсон. Монголын засгийн газраас усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн аргыг хэрэгжүүлэх болсонтой холбоотойгоор томоохон гол мөрний байгалийн урсацын нөхцлийг үнэлэх нь үндсэн асуудал болоод байна. Гидрологийн өөрчлөлтийн багаж хэрэгслийн заалтыг, мөн Орхон голын физик, биологийн судалдаа зэргийг ашиглан Орхоны усны харуулын байршилд байгалийн бага урсацын хувилбарыг боловсруулжээ. Эдгээр хувилбараар далайц, давтамж болон үргэлжлэх хугацааны “байгалийн жам”-тай илүү дөхөхүйц хэв шинжийг тусган харуулахыг хичээсэн билээ. Тухайлбал, 12-оос 24 өдөр үргэлжилдэг чийглэг үеэр урсдаг эрэг дүүрэн урсац бүхий 75-р хувийн үзүүлэлтээс илүү их урсацын үргэлжлэх хугацааны хамгийн доод улирлын бага урсацыг харуулахыг зорьсон.

Түлхүүр үгс: байгалийн урсац, эрэг дүүрэн урсац

### ОРШИЛ

Монгол улсад асар их хэмжээний хотжил, хөдөө аж ахуй болон эрдэс баялагийн өсөлт хөгжил явагдаж байна. Энэхүү өсөлт хөгжил нь усны нөөцийг хөгжүүлэх эрэлт хэрэгцээ, шаардлагыг нэмэгдүүлсэн байна. Ийнхүү нэмэгдсээр буй эрэлт хэрэгцээг хангахын тулд усан сангуудын байршилд техник эдийн засгийн үндэслэлийг тогтоож, зарим байршилд одоогоор ч гүйцэтгэсээр байна (Baldsндорj et al., 2012). Тэр байршлуудын зарим нь Байгаль нуурын ус хураагуурын 60% болох Сэлэнгэ мөрний сав газарт байдаг (UNOPS 2013). Байгалийн бага урсацыг жилийн тогтмол доод хэмжээ хэлбэрээр бусад судлаачид толилуулсан байдаг (Baldsндорj et al., 2012). Poff and Zimmerman (2010) нар өөрчлөлтөд орсон урсацын горимд үзүүлэх экологийн хариу үйлдлийн өргөтгөсөн үнэлэлтийг гаргасан байдаг. Poff болон бусад (2010) дэвшүүлснээр байгалийн урсац нь “байгалийн жамын” хувьсах чанарыг

(далайц, давтамж болон үргэлжлэх хугацаа) тусган харуулдаг бөгөөд өгөгдсөн байгалийн урсацыг анхны утга гэж үнэлж, ирээдүйд ажиглалт хийх явцад уян хатанаар өөрчлөх боломжтой (дасан зохицолын менежмент). Бид энэ судалгаандаа Орхон голын Булган аймаг дахь усны харуулын цэгт физик хабитатын өгөгдлийг цуглуулж, өдөр тутмын урсацын өгөгдлийн геоморфологийн шинж чанарын тодорхойлж, статистик шинжилгээг хийсэн. Энэ мэдээллийг ашиглан бид байгалийн бага урсацын хувилбарыг боловсруулсан нь далайц, давтамж ба үргэлжлэх хугацааны “байгалийн жам” илүү дөхөхүйц шинж чанарыг тусган харуулах зорилготой байв. Уг ажил Сэлэнгэ мөрний хэд хэдэн байршилд үргэлжлэн хийгдсээр байна.

## **СУДАЛГААНЫ АРГАЧЛАЛ**

Уг шинжилгээнд Орхон голын Орхоны (Булган аймгийн Орхон сум) усны харуулын цэг дэх өдөр тутмын урсацын өгөгдлийг ашиглав. Урсацын өгөгдлийг 1978-2010 оны хооронд 33 жилийн туршид бүртгэсэн байжээ. Уг шинж чанарын тодорхойлолтод Гидрологийн Өөрчлөлтийн Заалтыг (The Nature Conservancy, 2009) ашиглан урсгалын хувиар гаргасан үзүүлэлтүүдийг, мөн тэдгээрийн хувиар гаргасан үзүүлэлтийн улирлын шинжийг тодорхойлсон байна. Эрэг дүүрэн урсацын тодорхойлолтыг Гатлахуйц Гол Мөрний Үнэлгээ: Талбарын Үнэлэлтийн Зааварчилгаанд (US Environmental Protection Agency, 2004) дүрслэгдсэн арга барилуудын дагуу хийдсэн. Эрэг дүүрэн урсацыг тооцоолохдоо голдирлын гидравликийг ус хураах талбай руу урсах хэмжилтүүдэд тохируулах, мөн дараа нь ус хураах талбайд тодорхойлогдсон эрэг дүүрэн өндрийн түвшин хүртэл голдирлыг дүүргэх урсгалыг тооцоолов. Гидравликийн шинжилгээг HECRAS-ийг ашиглан гүйцэтгэв (Brunner, 2010). Дараа нь өдөр тутмын урт хугацааны урсацын бүртгэлийг ашиглан эрэг дүүрэн урсац хальж хэтрэх давтамж (жилүүдийн хувийг), хэзээ хальж хэтэрсэн, хальж хэтэрсэний үргэлжлэх хугацаа (өдрүүдийн тоо) зэргийг тогтоов. Хамгийн доод хэмжээний үерийн жилийн давтамжийн шинж чанарыг тодорхойлохын тулд жилийн хамгийн дээд оргил урсацын өгөгдөлд Log Pearson III давтамжийн шинжилгээг (US Department of Interior, 1982) гүйцэтгэв. Эрэг дүүрэн урсацын үндэс болох зорилго бол голын усны халилга болон эрэг хавийн тунадасын нөхцлийг хангах үерийн үзэгдлийн хэмжээ далайц болон давтамжийг хангах зорилго байдаг.

## **СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН**

### **Урсацын үргэлжлэх хугацаа**

Урсацын үргэлжлэх хугацааны шинжилгээг бүртгэлийн бүхий л хугацаанд сар бүр өдөр тутам гүйцэтгэв. График 1-т 10, 25, 50, 75 болон 90 хувийн илүүдэл урсацад зориулсан сарын урсацын үргэлжлэх хугацааг үзүүлсэн байна. Эдгээр нь холбогдох урсацын дүн тухайн сард илүүдэл байх цаг хугацааны (өдрийн) хувь хэмжээг төлөөлдөг. Урсацын үргэлжлэх хугацааны хувь хэмжээ улирлыг даган хэлбэлздэг болохыг бид График 1-ээс харж болно. Харсан зүйл дээр тулгуурлан бид гурван улирлыг тодотгох боломжтой. Эдгээр нь бага урсац (11-3 сар), дундаж урсац (4-6 болон 10 сарууд) мөн оргил урсац (7-9 сар). Иймээс тусдаа нэг сарын үргэлжлэх хугацааны хувь хэмжээг дундажлаад улирлын менежментийг сарын менежменттэй харьцуулахаар төлөөлүүлж болно. 75 хувьтай урсацын үргэлжлэх хугацааны хувьд улирлын урсацын үргэлжлэх хугацаа нь 4.81 см (бага урсацтай үед), 30.10 см (дунд урсацтай үед) болон 53.27 см (элбэг урсацтай үед) байна.

### **Эрэг дүүрэн урсац болон давтамжийн шинжилгээ**

Хэвлэлд эрэг дүүрэн урсацыг янз бүрээр тодорхойлсон байдаг (ашигласан хэвлэлийн жагсаалтыг харна уу). Ерөнхийдөө эрэг дүүрэн урсац нь 1.5-аас 2 жилийн турших жилийн оргил урсацтай холбоотой. График 2-т жилийн оргил урсацыг тооцоолсон эрэг дүүрэн урсац, 1.5 болон 2 жилийн давтамжтай элбэг урсац, мөн эргийн хөвөө хүрсэн урсац зэргийн хамт үзүүлсэн зураг төсөл байна. Эдгээр анхны тооцоонд үндэслэвэл эрэг дүүрэн урсац нь 1.5 болон 2 жилийн давтамжтай элбэг урсацаас бага, харин сүүлийн энэ урсац нь эргийн хөвөө хүрсэн урсацаас бага байна. График 2-т буй хүснэгтэд урсац тус бүрийн дүн давуу байх бүртгэлийн хугацааны жилийн тоог харуулсан байна. Оргил урсац тодорхой дүнгээс давуу байх тохиолдлын үед бид урсацын тодорхой төвшингөөс дээгүүр байсан өдрийн дунджийг мөн тооцоолон боддог. Урсац тодорхой төвшингөөс дээгүүр байсан өдрийн тоо нь “доод төвшингийн үерийн үеийн” үргэлжлэх хугацааг төлөөлдөг. Иймээс уг шинжилгээнээс бид доод төвшингийн үерийн үзэгдлийн далайц, давтамж болон үргэлжлэх хугацааг тогтоож чадна. Жишээлбэл 1.5 жилийн давтамжтай урсац 33 аас 20-н жилд давуу байсан (61%) бөгөөд давуу байх үед дундаж үргэлжлэх хугацаа нь 47 өдөр байв.

### **ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ**

Сарын урсацын үргэлжлэх хугацааны өдөр тутмын шинжилгээ нь урсацын үргэлжлэх хугацааны хувь хэмжээний хүрэн дэх урсацын улирлын хэлбэлзлийг тодорхой харуулж байна. Улирлын үндсэн дээр өдөр тутмын байгалийн хамгийн доод урсацын төлөөлөл нь өдөр тутмын хамгийн доод урсац болон жилийн улирлын хэлбэлзлийг төлөөлж чадна. Үргэлжлэх хугацааны аль хувь хэмжээг ашиглахаар сонгохыг арга бол арай илүү субъектив арга юм. Үргэлжлэх хугацааны хувь хэмжээ нь хуурай газрын хувьд илүү бага доод урсац, харин чийглэг газрын хувьд илүү их доод урсгалыг төлөөлдөг тул илүү бага байх хандлагатай (жишээ нь 90 %) юм. Тодорхой хамгийн доод үргэлжлэх хугацааны хувь хэмжээг дасан зохицох менежментийн арга хэмжээгээр тохируулж болно гэсэн ойлголт дор бидний анхны зөвлөмж бол 75-аас 80 %-ийн дэс дарааг сонгох байна.

Өдөр тутмын хамгийн доод улирлын урсацыг тогтоохоос гадна голын усны халилга болон эрэг хавийн тунадасын нөхцлийг хангах зорилгоор үерийн урсацын далайц, давтамж болон үргэлжлэх хугацааг тогтоох хэрэгтэй (Rosgen, 1996). Булган дахь Орхон голын (Орхон-Орхоны усны харуул) эрэг дүүрэн урсацаас хальж хэтрэх урсацын давтамж ба үргэлжлэх хугацаанд үндэслэвэл эрэг дүүрэн урсацаас хальж хэтрэн үерийн урсац дундажаар 1.5-аас 2 жил тутамд тохиох ба 33-оос 47 өдрийн үргэлжлэх хугацаатай байх юм. Үерийн урсацыг хангах нөөцлүүрийг сонгон авсан усан сангийн нөөцлүүрийн шаардлагад нэгтгэх боломжтой. Урсац нөөцлүүрийн доод төвшинд нэгэнт хүрвэл доод төвшингийн үерийн урсацыг чөлөөлөхөөр шуурхай чөлөөлөлтийн механизмыг ажиллуулах боломжтой.

### **ДҮГНЭЛТ**

Байгалийн доод урсацыг тогтоохын тулд бид хоёр төвшингийн аргачлалыг зөвлөж байна. Үүнд: улирлын хамгийн доод өдөр тутмын урсац болон голын усны халилга болон эрэг хавийн тунадасыг хангах доод төвшингийн үерийн урсацын далайц, давтамж ба үргэлжлэх хугацаа зэрэг аргачлал орно. Хамгийн доод улирлын урсацыг улирлын 75 хувь үзүүлэлтийн урсацын үргэлжлэх хугацаагаар төлөөлдөг. Бага төвшингийн үерийн далайц ба үргэлжлэх хугацааг 1.5 жилийн давтамжит урсацаар төлөөлүүлж болно. Бидний судалгааны үр дүнгээр гарах байгалийн урсацын шинж чанарын тодорхойлолтыг сонгон авсан усан санг хөгжүүлэх ба хэвийн үйл

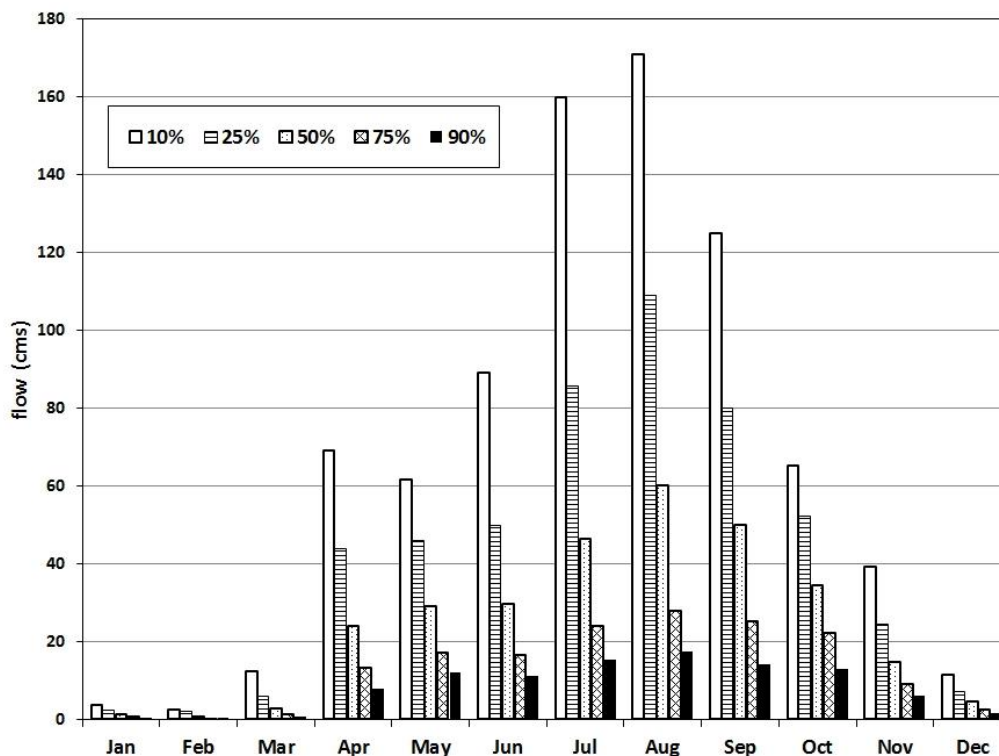
ажиллагаа нь хангах зорилгоор дасан зохицох менежментийн аргачлалд хэрэглэж болно.

## ТАЛАРХАЛ

Тус судалгаанд санхүүгийн дэмжлэг үзүүлсэн Монголын Үндэстний Шинжлэх Ухааны Санд, мөн нягт хамтын ажиллагаатай байсан Байгаль Орчин, Ногоон Хөгжил, Аялал Жуулчлалын Яаманд зохиогчдын зүгээс талархал илэрхийлж байна. Бид бас талбарт маш хичээнгүй ажилласан оюутнуудад талархаж байна. Тэдний зүтгэлгүйгээр уг шинжилгээг хийх боломжгүй байсан юм.

## АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

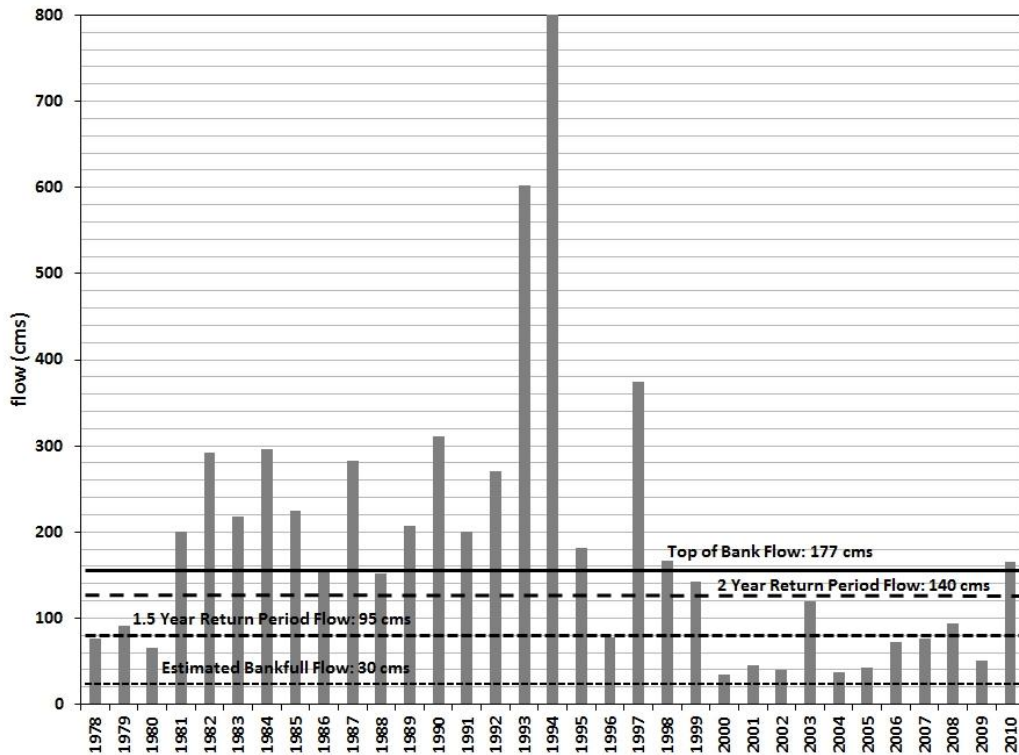
- Baldsндorj Ts, Dolgorsuren G, Gerelchuluun J, Puntsagsuren Ch, van der Linden W. (2012). *Orkhon River Basin Integrated Water Management Plan*. Ministry of Environment and Green Development, Government of Mongolia.
- Brunner GW. (2010). *HEC-RAS River Analysis System User's Manual 4.1*. US Army Corps of Engineers, Davis CA.
- Poff LN, Richter BD, Arthington AH, Bunn SE, Naiman RJ, Kendy E, Acreman M, Apse C, Bledsoe BP, Freeman MC, Henriksen J, Jacobson RB, Kennen JG, Merritt DM, O'Keeffe JH, Olden JD, Rogers K, Tharme RE, Warner A. (2010). The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards. *Freshwater Biology*, 55, 147-170.
- Poff LN, Zimmerman JKM. (2010). Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. *Freshwater Biology*, 55, 194-205
- Rosgen D. (1996). *Applied River Morphology*, 2nd ed. Wildland Hydrology, Pagosa Springs, CO.
- Searcy JK. (1959). *Flow-Duration Curves*. Geological Survey Water-Supply Paper 1542-A, US Department of the Interior.
- The Nature Conservancy. (2009). *Indicators of Hydrologic Alteration Version 7.1 User's Manual*.
- US Department of the Interior. (1982). *Guidelines for Determining Flood Flow Frequency*, Bulletin 17B of the Hydrology Subcommittee, Interagency Advisory Committee on Water Data.
- US Environmental Protection Agency. (2004). *Wadeable Stream Assessment: Site Evaluation Guidelines*. EPA841-B-04-006. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- UNOPS. (2013). *Lake Baikal basin transboundary diagnostic analysis*. <<http://baikal.iwlearn.org>>.



**График 1.** Булган аймаг дахь Орхон голын өдөр тутмын урсацад зориулсан сарын урсацын үргэлжлэх хугацаа.

**Хүснэгт 1.** Булган аймаг дахь Орхон голын (Орхон-Орхон) сонгож авсан бага төвшингийн урсацын (эрэг дүүрэн, 1.5 болон 2 жилийн давтамжтай) жилийн давтамж болон үргэлжлэх хугацаа.

Урсацын шинж тэмдэг	Урсац (см)	Хальж хэтрэх жилийн тоо	Хальж хэтрэх жилийн хувь	Хальж хэтэрсэн өдрийн тооны статистик			
				дундаж	дунд	Хамгийн дээд	Хамгийн доод
Эрэг дүүрэн урсац	30	33	100	131	148	260	3
Эргийн хөвөө хүрэх урсац	177	14	42	19	4.5	129	1
1.5 жилийн ээлж хугацааны урсац	95	20	61	47	32.5	157	4
2 жилийн ээлж хугацааны урсац	140	19	58	24	12	143	2



**График 2.** Булган дахь Орхон голын (Орхон-Орхоны усны харуул жилийн оргил урсац, эрэг дүүрэн урсац, 1.5 болон 2 жилийн ээлж хугацаатай урсац, мөн хальж хэтэрсэн жилүүдийн тоо болон хальж хэтэрсэн хугацаа өдрөөр.

**Булган аймаг дахь Орхон голын жилийн хамгийн өндөр үзүүлэлтүүд**  
**Зүүн талд босоогоор:** Урсац (см-ээр)  
**График дотор дээрээс доошоо:** Эргийн хөвөө хүрэх урсац: 177  
 2 жилийн эргэх хугацааны урсац: 140 см  
 1.5 жилийн эргэх хугацааны урсац: 95 см  
 Тооцоолсон эрэг дүүрэн урсац: 30 см