

# Монгол улсын хот суурин газрын их ХЭМЖЭЭНИЙ ӨВЧЛӨЛИЙН ӨГӨГДӨЛ ДАХЬ КЛАСТЕР ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХУВААЛТЫН АРГУУДЫН харьцуулсан судалгаа

Ц. Жавзмаа  
ШУТИС, МХТС, докторант

О. Бат-Энх, Ц.Баатархүү  
ШУТИС, МХТС, доктор  
(Ph.D), дэд профессор

Л. Ажнай  
Анагаахын Шинжлэх Ухааны  
Үндэсний Их Сургууль,  
доктор (Ph.D), профессор

**Abstract**— Хүн амын эрүүл мэндийг цаг агаараас хамааралтай төрөл бүрийн өвчнөөс урьдчилан сэргийлэх, хамгаалахын тулд 2009-2015 оны Ус цаг уур орчны эрдэм шинжилгээний газрын цаг агаарын өгөгдлөөр цаг агаарын эмгэгийн индексийг тооцоолсон. 2009-2015 оны өдөр тутмын Эрүүл мэндийн хөгжлийн төвийн өвчний олон улсын 10-р ангиллын дагуу 22 өвчлөлийн өгөгдлөөр хугацааны цуваа байгуулан, сарын индексийг тооцоолсон. Өвчлөлийн сарын индекс, харгалзах оны сарын дундаж эмгэгийн индексийн хоорондын корреляц хамаарлыг тооцооноор цаг агаартай холбоотой өвчлөлдүүдийг тодорхойлсон. Өгөгдлийн тандалтын кластер шинжилгээний хуваалтын аргуудаар эмгэг үүсэх цаг агаарын төлөвөөс шалтгаалах өвчлөлийн харилцан хамаарлыг илэрхийлэх загвар үүсгэн, оновчтой арга k medoid тодорхойлон, алгоритм боловсруулсан.

**Keywords**— Цаг уурын хүчин зүйлүүдийн өөрчлөлт, эмгэгийн индекс, программчлал, эрүүл мэнд, өвчлөл, урьдчилан сэргийлэх;

## I. ОРШИЛ

Энэхүү судалгааны ажлын гол зорилго нь төрөл бүрийн бүрийн өвчнөөс хүн амын эрүүл мэндийг хамгаалах, урьдчилан сэргийлэх явдал юм. Монгол орны хувьд жилийн дөрвөн улиралтай, эрс тэс уур амьсгалтай нь хүний эрүүл мэндэд таатай бишээр нөлөөлж, эмгэг үүсэх шалтгаан болох талтай [1, 2]. Бид өгөгдөл тандалтын кластер шинжилгээний хуваалтын аргыг ашиглан цаг агаараас хамаарсан өвчлөлөөс хүн амын эрүүл мэндийг хамгаалах боломжтой гэдгийг тодорхойлсон нь энэ судалгааны ажлын гол шинэлэг тал болно. Улаанбаатар хотын 2009-2015 оны Ус цаг уур орчны эрдэм шинжилгээний газрын хоногийн агаарын даралт болон температурын өөрчлөлт, салхины хурд, чийг, өдрийн температур гэх мэт цаг агаарын таван параметрээр эмгэг үүсэх цаг агаарын төлөвийг тооцоолсон. Нэг цаг агаарын хүчин зүйлсийн өөрчлөлттэй бол цаг агаараас бага хамаарч өвчлөл үүссэн. Хоёр үед цаг агаараас дундаж, гурав ба түүнээс дээш параметрийн өөрчлөлттэй үед цаг агаараас хүчтэй хамаарч өвчлөл үүссэн гэж үзсэн. 1975 онд оросын эрдэмтэн В.Г.Бокша био цаг уурын эмгэгийн индексийн

аргыг дэвшүүлсэн. Тэрээр гадаад орчны бүх хүчин зүйлс тус тусдаа бус иж бүрэн нийлмэл байдлаар, харилцан нягт уялдаатайгаар организмд нөлөөгөө үзүүлэн, эмгэг үүсгэдэг. Эдгээр хүчин зүйлсийн хэрхэн хоршсон байдлаас шалтгаалан биед үзүүлэх нөлөө нь өөр өөр байна гэж дүгнэжээ

## II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

### A. Цаг агаарын хүчин зүйлсийн ерөнхий индекс

Монгол орны хувьд цаг уурын хүчин зүйлсээс хамаарах зарим эмгэгийн индексүүдийг (1)–(6) томъёоны тусламжтай тооцоолсон [3].

Агаарын температурын эмгэгийн индекс:

$$i_t = 0.2 * (18 - t^0)^2 \quad (1)$$

$t$  – Хоногийн дундаж температур, °C

Агаарын харьцангуй чийгийн эмгэгийн индекс:

$$i_h = 10^{\frac{h-70}{20}} \quad (2)$$

$h$  – Хоногийн дундаж харьцангуй чийг, %

Салхины хурдны эмгэгийн индекс:

$$i_\theta = 0.2 * \theta^2 \quad (3)$$

$\theta$  – Хоногийн салхины дундаж хурд

Агаарын даралтын өөрчлөлтийн эмгэгийн индекс:

$$i_{\Delta p} = 0.06 * \Delta p^2 \quad (4)$$

$\Delta p$  - Агаарын даралтын хоногийн дундаж өөрчлөлт, мб

Агаарын температурын өөрчлөлтийн эмгэгийн индекс:

$$i_{\Delta t} = 0.3 * \Delta t^2 \quad (5)$$

$\Delta t$  - Агаарын температурын хоногийн дундаж өөрчлөлт

Цаг уурын хүчин зүйлийн ерөнхий индекс:

$$I_0 = i_t + i_h + i_\theta + i_{\Delta p} + i_{\Delta t} \quad (6)$$

Цаг агаарын хүчин зүйлийн эмгэгийн индексийн утгаас хамаарах цаг агаарын төлөвийг 0-9 тохиромжтой, 10-24 цочроох, 25-с дээш үед хурц цаг агаартай гэж үзнэ. Индекс өссөн нь түүний хэд хэдэн параметрийн үзүүлэлт өөрчлөгдсөнтэй холбоотой.

**В. Өгөгдлийн тандалт**

Өгөгдлийн тандалтыг боловсруулах олон алхмууд байдаг[4]:

1. Их хэмжээний түүхий өгөгдлөөс тодорхой зорилго бүхий өгөгдлийг сонгох
2. Зорилго бүхий өгөгдлийг цэвэрлэх, нэгтгэх, сонгох зэрэг урьдчилсан боловсруулалтын аргаар цэгцлэх
3. Өгөгдлийн тандалтын аргаар шинэ загвар боловсруулах
4. Олсон шинэ загварыг үнэлэх
5. Загвар үнэлэгдвэл шинэ мэдлэг болгон дүрслэн илэрхийлэх

Өгөгдлийн тандалтын тайлбарлах, таамаглахад кластер шинжилгээний аргуудыг авч үздэг:

- Хуваалтын арга (Partitioning Methods)
- Шаталсан арга(Hierarchical Methods)
- Нягтралд үндэслэсэн арга (Density-Based Methods)
- Сүлжээ, торонд үндэслэсэн арга (Grid based)
- Цаг агаар ба өвчлөлийн өгөгдлийн хоорондын хамаарлыг илэрхийлэхийн тулд хуваалтын аргуудыг ашигласан:
- k-means (k-дундаж)
- k-medoids гэж хуваагдана.

**1) Кластер шинжилгээний хуваалтын арга**

Энэ арга нь кластер дэх объектууд өөр хоорондоо адил, бусад кластерын объектоос өөр байхаар кластер буюу бүлэгт багцын объектуудыг хуваан байрлуулж загвар үүсгэдэг юм.

*a) К дундаж (k-means)*

К дундаж (k-means) арга нь n объектыг агуулах D багцын объектуудыг C1,...,Ck хүртэлх k кластерт дундаж цэг, бусад объектуудын хоорондын зайн хэмжээг ашиглан кластерт хуваана[5, 6].

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{p \in C_i} \text{dist}(p, c_i)^2 \tag{7}$$

*b) K medoid*

K medoid арга нь дундаж цэгийн оронд кластерыг дүрслэх объект (medoids) ба үлдсэн объектуудын хоорондын зайд үндэслэн кластерт хувааж байрлуулна

$$E = \sum_{i=1}^k \sum_{p \in C_i} \text{dist}(p, o_i) \tag{8}$$

**2) Кластер шинжилгээг үнэлэх**

Хуваалтын аргуудаар загвар үүссэн үед кластер шинжилгээний үнэлгээний аргуудаар тэдгээрийн үнэлдэг. Кластер шинжилгээг үнэлэх олон аргууд байдаг:

*a) Кластерын чиг хандлага, төлөвийг үнэлэх (Assessing clustering tendency)*

Кластерын чиг хандлагын үнэлгээ нь өгөгдлийн багцын зүй тогтолтой (non random) эсэхийг үнэлдэг. Багц зүй тогтолгүй үед кластер шинжилгээний алгоритмаар статистик ач холбогдолгүй кластер үүсэх болно. Иймд багц нь зүй тогтолтой байх ёстой бөгөөд түүнийг Hopkins Statistic шалгуураар (коэффициент) үнэлдэг (H). Н шалгуурыг кластер шинжилгээг гүйцэтгэхээс өмнө түүнд ашиглагдах багцыг үнэлдэг. Н шалгуураар багцууд үнэлэгдвэл кластер шинжилгээний аргуудыг ашиглах боломжтой болно гэсэн үг[4]:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n y_i} \tag{9}$$

*b) Дүрслэлийн коэффициент*

Багцаас үүссэн кластерын үнэн зөвийг шалгах гадаад (extrinsic), дотоод (intrinsic) аргууд байдаг. Судалгааны ажилдаа дотоод аргын дүрсийн коэффициентоор (silhouette coefficient) үүссэн кластерыг үнэлсэн [4]:

$$s(o) = \frac{b(o)-a(o)}{\max\{a(o),b(o)\}} \tag{10}$$

Дүрсийн коэффициент -1<s(o)<1 хооронд байна

*c) Хязгаарын индексийн арга*

Кластер шинжилгээний аргыг үнэлэх хязгаарын индексийн арга (Rand index - RI) нь багцын объектуудыг кластеруудад, тодорхой ангиллаар ижил төстэй шинжээр нь хувааж байрлуулдаг. Багцын объектууд кластеруудад хамгийн сайн хуваагдаж байрласан нь өндөр хувьтай байх бөгөөд математикт үүнийг үнэн зөв байдал (accuracy) гэж нэрлэнэ [7, 8]. Хүснэгт1-д S={O\_1,...,O\_n} багцын N объектыг U={u\_1,...,u\_c} ангиллаар, V={v\_1,...,v\_r} кластерт ижил, төстэй шинжээр нь хувааж, байрлуулсан матрицыг үзүүлэв.

Хүснэгт 1. S Багцын N объектыг V кластерт U ангиллаар хувааж байрлуулсан матриц

Кластер	V1	V2	...	VC	Нийлбэр
Ангилал					
U1	n11	n12	...	n1C	n1.
U2	n21	n22	...	n2C	n1.
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
UR	nR1	nR2	...	nRC	nR.
Нийлбэр	n.1	n.2	...	n.C	n..=n

Хүснэгт1-с a, b, c, d хос объектыг тоохон матриц үүсгэснийг хүснэгт2-д илэрхийлэв.

Хүснэгт 2. A, B, C, D хос объектын тоог шүүж харуулсан матриц

	Ижил кластер	Ялгаатай кластер

Ижил ангилал	a	B
Ялгаатай ангилал	c	d

RI индексийг тооцоходоо a, b, c, d хос объектын ашиглан (11) томъёогоор бодно. RI нь 0-1 завсарт байх ба 1 үед объектууд кластеруудад маш сайн хуваагдсан гэж үзнэ.

$$RI = \frac{a+d}{a+b+c+d} \quad (11)$$

ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТ

A. Алгоритм

Судалгааны ажлын явцад эмгэг үүсэх цаг агаарын төлөв түүнээс хамаарах өвчлөлийг тодорхойлох алгоритм боловсруулсан (Зураг1). Алгоритмын эхний алхмуудад цаг агаарын эмгэгийн төлөв, түүнээс хамаарах өвчлөлийг тодорхойлон, сүүлийн алхамд тандалтын аргаар загвар байгуулсан[9].

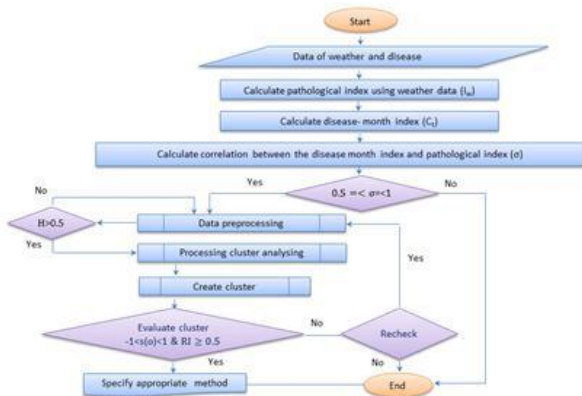


Figure 1. Эмгэг үүсэх цаг агаарын төлөвөөс хамаарах өвчлөлийг тодорхойлох алгоритм

C. Эмгэг үүсэх цаг агаарын төлөвөөс хамаарах өвчлөлийг тодорхойлох

2009-2015 оны Ус цаг уур орчны эрдэм шинжилгээний газрын цаг агаарын өгөгдөлд тулгуурлан цаг агаарын эмгэгийн индекс болон түүний төлөвийг улирал тус бүрээр тооцоолсон. 2009-2015 оны өдөр тус бүрээр Эрүүл мэндийн хөгжлийн төвөөс өвчний олон улсын 10-р ангиллын дагуу төв мэдрэлийн дистони G24, I00-99 хооронд зүрх судасны 22 өвчлөлөөр хугацааны цуваа байгуулан, шаталсан дунджийн аргаар тэгшитгэн, сарын индексийг тооцоолсон[10, 11]. Өвчлөлийн сарын индекс, харгалзах оны сарын дундаж эмгэгийн индексийн хоорондын корреляц хамаарлыг тооцсоноор цаг агаартай холбоотой нийт 7 өвчлөлийг тодорхойлох (Хүснэгт 3) нь алгоритмын эхний алхмууд юм[12, 13].

Хүснэгт 3. ЦАГ АГААРААС ХАМААРЛАЛТАЙ ӨВЧЛӨЛҮҮД

№	ICD-10	Тайлбар	Хамаарал
1	I00-99 (I)	Зүрх судасны тогтолцооны нийт өвчлөл	0.5
2	I10	Анхдагч даралт ихсэх өвчин	0.6
3	I14	Зүрх ба бөөрний даралт ихсэх өвчин	0.7

4	I21	Зүрхний шигдээс цочмог	0.8
5	I25	Зүрхний архаг ишемит өвчин	0.6
6	I61	Тархины цус харвалт	0.9
7	G24	Дистони	0.5

Хүснэгт 4. Өвчлөлийн статистик үр дүн

St	I <sub>ub</sub>	I <sub>ubnas2</sub>	I <sub>ubnas3</sub>	I <sub>ub1</sub>	I <sub>ub1nas2</sub>	I <sub>ub1nas3</sub>	I <sub>10ubnas2</sub>	I <sub>10ubnas3</sub>	I <sub>25ub</sub>
Me	118	33	76	29	7	20	10	32	18
Er	2	1	1	0	0	0	0	1	0
Me	107	31	65	30	7	20	7	26	13
De	97	26	66	22	6	16	10	30	19
Ku	8	18	5	10	7	11	22	6	3
Sk	1	2	1	1	1	1	3	2	1
Min	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	1239	415	702	306	77	221	144	328	120

D. Хүн амын эрүүл мэндийг хамгаалахад өгөгдөл тандалтын аргуудыг хэрэглэх

1) Урьдчилан боловсруулалт

Өвчлөлийн өгөгдлийн сангаас Улаанбаатар хотоор шүүн, онош талбараар бүлэглэн тоолж, буурахаар эрэмбэлэхэд 2009-2015 оны хооронд зүрх судасны тогтолцооны нийт өвчлөл I, анхдагч даралт ихсэлт I10, зүрхний архаг ишемит I25 өвчлөл хамгийн их тоо хэмжээтэй тул эдгээр өвчлөлийг тандалтын арга хэрэгжүүлэхэд сонгосон. 2009-2015 оны өдөр тутмын боловсруулсан өвчлөлийн 2629752 өгөгдөл, 438291 бичлэгтэй өгөгдлийн сангаас өмнө дурдсан өвчлөлүүд, цаг агаарын анхны 39447 өгөгдөл, 4383 бичлэгтэй өгөгдлийн сангуудыг нэгтгэн өвчлөл тус бүрээр 2440 объекттой, 42 атрибуттай өгөгдлийн багц (матриц) буюу цаг агаар, өвчлөлийн нэгдсэн мэдээллийн санг MSSQL Server 2008 R2 программаар байгуулсан.

Өвчлөлийн өгөгдлийн сангийн нас атрибутын дундаж ойролцоогоор 50, стандарт хазайлт 15 тул насны доод хязгаарыг 30, дээд хязгаарыг 50 гэж үзлээ. Эрүүл мэндийн хөгжлийн төвийн “Эрүүл мэндийн үзүүлэлт 2015”-д хүн амын өвчлөлийн тэргүүлэх 5 шалтгаанд зүрх судасны тогтолцооны өвчлөл 65-с дээш насныханд хамгийн их 6224, 45-65 насныханд 2337 тохиолдолтой байгаа нь дээрх тооцоололтой ойролцоогоор таарч байна. Иймд насны ангиллыг 0-30, 30-50, 50-с дээш гэж дахин хуваахад цаг агаар, өвчлөлийн нэгдсэн мэдээллийн сан нь нийт 56 атрибуттай болж өргөжсөн. Нэгдсэн мэдээллийн сан нь нэг өвчлөлийн хувьд Улаанбаатар хот, Баянзүрх, Налайх, Багануур дүүргийн хувьд дөрөв хуваагдсан. Дүүрэг дотроо 0-30, 30-50, 50-с дээш насны ангиллаар дахин дөрөв хуваахад 16 болж, I, I10, I25 өвчлөлөөр нийтдээ 48, цаг агаарын 6 атрибуттай нийлээд 56 атрибуттай болсон.

2) Багцыг үнэлэх

Хуваалтын аргыг хэрэгжүүлэхийн өмнө багцуудаа Н шалгуураар үнэлсэн. Н шалгуураар 2009-2015 (үндсэн багц), мөн он, өвчлөл тус бүрээр нийт 11 дэд багц үүсгэн шалгасан:

$$2009 \text{ \$H} = 0.17 \quad 2010 \text{ \$H} = 0.03 \quad 2011 \text{ \$H} = 0.18$$

2012 \$H=0.14\$ 2013 \$H=0.16\$ 2014 \$H=0.1\$  
 2015 \$H=0.1\$ 2009-2015 \$H=0.1\$  
 I\$H=0.2\$ I10\$H=0.2\$ I25\$H=0.2\$

Тооцооллын үр дүнд  $H$  шалгуур 0.1-0.5 завсарт байгаа тул багцууд зүй тогтолтой бөгөөд статистик ач холбогдолтой кластер үүсгэх магадлалтай гэж үзэж байна. Иймд кластер шинжилгээний алгоритмуудыг ашиглах боломжтой гэж үзсэн.

3) *K-means* ба *k-medoids* аргаар загвар байгуулах

Кластер шинжилгээний хуваалтын *k-means*, *k-medoids* аргаар эмгэг үүсэх цаг агаарын төлөвөөс хамаарах өвчлөлийг тодорхойлох загварыг нийт 11 багцаар байгуулсан бөгөөд зүрх судасны тогтолцооны өвчлөл I, анхдагч даралт ихсэлт II0, зүрхний архаг ишеми I25 багцаар байгуулсан загваруудын үр дүнг тайлбарлая.

Зүрх судасны тогтолцооны өвчлөл I багцын хувьд Зураг2-д *k-means*, Зураг3-д *k-medoids* аргаар байгуулсан кластер дүрслэлүүдийг харуулав. Зураг4-д *k-means*, Зураг5-д *k-medoids* аргаар байгуулсан кластер дүрслэлүүдийг андагч даралт ихсэлт II0 багцын хувьд харуулсан. Зураг6-д *k-means*, Зураг7-д *k-medoids* аргаар байгуулсан кластер дүрслэлүүдийг зүрхний архаг ишеми I25 багцын хувьд үзүүлсэн. Зураг2-с Зураг7-г харахад *k-medoids* аргаар байгуулсан кластеруудын график дүрслэл илүү жигд тархаж хуваагдсан байна.

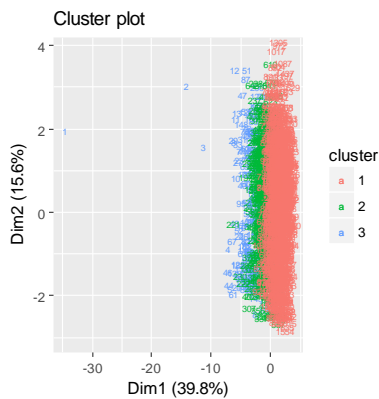


Figure 2. *K-means* аргаар байгуулсан кластер дүрслэл, I багц

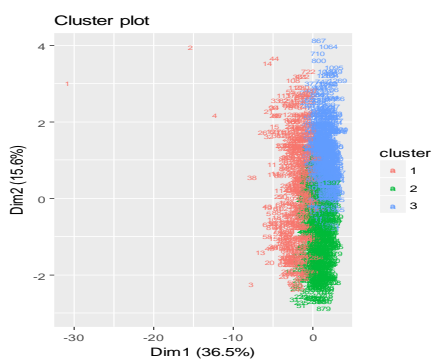


Figure 3. *K-medoids* аргаар байгуулсан кластер дүрслэл, I багц

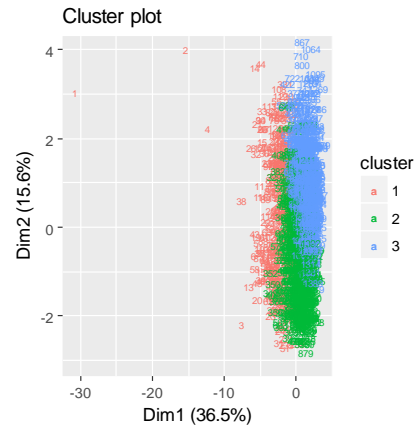


Figure 4. *K-means* аргаар байгуулсан кластер дүрслэл, II0 багц

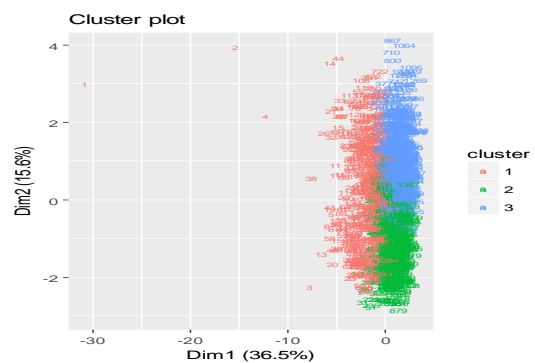


Figure 5. *K-medoids* аргаар байгуулсан кластер дүрслэл, II0 багц

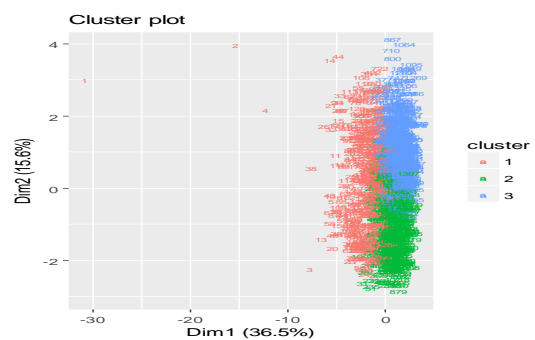


Figure 6. *K-means* аргаар байгуулсан кластер дүрслэл, I25 багц

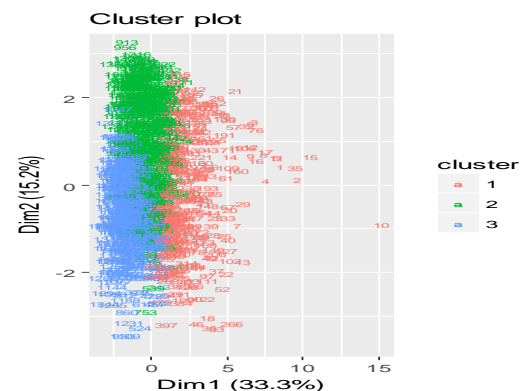


Figure 7. *K-medoids* аргаар байгуулсан кластер дүрслэл, I25 багц

4) Дүрслэлийн коэффициентоор загварыг үнэлэх  
Хүснэгт5-д илэрхийлсэн дүрслэлийн коэффициент (-1)-(1) завсарт байгаа тул k-means ба k-medoids аргуудаар тооцсон кластеруудыг статистик ач холбогдолтой гэж үзэж байна.

Хүснэгт 5. ХУВААЛТЫН АРГААР ТООЦСОН ДҮРСЛЭЛИЙН КОЭФФИЦИЕНТ

Дүрслэлийн коэффициент	k-means			k-medoids		
	Кластер					
	1	2	3	1	2	3
<b>I багц</b>	0.35	0.40	0.50	0.32	0.32	0.50
<b>I10 багц</b>	0.27	0.28	0.41	0.26	0.24	0.37
<b>I25 багц</b>	0.34	0.35	0.20	0.19	0.38	0.33

5) Хязгаарын индексийн аргаар k-means ба k-medoids аргуудыг үнэлэх

Кластер шинжилгээний алгоритмуудыг үнэлэх RI индексээр тооцоолсон үр дүнг харахад k-medoids аргын RI индексийн утга 0.01-0.06 хооронд илүү өндөр хувьтай байгаа нь тус аргаар кластерт илүү сайн хуваагдаж байрласныг математик шинжүүрээр нотолж байна (Хүснэгт6).

Хүснэгт 6. K-MEANS, K-MEDOIDS АРГЫН RI ИНДЕКСИЙГ ТООЦООЛСОН ХЭЛБЭР

I	Cluster	1	2	3	RI	1	2	3	RI
	Classificati on	1	65	76	63	0.52	158	114	114
2		423	252	278	218		182	133	
3		217	144	114	329		176	208	
I10	Cluster	1	2	3	RI	1	2	3	RI
	Classificati on	1	378	234	235	0.53	105	101	92
2		67	83	63	251		168	148	
3		228	142	142	317		190	200	
I25	Cluster	1	2	3	RI	1	2	3	RI
	Classificati on	1	91	109	79	0.52	121	131	92
2		44	181	295	17		143	281	
3		475	133	12	472		149	13	

б) Загвар буюу шинэ мэдлэгийг дүрслэн илэрхийлэх

K-medoids аргын үнэн зөв байдал k-means аргаас 0.01-0.06 хооронд өндөр, кластер дүрслэл нь илүү жигд хуваагдаж тархсан харагдаж байгаа тул тус аргыг оновчтой гэж үзэн үүссэн загварыг мэдлэг болгон илэрхийлснийг хүснэгт7-д харуулав.

Хүснэгт 7. Өвчлөлийн тоо хэмжээ

Өвчлөл	$t_c$ , °C	r, %	v, м/сек	$\Delta t$ , °C	$\Delta p$ , мб	УБ	30-50	50-<	БЗД	30-50	50<
I-Намар	1	60	2.3	2	5	269	72	182	46	9	35
I-Хавар	-5	60	1.3	4	3	165	44	108	38	6	27
I10 Хавар	-1	55	0.4	4	4	119	33	85	23	5	17
I25-Намар	9	45	1.8	1	2	21	3	18	4	0	4

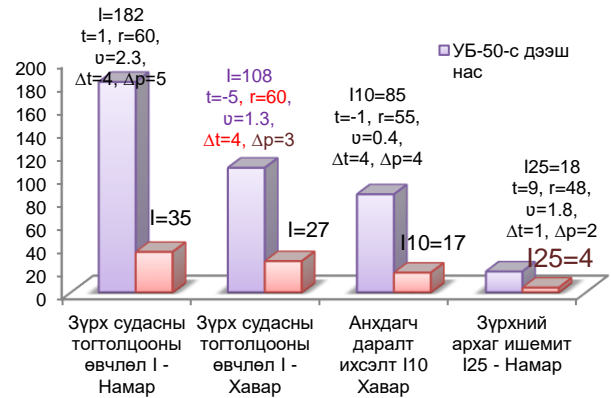


Figure 8. Улаанбаатар хот, Баянзүрх дүүргийн 50-с дээш насныхны өвчлөлийн тоо хэмжээ

### ДҮГНЭЛТ

#### A. Статистик үр дүн

1. Өвлийн улиралд дундаж температур  $-19^{\circ}\text{C}$ , чийг 68% буюу хавар, намрын улиралтай харьцуулахад 18%-р нэлээд чийглэг, салхины хурд 1.4м/сек буюу 1.1м/сек-р бага, эмгэгийн индекс 34, хүний биед өвчлөл үүсгэх хурц цаг агаарын төлөвтэй байна.
2. Хавар, намрын улиралд дундаж температур  $1^{\circ}\text{C}$ , стандарт хазайлт өндөр тул индексийн утга 8-20 завсарт хурц, цочроох, тохиромжтой бүх төлөвүүд байна. Чийг 50%, салхины хурд 2.5м/сек, даралтын өөрчлөлт 1.7мб байна.
3. Зуны улирлыг хавар, намрын улиралтай харьцуулахад өдрийн дундаж температур  $18^{\circ}\text{C}$ -р нэмэгдсэн, чийг 4%-р их, салхины хурд 0.2 м/сек-р их, даралтын өөрчлөлт 0.3мб-р бага шинжтэй ба эмгэг үүсэх цаг агаарын төлөв хамгийн бага түвшин 6 буюу хүний биед тохиромжтой өвчлөл үүсгэхгүй төлөвт байна.
4. Эмгэг үүсэх цаг агаарын төлөв 2018 он хүртэл буурах шинжтэй байна.
5. 2009-2015 оны өдөр тутмын Эрүүл Мэндийн Хөгжлийн Үндэсний Төвийн өвчний олон улсын 10-р ангиллын зүрх судасны тогтолцооны өвчлөлүүдээр хугацааны цуваа байгуулан, тэдгээрийн сарын индексийг тооцоолсон.
6. Өвчлөлүүдийн сарын индекс, цаг агаарын дундаж эмгэгийн индексийн хоорондын корреляц хамаарлыг тооцоолсон. Үүний үр дүнд 0.5-0.9 хооронд корреляц хамааралтай гарсан төв мэдрэлийн тогтолцооны өвчин G24, зүрх судасны тогтолцооны цочмог хэрлэг I00, анхдагч даралт ихсэлт I10, зүрхний цочмог шигдээс I21, архаг ишемит I25, тархины цус харвалт I61, зүрх судасны тогтолцооны нийт өвчлөл I зэрэг нийт 7 өвчлөлийг цаг агаараас хамааралтайг тогтоов.



### В. Тандалтын аргын тооцооллын үр дүн:

Судалгааны ажилд тавигдсан зорилгыг хэрэгжүүлэхийн тулд Улаанбаатар хотын 2009-2015 оны цаг агаар болон өвчлөлийн үнэн зөв тоо баримтад тулгуурлан тэдгээрийн үндсэн статистик үзүүлэлт, хоорондын хамаарлыг тооцоолон 7 өвчлөлийг цаг агаараас хамааралтай гэж үзэн, цаг агаар өвчлөлийн нэгдсэн мэдээллийн сан шинээр зохион байгуулсан.

Нэгдсэн мэдээллийн санг ашиглан өгөгдөл тандалтын ангиллын аргуудаар загвар үүсгэсэн. Кластер шинжилгээний алгоритмыг үнэлэх RI индексээр үнэн зөв байдлын коэффициентийг тооцоход k-medoids аргын үр дүн k-means аргаас 0.01-0.06 хооронд өндөр хувьтай гарсан. Үүссэн кластеруудын дүрслэл нь илүү жигд тархсан байгаа нь олон улс дахь ижил, төстэй судалгааны ажлын үр дүнтэй таарч байсан. Иймд эмгэг үүсэх цаг агаарын төлөвөөс хамааралтай өвчлөлийн загвар үүсгэхэд тус аргыг илүү оновчтой гэж үзэн үр дүнг дэвшүүлж байна.

Цаг агаарын хүчин зүйлийн нэлээд хамааралтайгаар 50-с дээш насныханд 2014 оны хавар ( $v=3.8$ ,  $\Delta t=4$ ,  $\Delta p=3$ ), 2015 ( $r=60$ ,  $\Delta t=4$ ,  $\Delta p=4$ ), 2012 оны намрын улиралд ( $r=60$ ,  $v=3.1$ ,  $\Delta p=7$ ) зүрх судасны тогтолцооны нийт өвчлөл I (УБ=85-202, БЗД=19-50), анхдагч даралт ихсэлт II (УБ=29-87, БЗД=27), зүрхний архаг ишемит I25 (УБ=17-31, БЗД=8) нэлээд ихэссэн байна.

Намрын улиралд чийг 60%, салхины хурд 2.3м/сек, хоногийн температурын өөрчлөлт 4°C, даралтын өөрчлөлт 5мб-р хэлбэлзэхэд 50-с дээш насныханд зүрх судасны тогтолцооны нийт өвчлөл I Улаанбаатар хотод 182, Баянзүрх дүүрэгт 35 тохиолдолтой байгаа нь хаврын улирлаас Улаанбаатарт 74, Баянзүрх дүүрэгт 8 тохиолдлоор их байна.

Хаврын улиралд чийг 55%, хоногийн температурын өөрчлөлт 4°C, даралтын өөрчлөлт 4мб-р хэлбэлзэхэд 50-с дээш насныханд зүрх судасны өвчлөлөөс анхдагч даралт ихсэлт II Улаанбаатар хотод 85, Баянзүрх дүүрэгт 17 тохиолдолтой байгаа нь намрын улирлын чийг 48%, даралтын өөрчлөлт 2мб байх үеийн зүрхний архаг ишемит I25-с Улаанбаатар хотод 67, Баянзүрх дүүрэгт 13 тохиолдлоор их байна.

Үүнээс үзэхэд хавар, намрын улиралд цаг агаараас дундаж хамааралтайгаар зүрх судасны өвчлөл 50-с дээш насныханд хамгийн их, дараа нь 30-50 насныханд ихсэх магадлалтай байна.

### REFERENCES

- [1] Г.Намхайжанцан and Ж.Алтанцэцэг, Монгол орны био уур амьсгал. Vol. 165. 2009, Цаг Уурын хүрээлэн.
- [2] 2. Г.Намхайжанцан and П.Хандсүрэн, Эмнэлэг, эмчилгээний уур амьсгалын судалгааны асуудалд. Монголын Анагаахын Сэтгүүлүүдийн Холбоо, МонголМед.
- [3] 3. Вокша, В.Г., Медицинская климатология и климатотерапия. p. 251
- [4] 4. Han, J., M. Kamber, and J. Pei, Data Mining Concepts and Techniques Third Edition. 2012.
- [5] 5. Hartigan and Wong. K-Means Clustering, kmeans {stats} R Documentation. 2016.02.03; Available from: <https://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/kmeans.html>.
- [6] 6. How to Perform K-Means Clustering in R Statistical Computing. 2013.09.29; Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=sAtnX3UJyNQ>.
- [7] 7. Arbin, N., P. Tapah, and N.Z. Mokhtar, Comparative Analysis between K-Means and K-Medoids for Statistical Clustering in 2015 Third International Conference on Artificial Intelligence, Modelling and Simulation. p. 117-121.
- [8] 8. Yeung, K.Y. and W.L. Ruzzo, Details of the Adjusted Rand index and Clustering algorithms Supplement to the paper "An empirical study on Principal Component Analysis for clustering gene expression data" (to appear in Bioinformatics). ResearchGate, 2001.01.
- [9] 9. Ц.Жавзмаа, О.Бат-Энх, and Л.Ажнай, Монгол улс дахь халдварт бус өвчлөлийн тархалтыг өгөгдөл тандалтын K medoid аргаар боловсруулсан зарим үр дүн, in ШУТИС-н МХТС-н Магистрант, докторант оюутны эрдэм шинжилгээний хурал. 2016.04.19: ШУТИС, МХТС.
- [10] 10. Ts.Javzmaa, O.Bat-Enkh, and L.Ajnai, Results of Simulation Program for Pathological Index relating the Climate Factors, in Thomson Reuter conference - 2015 International Conference on Computer Science and Information Engineering, ISBN- 978-1-60595-255-0. 2015.6.28: Bangkok, Thailand. p. 350.
- [11] 11. Ts.Javzmaa, O.Bat-Enkh, and S.B. L.Ajnai, Results of Simulation Program for Pathological Index relating the Climate Factors. American Journal of Networks and Communications, 2016.02. 5(11): p. 10-13.
- [12] 12. Ts.Javzmaa, O.Bat-Enkh, and L.Ajnai, Research on Defining Entropy of Disease in Health Information Technology, in International Conference on Global Science and Technologu Convergence, MUSTAK 2015. 2015/8/19-20: Mongol, Ulaanbaatar, MUST.
- [13] 13. Ts.Javzmaa, O.Bat-Enkh, and L.Ajnai, Some results of cluster analysis to the prevalence of non-communicable diseases, in Information Media & Technology. 2016.5.18: MUST, E-Open School. p. 86-90.