

Աշխարհագրություն

УДК 551.582 (083)

ՍԱՐԳՈՒ ԱՌՈՂՋՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ԱԶԴՈՂ ԲԻՈԿԼԻՄԱՅԱԿԱՆ
ԻՆԴԵՔՍՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔՈՒՄ

Ն. Բ. ԶԱՔԱՐՅԱՆ¹, Թ. Գ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ^{2*}, Հ. Ա. ՄԵԼՔՈՆՅԱՆ¹

¹ ԱԻՆ Հայպետհիդրոմետ, Հայաստան

² ԵՊՀ ֆիզիկական աշխարհագրության և ջրաօդերևութաբանության ամբիոն, Հայաստան

Աշխատանքում 1966–1990 և 1991–2016 թթ. համար՝ համաձայն Համաշխարհային օդերևութաբանական կազմակերպության չափորոշիչների, մշակվել են և գնահատվել հետևյալ բիոկլիմայական ինդեքսները՝ ջերմային ալիքները, խոնավության ինդեքսը և ջերմային ինդեքսը, Երևան քաղաքի համար: Ըստ ուսումնասիրությունների վերջին երկու տասնամյակում կտրուկ աճել են ջերմային ալիքների քանակը և տևողությունը:

Գնահատելով ջերմային ինդեքսը նկատվել է, որ 1991–2015 թթ.-ին գրանցվել է շատ շոգ օրերի 20 դեպք, մինչդեռ 1966–1990 թթ. ընթացքում այդպիսի օրեր ընդհանրապես չեն դիտվել: Ըստ խոնավության ինդեքսի գնահատման՝ 1991–2016 թթ.-ին վտանգավոր օրերի թիվը աճել է՝ 60-ից հասնելով 334 դեպքի:

Keywords: global climate change, bioclimatic indices, heat waves, heat index, humidity index.

Ներածություն: Կլիմայի գլոբալ փոփոխությունը մարդկության առջև ծառայած խոշոր մարտահրավերներից է: Կլիմայի փոփոխության ազդեցություններն այսօր զգացվում են ողջ աշխարհում: Հայաստանը, որպես լեռնային երկիր, բնորոշվում է խոցելի էկոհամակարգերով, կլիմայի չորայնությամբ, ակտիվ արտածին գործընթացներով և հաճախակի նկատվող տարերային աղետներով, որոնք երկիրն առավել զգայուն են դարձնում կլիմայի փոփոխության համատեքստում [1, 2]:

Կլիմայի փոփոխությունն ուղղակի կամ անուղղակի կերպով ազդում է բնակչության առողջության վրա: Ուղղակի հետևանքներն են “ջերմային ալիքներ”, “ջերմային կոզիների էֆեկտի” սրման պատճառով սիրտ-անոթային հիվանդությունների ավելացումը և վտանգավոր կլիմայական երևույթների՝ ջրհեղեղների, սելավների, սողանքների ժամանակ մարդկանց զոհվելը և վնասվածքները: Անուղղակի հետևանքներն արտահայտվում են ինֆեկցիոն և սեզոնային, ինչպես նաև վարակակիրների արեալների փոփոխության և մաքուր ջրով ոչ բավարար ապահովվածության, պարենի անվտանգության

* E-mail: tvardanian@ysu.am

հետ կապված հիվանդությունների հաճախականության և տարածման աճով: Այդ պատճառով թեման համարվում է արդիական:

Ներկա աշխատանքում, Երևան քաղաքում մարդու առողջության վրա եղանակային պայմանների ազդեցության գնահատման համար բիոկլիմայական ցուցանիշներից, ուսումնասիրվել են ջերմային ալիքները, խոնավության ինդեքսը և ջերմային ինդեքսը: Հաշվարկների համար օգտագործվել են Երևան–Արաբկիր օդերևութաբանական կայանի 1966–2015 թթ. օդի ջերմաստիճանի, հարաբերական խոնավության և ջրային գոլորշու առաձգականության տվյալները: Նշված բիոկլիմայական ցուցանիշներն օգտագործվում են երկարատև անոմալ շոգ եղանակային պայմանների գնահատման համար: Վերջին ժամանակաշրջանում դրանք մեծ ուշադրության են արժանացել, քանի որ անոմալ շոգ եղանակներով ժամանակաշրջանների կրկնելիությունը՝ պայմանավորված կլիմայի փոփոխությամբ, աճում է աշխարհի շատ երկրներում, որի արդյունքում էլ մեծացել են բնակչության հարմարավետության վրա ազդող մի շարք ինդեքսների ծայրահեղ բարձր արժեքներով դեպքերը [3]: Անոմալ երկարատև շոգ եղանակային պայմանների ընթացքում նկատվում է մարդու առողջական վիճակի վատթարացում, ինչպես նաև ջրային ռեսուրսների որակի փոփոխություն, երաշտների կրկնելիության, անտառային հրդեհների թվի աճ, գյուղատնտեսական մթերքների արտադրողականության անկում և այլն: Այդպիսի պայմանները առաջացնում են կլիմայական սթրեսներ, որոնք կարող են ազդել մարդկանց թե՛ վարքի, թե՛ գործունեության վրա, ինչպես նաև խախտել արտաքին միջավայրին՝ մարդու հարմարվելու նորմալ ընթացքը [4]:

Ջերմային ալիքներ: Ջերմային ալիքների ազդեցությունները կենդանի օրգանիզմի վրա տատանվում են ջերմային տաքացման արդյունքում առաջացած ցավերից, մինչև ջերմային հարված և նույնիսկ կարող է լրացուցիչ խթան հանդիսանալ մահվան դեպքերի համար: Կայուն, երկարատև շոգ եղանակներն առաջացնում են սիրտ-անոթային հիվանդությունների և դրանցից մահացությունների մեծացում: Ջերմային ալիքների ազդեցության ավելի մեծ ռիսկային խմբին են պատկանում փոքր տարիքի երեխաները, տարեց մարդիկ, սոցիալապես անապահով և արևի ուղիղ ճառագայթներից չպաշտպանված տարածքներում աշխատող մարդիկ: Խոշոր քաղաքներում, ինչպիսին Երևանն է, ռիսկային խմբում են գտնվում նաև մարդիկ, ովքեր ապրում կամ աշխատում են “ջերմային կղզյակներում”: Վերջինս տարածք է, որը գտնվում է քաղաքի կենտրոնում, բնորոշվում է խիտ բազմահարկանի կառույցներով, ընդարձակ ասֆալտապատված տարածքներով, կանաչապատ տարածքների և ջրային ավազանների անբավարար քանակով [3]:

“Ջերմային ալիքների” բնութագրման համար չկան ունիվերսալ չափորոշիչներ: Կան երկրներ, որոնք իրենք են սահմանում չափորոշիչներ ջերմային ալիքները գնահատելու համար՝ կախված տվյալ տեղի ջերմային ռեժիմից: Տվյալ հետազոտության մեջ, համաձայն Համաշխարհային օդերևութաբանական կազմակերպության (ՀՕԿ) չափորոշիչների, որպես ջերմային ալիք դիտվել են այն դեպքերը, որոնց ժամանակ 5 և ավել հաջորդական օրերի ընթացքում օրական առավելագույն ջերմաստիճանները 5°C-ով բարձր են եղել 1961–1990 թթ. նորմայի արժեքից [5]: Ջերմային ալիքները բնութագրվում են տևողությամբ (օրեր) և ինտենսիվությամբ (ջերմային ալիքների ընթացքում օդի ջերմաստիճանի դիտված դրական շեղումների գումարային արժեքները) [6]:

Երևանում ջերմային ալիքների ուսումնասիրման համար օգտագործվել են Երևան–Արաբկիր օդերևութաբանական կայանի տարվա տաք ժամանակաշրջանի (մայիս–հոկտեմբեր) 1966–2015 թթ. օրական առավելագույն ջերմաստիճանների փաստացի տվյալները: Արդյունքները գնահատվել են ամբողջ ժամանակահատվածի, առանձնացված տասնամյակների կտրվածքով, ինչպես նաև 2 հավասար ժամանակահատվածների 1966–1990 և 1991–2015 թթ. համար, որոնց արդյունքները բերված են աղյ. 1-ում:

Աղյ. 1-ի երկրորդ սյունակում բերված են դիտված տաք ալիքներով տարիների թիվը, 3-րդ-ում՝ այդ տարիների ընթացքում դիտված տաք ալիքների թիվը, 4-ում՝ մեկ ալիքի միջին տևողությունը օրերով, 5-ում՝ $\Delta T_{\text{միջ.}}$, ըստ օրերի ջերմաստիճանային նորմայի և ալիքի ընթացքում դիտված ջերմաստիճանների տարբերության միջին արժեքը, 6-ում՝ ΔT_{max} , այն տաք ալիքի գումարային ջերմաստիճանը, որն ունի առավելագույն արժեք:

Աղյուսակ 1

Երևանում ջերմային ալիքների բնութագրերը

Ժամանակաշրջաններ	Տաք ալիքների			$\Delta T_{\text{միջ.}}$, °C	ΔT_{max} , °C
	տարիների թիվը	թիվը	միջին. տևող. օրերով		
1966–1990	4	5	5,9	6,5	41,8
1991–2015	17	41	6,3	6,9	56,0
1966–2015	21	46	5,9	6,5	50,3

Ինչպես երևում է աղյուսակից, 1966–2015 թթ. ընթացքում Երևանում նկատվել է ջերմային ալիքներով 21 տարի, այսինքն՝ տվյալ երևույթի կրկնելիությունը 10 տարվա համար միջինում կազմել է 4 անգամ:

1966–1990 թթ. ընթացքում Երևանում դիտվել է ընդհանրապես ջերմային ալիքի 5 դեպք 4 տարիների ընթացքում, ընդ որում մեկ ջերմային ալիքի տևողությունը օրերով եղել 5,9 օր, ըստ օրերի ջերմաստիճանային նորմայի և ալիքի ընթացքում դիտված ջերմաստիճանների տարբերության միջին արժեքը $\Delta T_{\text{միջ.}}$ կազմել է $6,5^{\circ}\text{C}$, իսկ մեկ տաք ալիքի ընթացքում առավելագույն գումարային ջերմաստիճանը ΔT_{max} ՝ $41,8^{\circ}\text{C}$: 1991–2015 թթ., ընթացքում նույն բնութագրիչները ունեցել են հետևյալ տեսքը՝ 41 տաք ալիք է դիտվել 17 տարվա ընթացքում, միջին տևողությունը 6,3 օր, $\Delta T_{\text{միջ.}}$ ՝ $6,9^{\circ}\text{C}$, ΔT_{max} ՝ 56°C : Այսպիսով՝ 1991–2015 թթ. ընթացքում դիտված ջերմային ալիքների թիվը 1966–1990 թթ. նկատմամբ գերազանցել է 8 անգամ, իսկ տարիների թիվը շուրջ 4 անգամ: Այսպիսով՝ այդ գնահատականները ևս մեկ անգամ հաստատում են ջերմաստիճանի բարձրացումը ՀՀ տարածքում:

Ջերմային ինդեքս (HI): Ջերմային ինդեքսն (Heat Index (HI)) օդի ջերմաստիճանի և օդի հարաբերական խոնավության առաջացրած զգացողությունն է մարդու օրգանիզմի վրա: Այն ցույց է տալիս, թե տվյալ ջերմաստիճանի և հարաբերական խոնավության պայմաններում մարդն իր օրգանիզմի վրա իրականում ինչ ջերմաստիճան է զգում [7]:

Ջերմային ինդեքսը հաշվարկելու համար օգտագործվել են Երևան–Արաբկիր օդերևութաբանական կայանի 1966–2015 թթ. մայիս–հոկտեմբեր

Ժամանակահատվածի օդի ջերմաստիճանի և հարաբերական խոնավության փաստացի դիտարկումների տվյալները: Վերցվել են օրվա ընթացքում դիտված այն առավելագույն արժեքները, որոնք բավարարում են հետևյալ պայմանին՝ ջերմաստիճանը մեծ 22,2°C-ից, իսկ հարաբերական խոնավությունը բարձր 30%-ից [8]:

Դինամիկան պարզելու համար ստացված տվյալների շարքը բաժանվել է 2 մասի՝ առանձին դիտարկելով 1966–1990 և 1991–2015 թթ. տվյալները: Ինդեքսի արժեքը որոշելիս օգտագործվել է միջազգայնորեն ընդունված HI որոշման աղյուսակը [8], դրա միջոցով դիտարկվող ժամանակաշրջանի յուրաքանչյուր օրվա համար որոշվել է HI տվյալ օրվա արժեքը: Վերջինիս դասակարգումը կատարվել է ըստ նախապես մշակված դասակարգման սանդղակի՝ նորմալ, տաք, շատ տաք, շոգ, շատ շոգ և ծայրահեղ շոգ: Որոշելով, թե տվյալ օրվա HI-ն ո՞ր սանդղակին է համընկնում կազմվել է հետևյալ աղյուսակը:

Աղյուսակ 2

Երևանում ջերմային ինդեքսների օրերի թիվը ըստ սանդղակների 1966–1990 և 1991–2015 թթ. ժամանակահատվածներում

HI դասակարգում	1966–1990, օր	1991–2015, օր
նորմալ	1053	875
տաք	183	332
շատ տաք	1569	1580
շոգ	165	479
շատ շոգ	0	20
ծայրահեղ շոգ	0	0
վտանգավոր օրերի ընդհանուր քանակը	1734	2079

Հաշվարկները ցույց են տվել հետևյալ պատկերը՝ 1966–1990 թթ. նորմալ օրերի թիվը 178 դեպքով ավելին է քան 1991–2015 թթ.-ին: Տաք օրերի թիվը՝ աճել է 149 դեպքով: Շատ տաք օրերի թիվը չի փոփոխվել: Շոգ օրերի թիվը աճել է 314 դեպքով: Երկրորդ ժամանակահատվածում գրանցվել է շատ շոգ օրերի 20 դեպք է, մինչդեռ 1966–1990 թթ. ընթացքում շատ շոգ օրերով դեպքեր ընդհանրապես չեն դիտվել: Հետազոտությունից երևում է, որ վտանգավոր HI-ով օրերի թիվը վերջին 25 տարիների ընթացքում էականորեն աճել է գերակշռելով նախորդ 25 տարիների թվին 345 դեպքով:

Հաշվի առնելով կլիմայի փոփոխության սցենարներում կանխատեսվող ջերմաստիճանի աճը [9], պետք է ենթադրել, որ վտանգավոր օրերի ընդհանուր քանակը ապագայում էականորեն կաճի:

Խոնավության ինդեքս (H): Խոնավության ինդեքսը մշակվել է կանադացի օդերևութաբանների կողմից և առաջին անգամ օգտագործվել է 1965 թ. [10]: Այն համատեղում է ջերմաստիճանը և խոնավությունը և ընկալվում է օրգանիզմի կողմից որպես ջերմաստիճանային ազդակ (աղյ. 3):

Երևան քաղաքում խոնավության ինդեքսը գնահատելու համար վերցվել են Երևան–Արաբկիր կայանի 1966–2015 թթ. տաք սեզոնի օրական ջերմաստիճանի և գոլորշու առաձգականության 3 ժամյա դիտարկումների տվյալները:

Այստեղ ևս դիտարկված ժամանակահատվածը բաժանվել է 2 մասերի՝ 1966–1990 և 1991–2015 թթ.-ի տվյալները:

$$H = t + h,$$

որտեղ t -ն՝ օդի ջերմաստիճանն է, °C; $h=0.5555(e-10,0)$, e -ն՝ գոլորշու առաձգականություն, մթ [10]:

Աղյուսակ 3

Խոնավության ինդեքսի դասակարգումը մարդու մոտ հարմարավետության զգացողություն առաջացնելու տեսանկյունից [4]

29-ից ցածր	հարմարավետություն
30–39	որոշակի անհարմարավետություն
40–45	մեծ անհարմարավետություն
45-ից բարձր	վտանգավոր անհարմարավետություն
54-ից բարձր	անխուսափելի ջերմային հարված

Աղյ. 4-ից երևում է, որ 1966–1990 թթ. հարմարավետության օրերի թիվը 968 դեպքով ավելին է եղել, քան 1991–2015 թթ. ժամանակաշրջանում: Որոշակի անհարմարավետության օրերի թիվը 1991–2015 թթ. ընթացքում 1966–1990 թթ. համեմատ աճել է 602 դեպքով: Մեծ անհարմարավետության բնորոշ օրերի թիվը նույն ժամանակահատվածում 1966–1990 թթ. Համեմատությամբ աճել է 251 դեպքով: Իսկ 1991–2015 թթ. վտանգավոր անհարմարավետության օրերի 23 դեպք է գրանցվել, մինչդեռ 1966–1990 թթ. ընթացքում վտանգավոր օրերով դեպքեր ընդհանրապես չեն դիտվել:

Աղյուսակ 4

Խոնավության ինդեքսի գնահատումը Երևանում ըստ հարմարավետության աստիճանի

Խոնավության ինդեքս	1966–1990	1991–2015
հարմարավետություն	3229	2261
որոշակի անհարմարավետություն	1290	1892
մեծ անհարմարավետություն (խուսափել ֆիզիկական ծանրաբեռնվածությունից)	60	311
վտանգավոր	0	23
ջերմային հարվածն անխուսափելի է	0	0
վտանգավոր դեպքերի ընդհանուր քանակը	60	334

Ուսումնասիրություններից ակնհայտ երևում է, որ հարմարավետության օրերի թիվը վերջին 25 տարիների ընթացքում շոշափելի նվազել է, իսկ մեծ անհարմարավետության և վտանգավոր անհարմարավետության օրերի թիվը աճել է՝ 60 դեպքից հասնելով 334 դեպքի:

Եզրակացություն: Այսպիսով, հաշվի առնելով կլիմայի փոփոխության ապագայի կանխատեսվող սցենարներով նախատեսվող ջերմաստիճանի

ածը, կարելի է սպասել ջերմային տաք ալիքների, ջերմային ինդեքսով և խոնավության ինդեքսով գնահատվող վտանգավոր դեպքերի թվի աճ, որն էլ լուրջ բացասական ազդեցություն կարող է ունենալ Երևան քաղաքի բնակչության առողջության վրա:

Ստացվել է՝ 11.05.2018

Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. **Մերոնյան Հ., Գևորգյան Ա.** Կլիմայի փոփոխության ակնկալվող ազդեցությունը: Խոցելիության գնահատում և հարմարվողականության միջոցառումներ: Կլիմայի փոփոխության մասին երրորդ ազգային հաղորդագրություն: Եր., 2015, էջ 59–98:
2. **Gevorgyan A.** Surface and Tropospheric Temperature Trends in Armenia. // International Journal of Climatology, 2014, v. 34, p. 3559–3573. DOI: 10.1002/joc.3928
3. UN-Habitat, 2011, Cities and Climate Change: Policy Directions, Global Report on Human Settlements. London–Washington, DC.
4. Изменения климата и здоровье человека: угрозы и ответные меры. Всемирная организация здравоохранения. Италия, 2003, 41 с.
5. <https://www.metoffice.gov.uk/learning/learn-about-the-weather/weather-phenomena/heatwave> 03.04.2017
6. **Клевец Н.Н., Мельник В.И., Комаровская Е.В.** Волны тепла в Беларуси. Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации, 2015, вып. 358, с. 59–66.
7. WMO, WHO, Heatwaves and Health Guidance on Warning-System Development, WMO № 1142, 96.
8. Исследование регионального воздействия изменения климата на регион Южного Кавказа. 2011, 64 с.
9. **Gevorgyan A., Melkonyan H., Aleksanyan T., Iritsyan A., Khalatyan Ye.** An Assessment of Observed and Projected Temperature Changes in Armenia. // Arabian Journal of Geosciences, 2016, v. 9, № 27, p. 1–9. Springer, 2016. DOI 10.1007/s12517-015-2167-y
10. **Steadman R.G.** The Assessment of Sultriness. Part I: A Temperature-Humidity Index Based on Physiology an Clothing Science. Colorado State University, 1979, p. 861–873.

Н. Б. ЗАКАРЯН, Т. Г. ВАРДАНЯН, Г. А. МЕЛКОНЯН

ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В ГОРОДЕ ЕРЕВАНЕ

Резюме

В данной работе для г. Еревана в соответствии с методологией ВМО были разработаны и оценены следующие биоклиматические индексы: волны тепла, индексы тепла и влажности за 1966–1990 и 1991–2016 гг. Расчеты показали, что за последние два десятилетия резко возросли число и длительность волн тепла. При оценке индекса тепла за период 1991–2016 гг. учитывались 20 случаев с очень жаркими днями, тогда как в предыдущем периоде 1966–1990 гг. таких дней не наблюдалось вовсе. Оценка индекса влажности показала, что число случаев с опасными днями за 1991–2016 гг. резко возросло с 60 до 334.

N. B. ZAQARYAN, T. G. VARDANYAN, H. A. MELQONYAN

THE ASSESSMENT OF SOME BIOCLIMATIC INDICES AFFECTING
ON HUMAN HEALTH IN THE YEREVAN CITY

Summary

In this paper the bioclimatic indices (heat waves, heat index and humidity index) for 1966–1990 and 1991–2016 periods were developed and evaluated in accordance with the methodology of WMO for the Yerevan City. We have calculated that in the last two decades the number and duration of heat waves have sharply increased. In the estimation of the heat index during the period 1991–2016, 20 cases with very hot days were observed, since in the early 1966–1990 period such days were not observed. Moreover, the assessment of the humidity index has shown that the accidents with dangerous days for 1991–2016 period has sharply increased from 60 cases to 334.