



ХҮРЭЛТОГООТ - 2022

ГАЗАРЗҮЙ, ГЕОЛОГИЙН САЛБАРЫН ЗАЛУУ ЭРДЭМТЭН,
СУДЛААЧДЫН ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХУРАЛ

ГАРЧИГ

Хөвсгөл аймгийн Эрдэнэбулган сумын төвийн халианы орон зайн тархалт, суурьшлын бүсэд үзүүлэх нөлөө.....	7
Sentinel 2 хиймэл дагуул болон дроны зураг ашиглан тариалангийн талбайг таримлын төрлөөр ангилах нь /Дархан-Уул аймгийн Орхон сумын жишээн дээр/.....	13
Өмнөговь аймгийн Гурвантэс сумын нутагт орших Нарийн Сухайт чулуун нүүрсний бүлэг ордын нүүрсний давхаргын метан хийн хэтийн төлөв болон метан хийн хайгуулын арга аргачлал.....	21
Харгал нуурын ёроолын хурдсыг нуур орчмын чулуулгийн бүтэцтэй харьцуулах нь.....	28
Говь-Алтай аймгийн Цогт, Эрдэнэ сумдын заган ойн экосистемийн үйлчилгээний үнэ цэн.....	32
Улаанбаатар хотын үерийн эрсдэл, үнэлгээ.....	41
Хээрийн бүсэд тарималжуулсан модлог ургамлын физиологийн зарим үзүүлэлтэд усалгааны үзүүлэх нөлөө.....	48
Төвийн бүсийн Тусгай хамгаалалттай газар нутгийн удирдлагын үр ашгийн үнэлгээ.....	55
High oxygen fugacity linked to CU mineralization: a zircon, biotite and amphibole perspective of bronze fox porphyry copper deposit, Southern Mongolia.....	63
Газарзүйн мэдээллийн системийн олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын аргазүйг ашиглан Сэлэнгэ аймгийн ойн тохиромжтой байдлыг үнэлэх нь.....	71
Түмэнцогт вольфрамын ордыг агуулагч магмын чулуулгийн геохими, геохронологи.....	81
Улаанбаатар болон Ховд хотын гадаад орчны агаар дахь рm _{2.5} -ын харьцуулалт.....	90
Газрын бүрхэвчийн өөрчлөлт /Баянхонгор аймгийн Баян-Өндөр сумын жишээ дээр/.....	96
Сэлэнгэ мөрний сав газрын усны чанарын өөрчлөлтийн судалгаа.....	102
Баруун хэнтийн байгалийн нарсан ойн (<i>pinus sylvestris</i> l.) сэргэн ургалтад огтлолын эрчмийн үзүүлэх нөлөө.....	109
Дархан хотын нийгэм, эдийн засгийн нөлөөлөл-таталцлын кластер бүс тогтоох асуудалд.....	113
Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрт байгалийн хөргөлттэй зоорь барихад тохиромжтой газруудыг тодорхойлох судалгаа.....	121
Дархан-Уул аймгийн суурьшлын бүсийн тоосонцрын судалгаа.....	128
Мөнххайрхан уулын хүлэмжийн хий болон хөрсний органик нүүрстөрөгчийн судалгааны зарим үр дүн.....	135
The analysis of groundwater recharge in Mongolia using vadose zone modeling.....	141
Тэмдэглэл.....	149

УЛААНБААТАР ХОТЫН ҮЕРИЙН ЭРСДЭЛ, ҮНЭЛГЭЭ

Ц.Батням^{1,*}, М.Пүрэвсүрэн¹, С.Энх-Амгалан²¹ Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэн, Физик газарзүй, орчин судлалын салбар² Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэн, Нийгэм, эдийн засгийн газарзүйн салбар*Э-шуудан: Batnyamts@mas.ac.mn

ABSTRACT

Due to global warming and climate change, the number of natural disasters has been increasing rapidly in recent years. In recent years, Ulaanbaatar city has experienced several major events, and quantitative and qualitative assessment of flood risk is needed to reduce this flood risk. There are a number of flood risk modeling methods such as iTree, SWMM, HEC-RAS, etc. The UFRM model is compatible with other InVest models and has the advantage of using relatively little input data. Therefore, using the INVEST-UFRM (Urban Flood Risk Mitigation) model, we have made a risk assessment and reduction method for the city of Ulaanbaatar. The model uses soil hydrology groups, land use, curve numbers, and biophysical parameters. The intensity of precipitation was considered to be 24mm, 50mm, 70mm in 1 hour. As a result of the research work, a quantitative and qualitative assessment of flood risk in Ulaanbaatar city was given and recommendations for ways to reduce it were made. In order to reduce the risk of flooding, it is possible to spatially determine flood dam structures in detail, and to use parameters such as runoff retention and depth as a result of the model to correctly locate flood water storage tanks.

Түлхүүр үгс: Үерийн эрсдэлийн загвар, гадаргын урсац, урсац хуримтлал

ОРШИЛ

Үер бол дэлхийн хэмжээнд хамгийн өргөн тархсан байгалийн гамшгуудын нэг бөгөөд 2000-2019 оны хооронд дэлхийн хэмжээнд бүртгэгдсэн байгалийн гамшигийн 44%, нийт нэрвэгдэгсдийн 41%, эдийн засгийн нийт хохирлын 22%-ийг үертэй холбоотой гамшиг эзэлж байсан [1]. Түүнчлэн үерийн гамшиг нь хөдөө ахуйн газар, хот суурингийн барилгажсан талбай зэрэгт нөлөө үзүүлснээр аж үйлдвэрийн бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэл, хүн амын эрүүл мэнд, цаашлаад амьдрах орчинд дам болон дам бус хэлбэрээр өргөөр нөлөөлөх тул тогтвортой хөгжлийн үндсэн зорилтуудыг (ядуурлыг бууруулах, нэгжлөлөг зогсоох, дэд бүтцийг нэмэгдүүлэх) хангуулан хангах боломжийг хязгаарладаг нэг орчин зүйл ч болдог байна [2].

Манай орны хувьд их үерийн тухай тоо баримт “Нууц товчоо” болон 1778 онд “Өргөө” нийслэл Туул голын хөвөөнд суурьшсанаас эхлэн их бага хэмжээгээр тэмдэглэгдэн үлдсэн бөгөөд их үер 1934, 1959, 1966, 1967 онд тохиолдсон. 1966 оны 7 дугаар сарын 7-11-нд Улаанбаатар хотын орчимд зүсэр бороо үргэлжлэн орж 103.5 мм хур тунадас унасан нь тухайн жилийн нийлбэр хур тунадасны 43 хувьтай тэнцсэн бөгөөд Туул, Сэлбэ, Улиастай голын ус эргээ хальж, тухайн үед улс, олон нийтийн байгууллага, иргэдийн хөрөнгөд 135.4 сая төгрөгийн хохирол учруулсан гэх тоо баримт бий. 1982 оны 8 дугаар сарын 3-нд 17 минутад 44.2 мм хур бороо орж, Толгойт, Наран, Чингэлтэйн 42 сайрт хүчтэй уруйн үер буусны улмаас 13.9 сая төгрөгийн хохирлыг мөн учруулж байсан [3]. Г.Даваа болон бусад судлаачд 2015 онд явуулсан судалгааны үр дүндээ 1966-1996 онд болсон томоохон үерийн улмаас учруулсан хохирол 54 тэрбум төгрөгт хүрсэн гэж дүгнэсэн байдаг.

Нийслэл хотод үер уснаас хамгаалах үйл ажиллагааг идэвхжүүлэх үүднээс хотын үерийн эрсдэлийн чиглэлээр сүүлийн 20 орчим жилийн хугацаанд хэд хэдэн төсөл хөтөлбөрүүд хэрэгжсний үр дүнгүүдээс үзэхэд ус хагалбар, сав газрын морфологи, усны өнгөрөлт, газрын бүрхэвч, уур амьсгалын мэдээ болон нийгэм-эдийн засгийн эмзэг байдлын үзүүлэлтүүдийг үндэс суурь болгон олон шалгуурт шинжилгээ, газарзүйн мэдээллийн систем [4], HEC-RAS загварыг ашиглан үерийн аюулын үнэлгээг боловсруулж [5], эрсдэл бүхий газруудыг зурагласан ажлууд ихэнх хувийг эзэлж байгаа хэдий ч тус гамшгаас үүдэлтэйгээр хэдий хэмжээний хохирлыг эдийн засгийн хүрээнд хүлээж буйг тодорхойлсон судалгааны ажил хомс байна.

Нөгөөтэйгүүр, 1966 оноос эхлэн барьж байгуулсан далан сувгийн урт 2016 оны байдлаар 130 км-т хүрч, Туул гол, Сэлбэ гол, Улиастайн голыг эргийн хамгаалалтын байгууламжтай болсон хэдий ч 80 орчим хувь нь үндсэн үүргээ гүйцэтгэх боломжгүй [5] болсон өнөө үед цаашид үерийн байгууламжуудыг шинээр төлөвлөж байгуулахад үерийн эрсдэлд суурилсан хохирлын тоон үнэлгээ, үр дүн чухал суурь судалгааны материал ч болох боломжтой юм. Иймд уг

Уршил үерийн мэдээг Уршил (Urban Flood Risk Mitigation) загварыг ашиглан тооцоолж, эрсдэл бүхий газруудыг зураглан, үерийн урсац (m^3) болон үерийн усны нийт хэмжээ (m^3), үүсэж болох хохирлыг мөнгөн дүнгээр илэрхийлж, эрсдлийн бууруулах зарим арга замыг тусгах зорилгыг дэвшүүлэн ажилласан болно.

СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ, МАТЕРИАЛ

Судалгааны талбай

Судалгааны талбай нь Улаанбаатар хотын төвийн 7 дүүргийн нутаг дэвсгэрийг хамарна.

UFRM (Urban Flood Risk Mitigation) загвар

UFRM загвар нь Стэнфордын их сургуулийн “Байгалийн капитал” хөтөлбөрийн баг болон бусад мэргэжлийн байгуулгуудтай хамтран боловсруулсан экосистемийн үйлчилгээний хэлбэрүүдийг үнэлж, зураглахад чиглэсэн InVEST загварын дэд загвар юм. Үерийн эрсдлийн iTree, SWMM, HEC-RAS гэх мэт нэлээдгүй загварчлалын аргууд байдаг бөгөөд тус UFRM загвар нь InVest-ийн бусад загваруудтай хоршин ажиллах бөгөөд харьцангуй бага оролтын мэдээ ашигладаг зэрэг давуу талтай юм.

Үерийн эрсдлийг тооцоолохдоо дараах үндсэн оролтын мэдээг ашигладаг (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Оролтын мэдээ

Д.д	Оролтын мэдээ	Нэгж
1	Хур тунадасны эрчимшил, хэмжээ	Мм/цаг
2	Газар ашиглалт, газрын бүрхэвч	Raster
3	Хөрсний гидрологийн бүлэг	Raster
4	Биофизикийн үзүүлэлт	CSV
5	Хотын барилгажсан талбай	Shp
6	Хохирлын мөнгөн дүн	CSV

1. Хур тунадасны эрчимшил, хэмжээ

Хүчтэй аадар борооны улмаас 1 эсвэл 2 цагийн хугацаанд орох нийт хур тунадасны хэмжээг оруулна. Мөн түүнчлэн сүүлийн 100 жилийн хугацаан дахь хамгийн их тунадасны мэдээг оруулж болдог [6]. Хур тунадасны эрчимжлийг байгаль, газарзүйн хүчин зүйлээс хамааруулан янз бүрээр авах бөгөөд 35 мм-50 мм бол бол ноцтой, 50мм-70 мм бол эрчим ихтэй, 70 мм-ээс их бол маш их эрчим ихтэй [7] аадар бороо гэж үздэг. Иймд бид судалгаандаа

Улаанбаатар хотод 2016 оны 7-сарын 28 нд буусан аадар борооны хэмжээ (24мм) болон эрчим ихтэй (50мм), маш их эрчим ихтэй (70 мм) гэсэн 3 хувилбараар авч үзлээ.

2. Газар ашиглалт, газрын бүрхэвч

Газар ашиглалт, газрын бүрхэвчийн давхаргын үндсэн ангиллыг “Монгол орны ландшафт”-1990 [8] баримталсан. Дунд орон зайн шийд бүхий Ландсат 8 хиймэл дагуулын 130, 131-р замын

20,27 дугаар мөрний 2022 оны 6-р сарын 1, 20-ний мэдээг ашиглаж “Туслах векторын машин” (Support vector machin)-ий ангиллыг арга ашиглаж газар ашиглалт, газрын бүрхэвчийн ангилал хийсэн. Бид тус ангиллыг радиал суурьт функцийн цөм (Radial basis function kernel)-ийг ашигласан. RBF-нь дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ. Үүнд:

$$K(x, x') = \exp(-\gamma \|x * x'\|^2) \quad (1)$$

Энд,

γ -Цөм (kernel)-ийн тархалтыг тохируулдаг параметр $\|x * x'\|^2$

- Хоёр векторын хоорондох Евклидийн зайн квадрат зэрэг

Сансрын зургийн спектрийн хувьд давхцал бүхий тариалангийн талбайг дижитайз хийх замаар орон зайн мэдээлэлд оруулсан.

3. Хөрсний гидрологийн бүлэг

Хөрсний нэвчилтийн хурдыг буурах дарааллаар нь А, В, С, D гэсэн гидрологийн 4 бүлэгт хуваадаг бөгөөд энэ нь INVEST загвараар гадаргын урсцыг тооцоолоход шаардлагатай параметр юм [9]. Судалгааны талбайд тархсан хөрсний хэв шинж нь шавранцар (Loam), хөнгөн шавранцар (Silty loam), элсэнцэр (Sandy loam) механик бүрэлдэхүүнтэй байна [10], [11]. Дээрх хөрсний механик бүрэлдэхүүний ангилалд тулгуурлан хөрсний гидрологийн бүлгийн [12] тархалтын зураг гаргасан. Суурьшлын бүс орчмын хөрс нь бүтцээ алдаж, өнгөн хэсэгтээ нягтарсан байдаг тул хот орчмын хөрсийг (техносол) “D” бүлэгт авч үзлээ.

4. Биофизикийн үзүүлэлт

Биофизикийн үзүүлэлт буюу муруйн дугаар (curve number)-ийг газар ашиглалт, газрын бүрхэвчийн ангилал тус бүрт хэрэглэнэ. Урсцын муруйны дугаар нь хур тунадасны илүүдлээс үүдэлтэй нэвчилт болон шууд урсцыг тодорхойлох эмпирек параметр юм [13]. АНУ-ын Хөдөө аж ахуйн хэлтэс (USDA)-ээс гаргасан [14] гидрологийн хөрсний бүрхэвчийн иж бүрдэлд газар ашиглалтын үүднээс хөдөө аж ахуй, ойн бүс, хот болон суурьшлын бүс гэсэн 3 үндсэн ангиллын хүрээнд гаргасан муруйн дугаар (CN)-ыг ашигласан. Энд, мөн газрын бүрхэвчийн үндсэн ангиллыг ургамал бүрхцийн эзлэх хувиар нь 50%-аас бага, 50%-70%, 75%-аас дээш гэсэн 3 дэд бүлэгт мөн хуваасан. Ургамал бүрхцийг тооцохдоо дараах аргачлалыг баримталсан [15].

$$Y = 10.08 + 86.55 * NDVI \quad (2)$$

Энд, Y-Ургамал бүрхэц,

NDVI-ургамлын нормчилсон ялгаврын индекс

Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрт хөдөө аж ахуй, суурьшлын бүс болон ойн бүс өргөн тархалттай тул 50%-аас доош ургамлын бүрхэцтэй хуурай хээрийг алос палсарын гадаргын өндрийн тоон мэдээ [16]-г ашиглаж, гадаргын хэвгийн 5 ангилал [17]-д хуваасан (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Газрын бүрхэвчийн ангилал, муруйн дугаар

Код	Газрын бүрхэвч	cn_a	cn_b	cn_c	cn_d
1	Элс	77	86	91	94
2	Ой		80	87	93
3	Нуга	30	58	71	78
4	Торлог (>50%)	48	67	77	83
5	Торлог (50%-70%)	35	56	70	77
6	Өвслөг хээр	49	69	79	84
7	Сарьдаг орчим	76	85	59	91
8	Тариалан	72	81	88	91
9	Зам	98	98	98	98
10	Авто зогсоол	98	98	98	98
11	Барилга, байгууламж	77	85	90	92
12	Хээр (0°-1°)	33	55	68	74
13	Хээр (1°-5°)	39	61	74	80
14	Хээр (15°-10°)	42	64	77	83
15	Хээр (10°-20°)	44	66	79	85
16	Хээр (>20°)	45	67	80	86

5. Хотын барилгажсан талбай

Барилга, байгууламж, гэр, байшин болон зам, авто зогсоолын 332433 объектын орон зайн мэдээллийг 2022 оны 8-р сарын Open StreetMaps (OSM) [18] мэдээллийн сангаас авсан.

6. Хохирлын мөнгөн дүн

Үерийн улмаас бий болсон хохирлыг хэмжээг барилга, байгууламжийн төрөл тус бүрээр гаргах шаардлагатай байдаг. Бид судалгаандаа европийн комиссоос гаргасан потенциал хохирлын хэмжээ [19]-г баримталсан. Потенциал хохирлын хэмжээ ам доллар/1 м² нэгжээр гарах ба Ази тивд дунджаар 111 €/1 м² байна [19]. Бид энэ үзүүлэлтийг үерийн дараах урсцын гүн болон, хохирлыг хүчин зүйл (damage factor) зэргийг харгалзан 1 ам.доллар /1 м², 4 ам.доллар/1 м², 7 ам.доллар/1 м²-аар тооцон үзлээ.

INVEST-UFRM загвар (Үерийн эрсдлийг бууруулах загвар)-ын тооцоолол

Тус загвар нь гадаргын урсцыг орон зайн хувьд тооцож, үерийн боломжит хэмжээ, дэд бүтэц, инженерийн барилга, байгууламжинд учирч болзошгүй хохирлыг мөнгөн дүнгээр тооцдог. Газар ашиглалтын төрөл, хөрсний шинж чанар бүхий пиксел бүрийн урсцын зузаан Q (мм)-ыг

Урсцын индексийг тооцоход:

$$Q_{pi} = (P - \lambda S_{max, i})^2 / (P + (1 - \lambda) S_{max, i}) \text{ хэрвээ } P > \lambda S_{max, i} \text{ бол } Q_{pi} = 0 \quad (3)$$

Энд, P-Аадар борооны хэмжээ, мм-ээр, S_{max}-потенциал хуримтлал, мм-ээр, λS_{max}-урсац үүсэхэд шаардагдах гүн

$$S_{max} = \frac{2400}{CN} - 254 \quad (4)$$

Энд, S_{max}-Муруйн дугаарын томъёо, CN-газар ашиглалт, хөрсний шинж чанараас хамаарсан эмпирик параметр

$$R_i = 1 - \frac{Q_{p,i}}{P} \quad (5)$$

Энд, R_i-Пиксел тутмын урсцын хэмжээг тооцно

$$R_{mzi} = R_i * P * \text{пиксел. талбай} * 10^{-3} \quad (6)$$

Энд, R_{mzi}- Пиксел бүр дэх урсац хуримтлал

$$Q_{mzi} = Q_{pi} * \text{пиксел. талбай} * 10^{-3} \quad (7)$$

Энд, Q_{mzi}- Пиксел бүр дэх урсцын хэмжээ, м³-аар

Потенциал хохирлыг тооцоход:

$$Affected. build_w = E_{b \in V} a(b, W) * d(b) \quad (8)$$

Энд, b-Барилга байгууламжийн талбай, a(b, W)-Тухайн ус хагалбар болон сонгосон газар дахь барилгын талбай, d(b)-барилгын төрөл бүр дэх хохирлын үнэлгээ нэгж/м² (Хохирлын хүснэгтээс)

Улаанбаатар хотын үерийн эрсдэл, үнэлгээг тооцохдоо аадар борооны эрчимжилтийг нэг цагт 24 мм, 50мм, 70 мм, хохирлын хэмжээг 1 ам.доллар /1 м², 4 ам.доллар/1 м², 7ам.доллар/1 м² буюу 3 хувилбараар тус, тус тооцон авч үзлээ.

ҮР ДҮН

Хотын үерийн эрсдлийг бууруулах загвар (InVest-UFRM)-ийг ажиллуулснаар дараах үр дүн гарсан. Үүнд, урсац хуримтлалын индекс, урсац хуримтлалын хэмжээ (м³), урсцын гүн (мм), үерийн усны хэмжээ (м³), хохирлын мөнгөн дүн (ам.доллар). Үерийн эрсдлийн үзүүлэлтүүдийг Улаанбаатар хотын 7 дүүрэг, хороо тус бүрээр тооцсон.

❖ Урсац хуримтлал (м³), хуримтлалын индекс

Тус үзүүлэлтээр Улаанбаатар хотын хэмжээнд 24 мм/цагт 93.1 сая/м³, 50 мм/цагт 181.7 сая/м³, 70 мм/цагт 238.9 сая/м³ урсац хуримтал бий болж байна. Дүүргээр авч үзвэл Сонгинохайрхан болон Баянзүрх дүүргүүдэд хамгийн өндөр байна.

5183 м³-38.7 сая м³-ийн хооронд хэлбэлзэж байна. Баянгол дүүргийн 2-р хороо, Сүхбаатар дүүргийн 2-р хороо, Чингэлтэй дүүргийн 1-р хорооны нутаг дэвсгэрүүд үерийн урсац хуримтлалын индексээр хамгийн бага буюу үерт өртөх эрсдэл хамгийн өндөр байна. Улаанбаатар хотын 7 дүүргийн хороо тус бүрээр авч үзвэл 40 хороо эрсдэл маш өндөр, 46 хороо өндөр, 27 хороо дунд, 51 хороо бага, 18 хороо маш бага гарсан байна.

❖ *Үерийн усны хэмжээ, м³*
Тус үзүүлэлтээр 24 мм/цагт 1.4 сая/м³, 50 мм/цагт 15.3 сая/м³, 70 мм/цагт 36.9 сая/м³ үерийн ус бий болж байна (Зураг 1). Өөрөөр хэлбэл газар ашиглалт, газрын бүрхэвч, хөрсний шинж чанар болон бусад хүчин зүйлийн улмаас хур тунадас гүйцэд газрын гадаргад шингэлгүй үерийн ус болж байна. Үүссэн үерийн ус газар нутгийн хэмжээнээс шалтгаалж Сонгинохайрхан, Баянзүрх дүүргүүдэд хамгийн өндөр байна (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Хүчтэй аадар борооны дараах урсац хуримтлал, үерийн усны хэмжээ

Дүүрэг	Хур тунадас 30 мм, цаг			Хур тунадас 50 мм, цаг			Хур тунадас 70 мм, цаг		
	Урсац хуримтлал		Үерийн ус (м ³)	Урсац хуримтлал		Үерийн ус (м ³)	Урсац хуримтлал		Үерийн ус (м ³)
	0-1	м ³		0-1	м ³		0-1	м ³	
ЧГД	0.92	2100291.1	100944	0.85	3736755	849150	0.74	4640888	1779379
НЛД	0.90	16342436.9	109811	0.82	32294337	1981174	0.71	42399523	5586194
СХД	0.95	28406381.2	350179	0.89	56115763	3793729	0.80	74625040	9248250
БЗД	0.95	29057257.7	497162	0.89	56312092	5259607	0.80	73659871	12540512
БГД	0.95	543907.6	40437	0.91	963557	253828	0.83	1205903	498436
СБД	0.91	4862143.7	197247	0.83	8783351	1757044	0.73	10981454	3775098
ХУД	0.96	11850072.4	131320	0.92	23503411	1457819	0.85	31444499	3501224

INVEST-UFRM загварын нэг давуу тал нь үерийн эрсдлийн орон зайн хувьд тооцож, тоон болон чанарын утгаар илэрхийлдэг. Тухайлбал, 24 мм/цаг хүчтэй борооны улмаас Улаанбаатар хотод нийтдээ 33.9 сая ам.долларын хохирол, 50 мм/цаг хүчтэй борооны улмаас 169.5 сая ам.доллар, 70 мм/цаг хүчтэй борооны улмаас 305.2 сая ам.доллар буюу нэг их наяд төгрөгний

Хүснэгт 4. Аадар борооны улмаас учирч болзошгүй хохирлын хэмжээ (Ам.Доллар)

Дүүрэг	24 мм/цаг-аадар бороо	50 мм/цаг-аадар бороо	70 мм/цаг-аадар бороо
	Ам.Доллар	Ам.Доллар	Ам.Доллар
ЧГД	3372227	16861134	30350042
НЛД	1644040	8220198	14796356
СХД	8291365	41456827	74622289
БЗД	7127252	35636261	64145270
БГД	3572253	17861266	32150279
СБД	3979873	19899367	35818861
ХУД	5926948	29634742	53342536

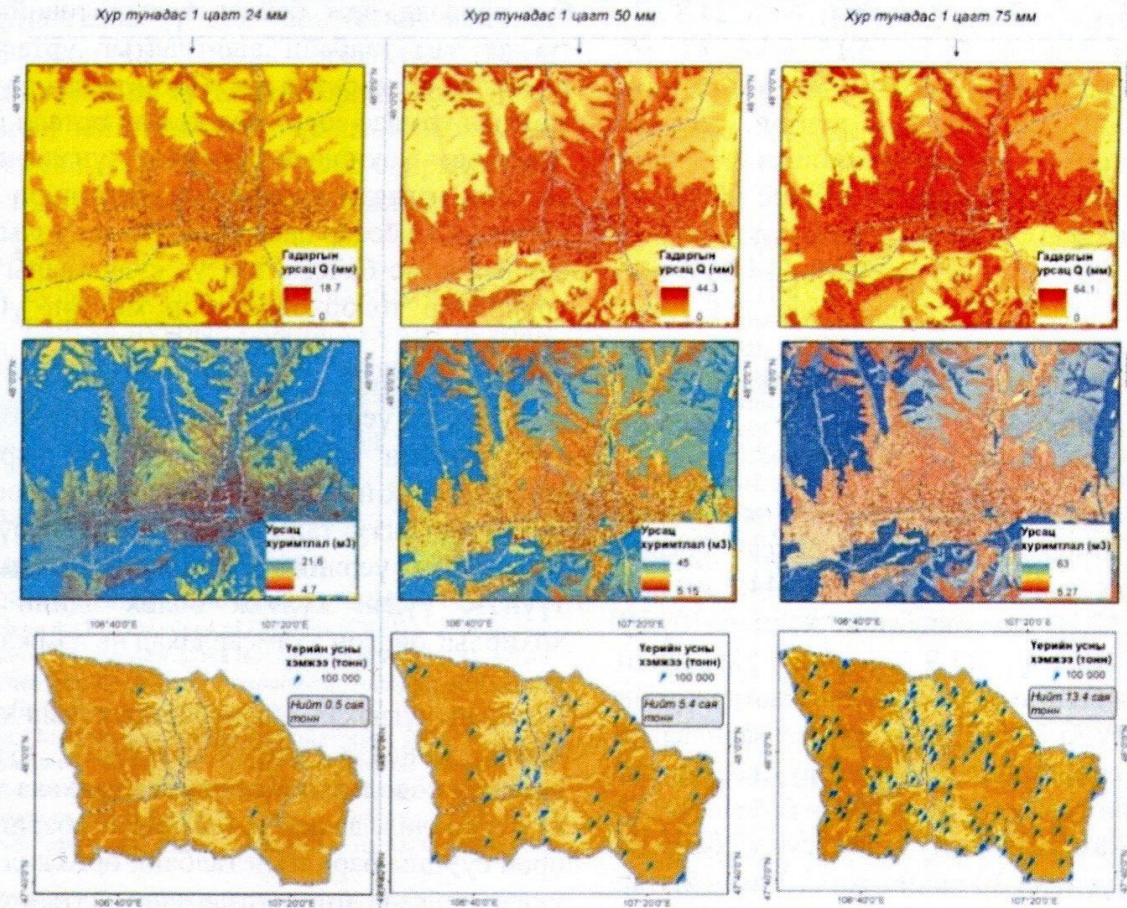
хохирол үүсэхээр байна. Дүүргээр авч үзвэл Сонгинохайрхан, Хан-Уул дүүрэг хамгийн өндөр хохирол хүлээхээр байна. Хороогоор нь авч үзвэл харилцан адилгүй байх бөгөөд 132000 ам.доллараас 6.7 сая ам.долларын хохирол учирхуйц байна. Сонгинохайрхан дүүргийн 20-р хороо хамгийн өндөр буюу 6.7 сая ам.долларын хохирол хүлээх боломжтой байна.

❖ *Гадаргын урсцын гүн (мм)*

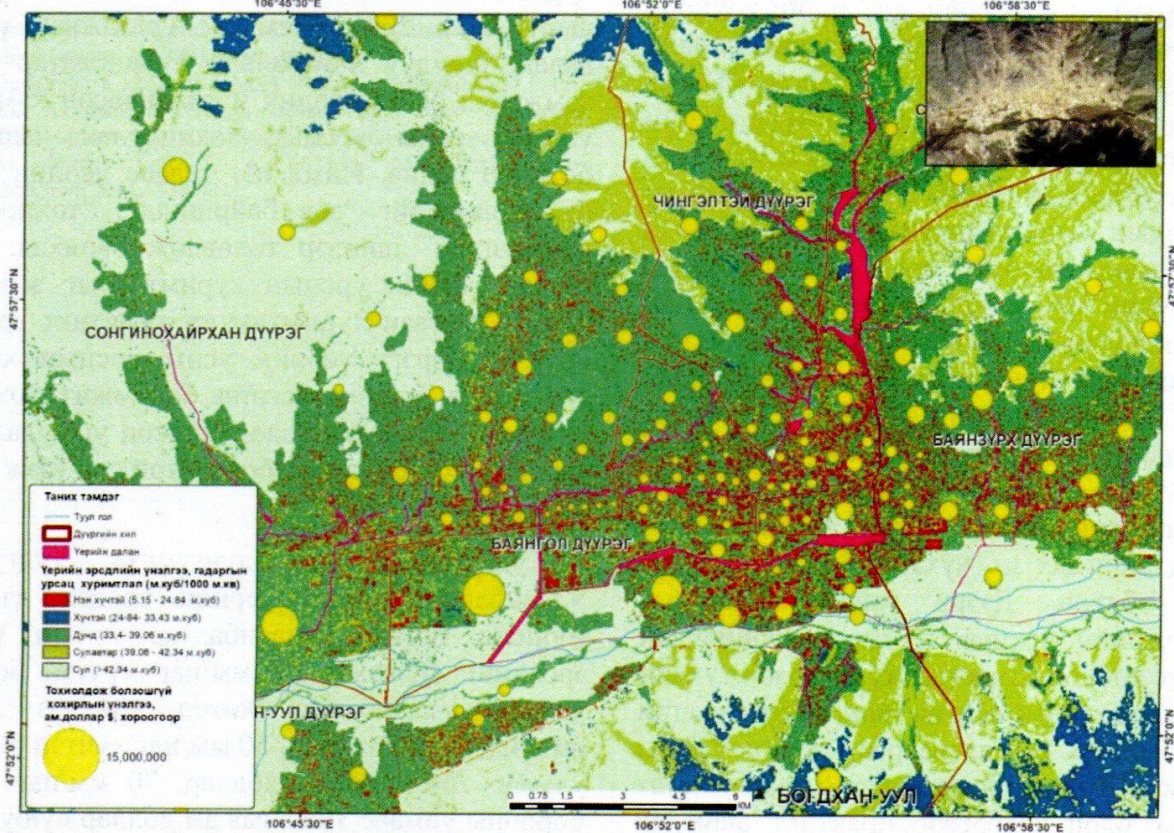
Загварчлалын үр дүнд гадаргын урсцыг тооцсон бөгөөд 24 мм/цаг аадар борооны үед 0-18.7 мм, 50 мм/цаг аадар борооны үед 0-44.3 мм, 64.1 мм/цаг

аадар борооны үед 0-69.1 мм гүнтэй гадаргын урсац үүсэж байна (Зураг 1). Жишээлбэл, Улаанбаатар хотоор дайран гардаг АН-3 авто зам дээр 50мм/цаг эрчимжилтэй хур тунадас орсон

үед 27.4 мян.м³ ус үүсэж, замын ус зайлуулах шугам, замын хажуу руу урсаж байгаа бол 100 м² барилга, байгууламжийн дээвэрт 4.4 м³ борооны ус бий болж байна.



Зураг 1. Гадаргын урсац (мм) болон гадаргын урсацын хэмжээ



Зураг 2. Улаанбаатар хотын үерийн эрсдэл, үнэлгээ

Бид Улаанбаатар хотын үерийн эрсдэлийг гадаргын урсац хуримтлал дээр үндэслэн тогтоосон. Энд, Үерийн эрсдэл сул буюу $>42.3 \text{ м}^3$, үерийн эрсдэл сулавтар буюу 39.06 м^3 - 42.3 м^3 , дунд буюу 33.4 м^3 - 39.06 м^3 , хүчтэй буюу 24.8 м^3 - 33.4 м^3 , нэн хүчтэй буюу 5.15 м^3 - 24.84 м^3 гадаргын урсац бүхий газар нутаг хамрагдаж байна. Өөрөөр хэлбэл, нэн хүчтэй, хүчтэй ангилалд багтсан газрууд хөрсний нэвчилт, газар ашиглалт, бусад хүчин зүйлийн улмаас гадаргын урсац хуримтлал багатай газрууд бөгөөд Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн 14.06%-ийг эзэлж байна. Орон зайн тархалтаар авч үзвэл Улаанбаатар хотын суурьшлын бүс, хүн амын төвлөрөл ихтэй газраар хамгийн өргөн тархсан байна.

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Улаанбаатар хотод сүүлийн 100 жилд хэд, хэдэн удаа томоохон үер болж байсан бөгөөд 1982 оны 8-р сарын 3-нд 17 минутад 44.2 мм хур бороо орж, 12.18 сая төргөгийн хохирол буюу одоогийн ханшаар 11.9 тэрбум төгрөгийн хохирол гарч байсан [3]. Бид Улаанбаатар хотын 7 дүүрэгт INVEST-UFRM үерийн загварчлалаар үерийн эрсдэлийг тооцсон. Тус газруудад үерийн далан 1966 оноос барьж, өнөөдрийн байдлаар 130 км үерийн хамгаалалтын далан суваг барьсан байна [16]. Сүүлийн 30 орчим жилд Улаанбаатар хотын хүн ам нэмэгдэж, суурьшлын бүс тэлж байгаатай холбогдон үерийн эрсдэлийн хохирол нэмэгдэх төлөвтэй байна. Судалгааны талбайд үерийн эрсдэлийг тооцоолсон нэлээдгүй судалгаа байдаг [4], [20] бөгөөд газарзүйн мэдээллийн систем, олон шалгуурт шийдвэр гаргалтын арга ашиглан зурагласан байдаг. UFRM загварын үр дүнг цаашдын судалгаануудад сайжруулахын тулд судалгааны талбайд орох хур тунадасны хэмжээ, түүний эрчимшил, хөрсөн гидрологийн бүлэг зэргийг нарийвчилснаар газар ашиглалтын төрлөөс хамаарах муруйн дугаарыг нарийвчлан тогтоох болон үерийн эрсдэлд өртөх талбайнуудыг объектынх нь түвшинд (жишээлбэл, барилгажсан талбай, гэр хороолол, орон сууцны барилга, зам гэх мэт) ангилан ялгаж судалгаанд ашиглах нь чухал ач холбогдолтой гэж үзэж байна. Дээрх сайжруулалтуудыг хийснээр үерийн урсцын хэмжээг нарийвчлан тогтоох, тус тооцоо хэмжээнд тулгуурлан тухайн хур тунадасны урсцыг септик танк, систем үүсгэн тогтоон барьж, хадгалснаараа эргээд усны нөөцийг мод бутны усалгаа, замын тоосжилт дарах зэрэг олон хэлбэрээр практикт ашиглах боломжийг бий болгох юм. Түүнчлэн, уг чиглэлийн судалгааны тооцооллд үндэслэн

шаардлагатай газарт, тохиромжтой хэмжээний ус хадгалах танкуудыг байрлуулснаар хаврын шар ус, зуны хур борооны үерийн эрчимшилтэй үеүүдэд усны идэгдэх үйл явцын нөлөөллөөр жил бүр эвдрэлд орж байдаг хотын төвийн болон туслах зам талбайн ашиглалтыг уртасгахад ч нөлөөлөх боломжтой юм. Нөгөөтэйгүүр үер усны аюулын улмаас сөрөг нөлөөлөлд өртсөн барилга, объектын хохирлын үнэлгээг үнэлсэн эдийн засгийн нэгдсэн үнэлгээний тогтолцоо Монгол улсад албан ёсоор батлагдаагүй, энэ талын мэдээ, баримт хомс байсан тул уг судалгааны үр дүн, хохирлоор тодорхойлогдсон мөнгөн үнэлгээнд харьцуулалт хийж бататгах боломж хязгаарлагдмал байсан. Иймд цаашид жишээлбэл, үерт өртсөн орон сууцны барилгын 1 м^2 талбайн хохирлын үнэлгээг нарийвчлан тогтоож өгөх нь үерийн эрсдэлийн тооцоог эдийн засгийн үүднээс тайлбарлах нөхцлийг бүрдүүлж, олон нийтэд үерийн эрсдэлийн судалгааны үр дүн, түүнээс үүдэн хүлээж болох эдийн засгийн хохирлыг ойлгон ухамсарлахад нь дэмжлэг болох юм.

Эцэст нь дүгнэхэд, Улаанбаатар хотын хүн амын өсөлт, нийслэл хотруу чиглэсэн хүн амын шилжих хөдөлгөөнөөс шалтгаалан хаяа тэлж буй гэр хороолол, дахин төлөвлөлтөөр баригдаж буй орон сууцны барилгын талбайн өргөжилт зэргээс үүдэн нийслэл хотын газар ашиглалтын хэв шинж хурдацтай өөрчлөгдсөөр байна. Үүнээс шалтгаалан 200 орчим км үргэлжлэх үерийн далан, шуудуу хамгаалалт Улаанбаатар хотын хэмжээнд байгаа хэдий ч төлөвлөсөн хэмжээнд үерийн усны урсцыг зохицуулах чадваргүй болсоор байна. Иймд нэг талаас үерийн далан, байгууламжийг “зөв байршил”, “тохиромжит хэмжээгээр” шинээр төлөвлөж барихад, нөгөө талаас үерийн урсцын хуримтлалыг зориудын аргаар тунгаан хуримтлуулж практикт эргэлтэд оруулах зэрэгт үерийн усны урсцын хэмжээ, тооцоолол, эдийн засгийн боломжит хохирлыг үнэлгээг таамаглан тодорхойлсон уг судалгааны ажил нь ихээхэн ач холбогдолтой гэж үзэж байна.

ДҮГНЭЛТ

Судалгааны үр дүнгүүдэд тулгуурлан Улаанбаатар хотын үерийн эрсдэл, үнэлгээг тооцсон бөгөөд Улаанбаатар хотын үерийн эрсдэлийг үнэлэхэд 24 мм/цаг хүчтэй борооны улмаас Улаанбаатар хотод нийтдээ 33.9 сая ам.долларын хохирол, 50 мм/цаг хүчтэй борооны улмаас 169.5 сая ам.доллар, 70 мм/цаг хүчтэй борооны улмаас 305.2 сая ам.доллар буюу нэг их наяд төгрөгний хохирол үүсэхээр байна. Улаанбаатар хотын хэмжээнд 50 мм/цаг

үргэлжилсэн хур тунадасны улмаас 15.3 сая/м³ бий болж байна. Иймд, Улаанбаатар хотын үерийн эрсдлийг бууруулахад үерийн далан болон бусад менежментийг авч хэрэгжүүлэхэд бидний судалгааны үр дүн тоон болон чанарын мэдээгээр хангахад суурь мэдээлэл болох боломжтой юм. Мөн түүнчлэн үерийн усны нийт хэмжээ, орон зайн тархалтыг тооцсон энэхүү үр дүнгээр үерийн усыг хадгалах танк, байршлыг нь оновчтой тодорхойлох бүрэн боломжтой юм.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааг доктор С.Энх-Амгалангийн удирдсан “Байгал нуурын сав дагуух хот суурин газруудын байгалийн нөөцийн чадавх” суурь судалгааны хамтарсан төсөл (№ 20-55-44023)-ийн хүрээнд хийж гүйцэтгэсэн бөгөөд туслалцаа, дэмжлэг үзүүлсэн салбарын эрдэмтэн, судлаачдадаа талархал илэрхийлье.

АШИГЛАСАН НОМ, ХЭВЛЭЛ

- [1] “UN office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) and Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), “Human cost of disasters: An overview of the last 20 years (2000-2019),” 2020.
- [2] S. P. Chen and Y. S. Zao, “Geographic Analysis of Remote Sensing (in Chinese),” p. 1990.
- [3] Г. Даваа, “Монгол орны гадаргын усны горим, нөөц,” 2015.
- [4] Г. Пэрлиймаа, “Газарзүйн мэдээллийн систем болон олон шалгуурт шинжилгээ ашиглан үерийн эрсдэлийг зураглах нь: Улаанбаатар хотын жишээн дээр,” *Газарзүй Геологийн Салбарын Залуу Эрдэмтэн Судлаачдын Бүтээл*, pp. 43–40, 2020.
- [5] Дэлхийн банк, “Улаанбаатар хотын үерийн эрсдэлийг үнэлэх, менежментийн стратеги боловсруулах төсөл,” Улаанбаатар, 2015.
- [6] S. Richard, D. James, and W. Stacie, “InVEST User Guide 3.10,” Stanford Department of Biology, 2020.
- [7] C. Quagliolo, E. Comino, and A. Pezzoli, “Experimental Flash Floods Assessment Through Urban Flood Risk Mitigation (UFRM) Model: The Case Study of Ligurian Coastal Cities,” *Front. Water*, vol. 3, p. 663378, May 2021, doi: 10.3389/frwa.2021.663378.
- [8] Н. В. Фадеева, В. Л. Львов, Е. Л. Смирнова, Х. Тулгаа, and Д. Даш, “Монгол орны ландшафт,” Улаанбаатар-Москва, 1990.
- [9] A. Kadaverugu, R. Kadaverugu, N. R. Chintala, and K. V. Gorthi, “Flood vulnerability assessment of urban micro-watersheds using multi-criteria decision making and InVEST model: a case of Hyderabad City, India,” *Model. Earth Syst. Environ.*, vol. 8, no. 3, pp. 3447–3459, Sep. 2022, doi: 10.1007/s40808-021-01310-5.
- [10] О. Батхишиг, “Монгол орны хөрсний ус-физик чанар, чийгийн нөөц,” ШУА, Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Улаанбаатар, 48, 2016. [Online]. Available: <http://data.stf.gov.mn/Project/ProjectViewPublic.aspx?id=106053>
- [11] О. Батхишиг, “Монгол орны хөрсний шинэчилсэн ангилал, дижитал зураглал,” ШУА, Газарзүйн хүрээлэн, 201300089, 2013. [Online]. Available: <http://data.stf.gov.mn/Project/ProjectViewPublic.aspx?id=105841>
- [12] C. W. Ross, L. Prihodko, J. Anchang, S. Kumar, W. Ji, and N. P. Hanan, “HYSOGs250m, global gridded hydrologic soil groups for curve-number-based runoff modeling,” *Sci. Data*, vol. 5, no. 1, p. 180091, Dec. 2018, doi: 10.1038/sdata.2018.91.
- [13] “Urban Hydrology for Small Watersheds,” United States Department of Agriculture, Technical Release 55, 1986.
- [14] W. Donald E., N. Robert D., and K. Robert, “Hydrologic Soil-Cover Complexes,” in *Hydrology National Engineering Handbook*, 2004.
- [15] A. Fazel and R. B. M. S. Abdul, “Using Remote Sensing Data for Vegetation Cover Assessment in Semi-Arid Rangeland of Center Province of Iran,” *World Appl. Sci. J.*, vol. 11 (12), pp. 1537–1546, 2010.
- [16] “PALSAR Radiometric Terrain Corrected low res; Includes Material © JAXA/METI 2007. Accessed through ASF DAAC 11 November 2015.” <https://doi.org/10.5067/JBYK3J6HFSVF>
- [17] F. D. Sprenger, “Determination of direct runoff with the curve number method in the coastal area of Tanzania/East Africa,” *Wasser Boden*, pp. 13–16, 1978.
- [18] “OpenStreetMap database [PostgreSQL via API].” <https://www.openstreetmap.org/#map=19/47.92605/106.85817>
- [19] European Commission. Joint Research Centre., *Global flood depth-damage functions: methodology and the database with guidelines*. LU: Publications Office, 2016. Accessed: Oct. 27, 2022. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/16510>
- [20] S. Izuru, T. Narumasa, I. Reiichiro, and M. Masayuki, “THE DETECTION OF INCREASING VULNERABILITY TO FLASH FLOOD IN PERI-URBAN AREA OF ULAANBAATAR, MONGOLIA THROUGH SPATIAL ANALYSIS OF VHR SATELLITE IMAGERIES,” *Proc. 36th Asian Conf. Remote Sens.*, vol. 6, 2015.