

**ՌԱԴԻՈԷԿՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ  
ԳՅՈՒՄՐԻ ՔԱՂԱՔՈՒՄ. ԲՆԱԿԱՆ ԱՌԱՋՆԱՅԻՆ ԵՎ ՈՐՈՇ  
ՏԵԽՆԱԾԻՆ ՌԱԴԻՈՆՈՒԿԼԻԴՆԵՐԻ ԲԱՇԽՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ՀՈՂԵՐՈՒՄ**

**Մովսիսյան Ն.Է.<sup>1\*</sup>, Փյունկյույան Կ.Ի.<sup>1,2</sup>, Հովհաննիսյան Ս.Ս.<sup>1</sup>,  
Բեյանա Օ.Ա.<sup>1</sup>**

DOI: 10.54503/0515-961X-2022.75.1-22

<sup>1</sup>ՀՀ ԳԱՍ Էկոլոգանոսֆերային հետազոտությունների կենտրոն,

ՀՀ, 0025, Երևան, Արշակունյաց 68

<sup>2</sup>Հայկական Ատոմային էլեկտրակայան, ՀՀ Արմավիրի մարզ,  
0911, ք. Մեծամոր

\*e-mail: nona.movsisyan@cens.am

Հանձնված է հրատարակչություն 16.03.2021

Գյումրի քաղաքի համալիր երկրաքիմիական հանույթի հողային նմուշներն օգտագործվել են գումարային  $\alpha/\beta$  ակտիվության, բնական (Ra-226, Th-232, K-40) և տեխնածին (Cs-137) ռադիոնուկլիդների տեսակարար ակտիվության տարածական բաշխվածության ուսումնասիրության համար: Արդյունքները վկայում են, որ Գյումրի ք. -ի հողերում բնական ռադիոնուկլիդների տարածաբաշխման մեջ որոշիչ է տարածքի երկրաբանական կառուցվածքը, բնական ռադիոակտիվության վերաբաշխման գործոն Գյումրիում չի բացահայտվել: Տեխնածին Cs-137-ի ակտիվությունը քաղաքային հողերում փոքր-ինչ ցածր է միևնույն բարձրության բնահողերում գրանցված տեսակարար ակտիվության միջակայքից:

**Հանգուցային բառեր.** Գումարային  $\alpha$  ակտիվություն, գումարային  $\beta$  ակտիվություն, բնական ռադիոնուկլիդներ, Cs-137, քաղաքային հող, Գյումրի:

**Ներածություն**

Մարդու և այլ կենդանի օրգանիզմների ճառագայթահարումը շրջակա միջավայրում պարունակվող բնական ռադիոակտիվ նյութերից, որպես կանոն, գերակայում է տեխնածին բաղադրիչից (Pyuskyulyan et al., 2019, UNSCEAR, 2000, 2008): Բնության մեջ հանդիպող ռադիոնուկլիդներից ցամաքային ճառագայթահարման առավելագույն մասնաբաժինը պատկանում է հետևյալ ռադիոնուկլիդներին՝ U-238 ու դրա տրոհման արգասիք Ra-226-ին, Th-232-ին ու դրա տրոհման շարքի ռադիոնուկլիդներին, ինչպես նաև տրոհման շարք չառաջացնող K-40-ին (Paschoa and Steinhäusler, 2010, Титаева, 2000): Տեխնածին ռադիոնուկլիդներից առողջական ռիսկի գնահատման տեսանկյունից կարևորվում է Cs-137 (Gulan et al., 2017), որը 20-րդ դ-ի միջուկային զենքի

փորձարկման ու միջուկային վթարների ու աղետների հետևանքով տարածվեց մթնոլորտային փոշու հետ՝ դառնալով շրջակա միջավայրի գլոբալ աղտոտիչ (Aoyama et al., 2006, Steinhäuser et al., 2014):

Շրջակա միջավայրի տարբեր բաղադրիչներում բնական ու տեխնածին ռադիոնուկլիդների, ինչպես նաև գումարային  $\alpha/\beta$  ակտիվության բաշխվածության ուսումնասիրությունները կարևոր ու արդիական են ինչպես գիտական, այնպես էլ կիրառական տեսանկյունից: Քաղաքներում իրականացվող հողերի ռադիոէկոլոգիական հետազոտությունները հատկապես անհրաժեշտ են մարդու վրա ռադիոակտիվ նյութերի ազդեցության ու առողջական ռիսկի գնահատման առումով, քանի որ մարդկային գործունեությունը հաճախ հանգեցնում է բնական ռադիոակտիվ նյութերի վերաբաշխմանը քաղաքների շրջակա միջավայրում (UNSCEAR, 2000, 2008):

Սույն հետազոտության նպատակն է ՀՀ խոշոր բնակավայրի՝ Գյումրի քաղաքի հողերում գումարային  $\alpha/\beta$  ակտիվության, բնական Ra-226, Th-232 ու K-40-ի և տեխնածին Cs-137 տեսակարար ակտիվության բաշխվածության գնահատումը:

### **Նյութեր և մեթոդներ**

Գյումրի քաղաքում տեղակայված է ՀՀ հյուսիս-արևմտյան մասում, Ախուրյան գետի ձախ ափին, Շիրակի բարձրավանդակի կենտրոնական մասում՝ ծովի մակարդակից (ծ.մ.) 1475-1605 մ վրա (նկ.1), տարածքն ակոսվում է Չերքեզի, Ջաջուռի և այլ ձորերով: (Աբրահամյան, 1971): Երկրաբանական կառուցվածքին մասնակցում են չորրորդականի հասակի հրաբխային տուֆերը, բազալտները, անդեզիտաբազալտները և դացիտային լավաները, որոնք ծածկված են ժամանակակից ալյուվիալ, էլյուվիալ-դելյուվիալ, դելյուվիալալարոյուվիալ և էլյուվիալ առաջացումներով՝ ավազային, կավային և խոշորաբեկորային գրունտներով (Геология, 1970): Մերկացած հնագույն գրունտները ներկայացված են ստորին չորրորդականի մեծ հզորությամբ (մինչև 350մ) կանաչավուն, թույլ կրացված լճային կավերի շերտախմբով, որի հզորությունը դեպի արևելք աստիճանաբար մեծանում է մինչև 25-30մ (Աբրահամյան, 1971, Shalaeva et al., 2019): Կլիման ցամաքային է՝ համեմատաբար մեղմ ամառով և ցրտաշունչ ձմեռով: (Բաղդասարյան, 1971):

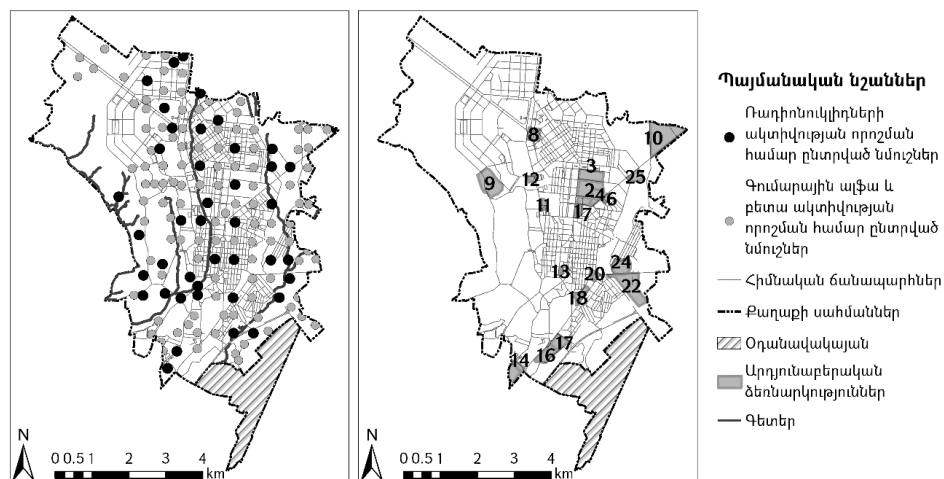
Մինչ 1988 թ-ի ավերիչ երկրաշարժը Գյումրին եղել է մեծ ու բազմաճյուղ արդյունաբերական կենտրոն (տեքստիլ-տրիկոտաժի, մեքենաշինական, շինանյութերի, սննդի, կոշիկի, կարի, փայտամշակման, ապակու արտադրություն և այլն): 1988 թ-ի Սպիտակի երկրաշարժից հետո Գյումրիի տնտեսությունն անկում ապրեց: Ներկայումս Գյումրիում գործող արդյունաբերական ձեռնարկությունների գերակշիռ մասը մշակող և թեթև արդյունաբերության ընկերություններ են. սննդի, խմիչքների և այլն (տեքստիլի, կոշիկի, մետաղյա իրերի, կահույքի,

ոսկերչական իրերի արտադրություն, սարքաշինություն): Գյումրու արևմտյան հատվածում Չերքեզի ձորում, Խաչքարում, Վարդապետի այգում կան սև տուֆի պաշարներ և քարհանքեր, արևելյան հատվածում՝ ավազի և բազալտի հարուստ հանքեր (Մանասյան և այլք, 2002):

Արդյունաբերության թվարկված տեսակներից բնական ռադիոակտիվության վերաբաշխմանը կարող է հանգեցնել բետոնի ու այլ շինանյութերի արտադրությունը, ինչպես նաև քարհանքերի բազմամյա գործունեությունը, ավազի ու կավի արդյունահանումը: Այդ իսկ պատճառով սույն հետազոտության շրջանակներում ուսումնասիրված ցուցանիշների տարածական բաշխվածությունը կապակցվել է նախկինում ու ներկայումս գործող արտադրական ձեռնարկությունների տեղադրության հետ (նկ.1):

Սույն հետազոտության համար կիրառվել է 2013 թ-ին Գյումրի ք-ում իրականացված երկրաքիմիական հողային հանույթը, մասշտաբ 1:25000 (Кафян, 2016, Sahakyan et al., 2016): Նմուշառման ամեն կետում չժանգոտող պողպատից բահի օգնությամբ վերցվել է հողի մակերևութային շերտի (0-10սմ խորությամբ) 5-7 ենթանմուշ, որոնք միախառնվել են՝ ներկայացուցչական նմուշի ստացման համար: Նմուշները չորացվել են սենյակային պայմաններում, մանրացվել, մաղվել (<1մմ): Նախնական մշակումն անցած հողային նմուշները պահեստավորվել են հերմետիկ պլասմասե տարաների մեջ:

Ռադիոէկոլոգիական հետազոտության համար այդ արխիվային նմուշներից ընտրվել են 152-ը՝ գումարային  $\alpha/\beta$  ակտիվության և 42-ը՝ բնական Ra-226, Th-232, K-40 ու տեխածին Cs-137-ի տեսակարար ակտիվության որոշման համար (նկ.1):



Նկ.1. Գյումրի քաղաքի հողերի նմուշառման քարտեզ

Նախկինում ու ներկայումս գործող արդյունաբերական ձեռնարկություններ. 1 - գուլպաների արտադրություն, 2 - տեքստիլ արտադր-

ություն, 3 - հղկման արտադրամաս, 4 - բետոնի գործարան, 5 – տրիկոտաժի արտադրություն, 6 - "Գալվանումետր", 7 - «Լուկասշին» շինանյութերի արտադրություն, 8,9 - «Էլեկտրոն», 10 - մեխի գործարան, 11 - կոշիկի ֆաբրիկա, 12 - կաթնամթերքի արտադրություն, 13 – միկրոէլեկտրոնարժիշների գործարան, 14 - նավթային բազա, 15 - մսի կոմբինատ, 16 - գարեջրի արտադրություն, 17 - "Ստրոմմաշինա", 18 – գարեջրի արտադրություն, 19 - ավազի, ասֆալտի և այլ շինանյութերի արտադրություն, 20 - սառնարանների գործարան, 22 - երկաթբոտոնյա կոնստրուկցիաների արտադրություն, 23 - նավթային բազա (մինչև 1985թ.), 24 - ճակնդեղի գործարան, 25 - հեծանիվների գործարան:

Նմուշներում գումարային  $\alpha/\beta$  ակտիվությունը որոշվել է iMatic (CANBERRA) հաշվարկման համակարգով՝ PIPS կարծր սիլիցիումային դետեկտորով, որը պաշտպանված է 10.16 սմ հաստությամբ կապարե պատյանով: Համակարգը ստուգաչափվել է Am-241  $\alpha$ - և Sr-90/Y-90  $\beta$ -մասնիկների աղբյուրներով: Պահեստավորված նմուշներից 1-ական գմանրացվել է ազաթե հավանգում, այնուհետև մանրացված նմուշի 0.7-ական գ տեղավորվել է ստանդարտ նմուշաբոնիչում: Նմուշների հաշվարկի ժամանակը կազմել է 12000վրկ. և նվազագույն հայտնաբերելի ակտիվությունը (Minimum Detectable Activity, MDA) որոշվել է iLink™ iSeries™ ծրագրային միջավայրում: Այն կազմել է 7.0 և 10.0Բք/կգ գումարային  $\alpha$  և  $\beta$  ակտիվությունների համար համապատասխանաբար (ISO 18589-6:2009):

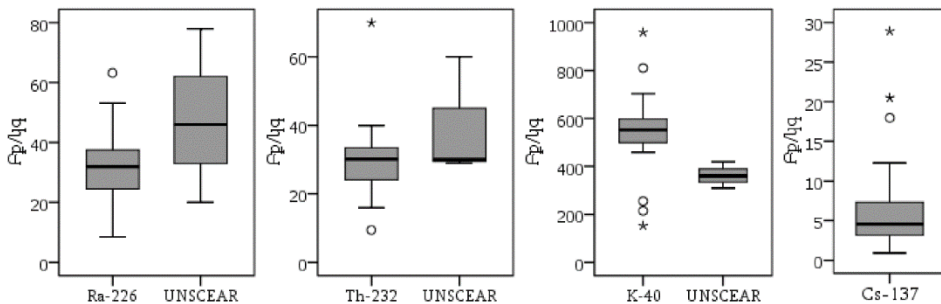
Ռադիոնուկլիդների տեսակարար ակտիվության որոշման համար յուրաքանչյուր պահեստավորված նմուշից 700գ տեղավորվել է Մա-րինելի անոթում, հերմետիկորեն փակվել ու պահվել մոտ 1 ամիս՝ ռադիումի, ռադոնի ու դրա կարճ ապրող դուստր ռադիոնուկլիդների միջև դարավոր հավասարակշռության հաստատման համար: Ռադիոնուկլիդների ակտիվությունը որոշվել է գամմա սպեկտրաչափական համակարգի կիրառմամբ, որը ներառում է մաքուր գերմանիումային դետեկտոր 15սմ հաստությամբ կապարե պաշտպանությամբ և DSA-1000 թվային սպեկտրի անալիզատոր (CANBERRA): Համակարգը ստուգաչափվել է էներգիայի Na-22, Eu-155 և Co-60 կետային աղբյուրների կիրառմամբ: Դետեկտորի ստուգաչափումն ըստ երկրաչափության իրականացվել է LabSOCS ծրագրի միջոցով: Յուրաքանչյուր նմուշի գամմա սպեկտրի ստացումը տևել է 18000վրկ: Գամմա սպեկտրերը վերլուծվել են Genie 2000 ծրագրային միջավայրում (Mirion Technologies, 2000): Ra-226 ու Th-232-ի տեսակարար ակտիվությունը հաշվարկվել է դրանց կարճ ապրող տրոհման արգասիքների ակտիվության հիման վրա. Ra-226-ը ըստ Bi-214 (609.2 կէՎ տիրույթում) ու Pb-214 (351.9 կէՎ), Th-232-ը ըստ Pb-212 (238.6 կէՎ), Tl-208 (583.2 կէՎ) ու Ac-228 (911.2 կէՎ): K-40 և Cs-137-ի տեսակարար ակտիվությունները որոշվել են անմիջականորեն՝ 1461.0 ու 661.7 կէՎ էներգիայի տիրույթներում համապատասխանաբար:

Ստացված արդյունքների վիճակագրական վերլուծությունն իրականացվել է IBM SPSS 20.0 ծրագրի օգնությամբ, գումարային  $\alpha/\beta$  ակտիվության ու ռադիոնուկլիդների բաշխվածության քարտեզները մշակվել են AcrMap 10.3 ծրագրի միջոցով:

### Արդյունքներ և քննարկում

Հետազոտված նմուշների 37.5%-ում գումարային  $\alpha$  ակտիվությունը ցածր էր հայտնաբերման շեմից ( $<7.0$   $\text{Bq/kg}$ ), մնացած 62.5% նմուշներում այդ ցուցանիշը տատանվում է  $7.1\text{--}59.0$   $\text{Bq/kg}$ : Գումարային  $\beta$  ակտիվությունը տատանվում է  $165\text{--}483.0$   $\text{Bq/kg}$  սահմաններում և միջինում կազմում է  $301.93$   $\text{Bq/kg}$  (նկ.2):

Ռադիոնուկլիդները հայտնաբերվել են բոլոր նմուշներում, ընդ որում Ra-226 և Th-232 գրանցված ակտիվությունը գրեթե համընկնում է ՀՀ հողերի համար ՄԱԿ-ի ատոմային ճառագայթման ազդեցության հարցերով գիտական կոմիտեի (UNSCEAR) կողմից գնահատված տեսակարար ակտիվությանը (UNSCEAR, 2000), իսկ սույն հետազոտության շրջանակներում գնահատված K-40-ի տեսակարար ակտիվությունը տատանվում է շատ ավելի լայն շրջանակներում (նկ.2):



Նկ.2. Ռադիոնուկլիդների տեսակարար ակտիվության միջակայքը և ՀՀ հողերի համար գնահատված մակարդակը (UNSCEAR, 2000) նկարագրող գծապատկեր

Տեխնածին Cs-137-ի տեսակարար ակտիվությունը տատանվում է  $0.91\text{--}28.91$   $\text{Bq/kg}$  սահմաններում, միջինում կազմելով  $6.21$   $\text{Bq/kg}$ :

Նկ.2-ում բերված գծապատկերներից երևում է, որ բոլոր ռադիոնուկլիդների համար հատուկ են տիրույթից դուրս ընկած (outlier) և էքստրեմալ (extreme) արժեքներ, փոփոխականների վիճակագրական բաշխվածությունը չի համընկնում, ուստի ցուցանիշների միջև կոռելյացիայի գնահատման համար ընտրվել է Մալիբանի ոչ գծային մեթոդը, որի արդյունքները բերված են աղյուսակում:

Աղյուսակ

Ոչ-գծային կոռելյացիա գումարային  $\alpha$  և  $\beta$  ակտիվության և ռադիոնուկլիդների տեսակարար ակտիվության միջև

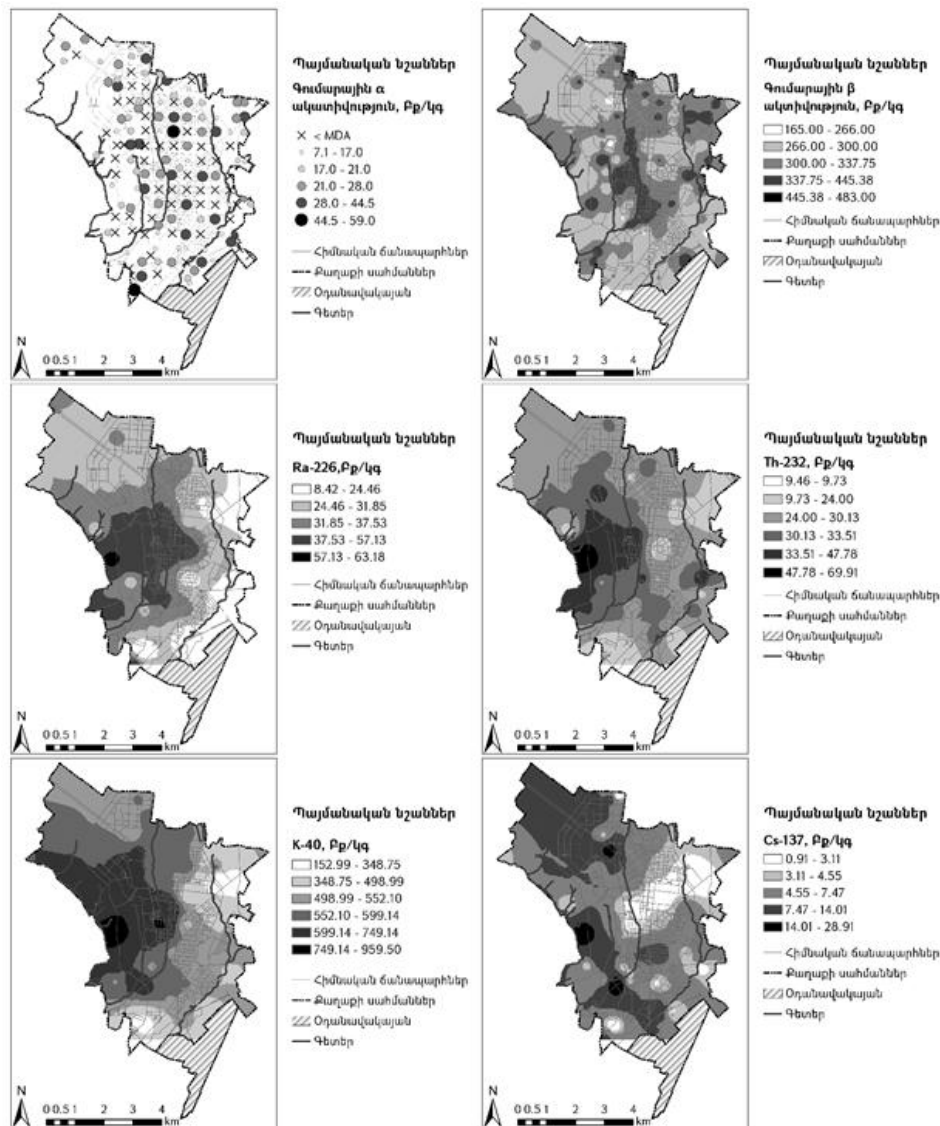
Ցուցանիշներ	Գումարային α ակտիվու- թյուն	Գումարային β ակտիվություն	Ra-226	Th- 232	K-40
Գումարային α ակտիվու- թյուն	1				
Գումարային β ակտիվու- թյուն	0.218	1			
Ra-226	-0.022	0.071	1		
Th-232	-0.206	0.035	0.454**	1	
K-40	-0.158	0.247	0.575**	0.658**	1
Cs-137	-0.082	-0.257	0.062	0.291	0.261

\*\* Կոռելյացիան նշանակալի է 0.01 մակարդակում:

Գումարային  $\alpha/\beta$ , ինչպես նաև տեխնածին Cs-137-ի տեսակարար ակտիվությունը չեն կոռելյացվում այլ հետազոտված ցուցանիշների հետ: Նշանակալի դրական կոռելյացիա է գրանցվել բնական ռադիոնուկլիդների տեսակարար ակտիվությունների միջև:

Գյումրի քաղաքի հողերում հետազոտված ցուցանիշների տարածական բաշխվածության քարտեզները բեված են նկ.3-ում: Գումարային  $\alpha/\beta$  ակտիվության բաշխվածությունը Գյումրիում խճանկարային է: Գումարային  $\alpha$  ակտիվության առավելագույն արժեքը գրանցվել է քաղաքի հարավ-արևմտյան մասում, օդանավակայանին կից: Նմուշառման այս տեղամասը տարածականորեն համընկնում է Գյումրու նախկին նավթային բազայի հետ և այս մակարդակը, հավանաբար, կապված է տվյալ հողի նավթամթերքով պատմական աղտոտման հետ: Համեմատաբար բարձր մակարդակով՝ 28.0-59.0 Բք/կգ բնութագրվող տեղամասերը ձգվում են քաղաքի հյուսիս-արևելքից կենտրոնական մասերով դեպի հարավ-արևմուտք: Գումարային  $\beta$  ակտիվության համեմատաբար բարձր մակարդակով են բնութագրվում քաղաքի կենտրոնական և հյուսիս-արևելյան մասերի հողերը: Գյումրի ք-ի հյուսիս-արևմուտքում և հարավում գումարային  $\beta$  ակտիվությունը համեմատաբար ցածր է և տատանվում է 165.0-300.0 Բք/կգ սահմաններում:

Ի տարբերություն գումարային  $\alpha/\beta$  ակտիվության, բնական ռադիոնուկլիդների՝ Ra-226, Th-232, K-40-ի տեսակարար ակտիվության տարածական բաշխվածությունը ավելի «սահուն» է (նկ.3): Առավելագույն



Նկ.3. Գյումրի քաղաքի հողերում գումարային  $\alpha/\beta$  ակտիվության, բնական Ra-226, Th-232, K-40 և տեխնածին Cs-137-ի տեսակարար ակտիվության բաշխվածությունը

արժեքները գրանցվել են քաղաքի արևմտյան մասում՝ Ախուրյան գետի հովտում, որտեղ մերկանում են Շիրակի հաստվածքը կազմող ալյուվիալ-պրոլյուվիալ նստվածքներն ու տուֆերը (Геология, 1970): Այս կետի շուրջը ձևավորվում են ավելի ցածր տեսակարար ակտիվությամբ բնութագրվող դաշտերը, որոնք արևմուտքից ձգվում են դեպի կենտրոն ու հարավ-արևմուտք, իսկ K-40-ի դեպքում՝ դեպի հյուսիս-արևմուտք, Ախուրյան գետի հովտով: Քաղաքի հյուսիսարևմտյան և արևելյան մասերը բնութագրվում են բնական ռադիոնուկլիդների

ամենացածր ակտիվությամբ (նկ.3): Այսպիսով, հողի բնական ռադիոնուկլիդային կազմը Գյումրի քաղաքում կապված է երկրաբանական կառուցվածքի հետ: Առավելագույն ակտիվության դաշտերը երեք հետազոտված ռադիոնուկլիդների համար տարածականորեն համընկնում են նստվածքային ապարների ու տուֆերի մերկացումների հետ:

Տեխնածին Cs-137-ի տեսակարար ակտիվության առավելագույն մակարդակը՝ 28.91 Բք/կգ, գրանցվել է քաղաքի հարավային մասում: 14.01-21.0 Բք/կգ տեսակարար ակտիվությամբ բնութագրվող կետային ձևակառուցվածքի դաշտերը առկա են նաև արևմտյան և կենտրոնական մասերում: Դրանք օրինաչափորեն շրջապատված են Cs-137-ի ավելի ցածր ակտիվությամբ դաշտերով: Քաղաքի տարածքի հյուսիս-արևելյան մասից դեպի կենտրոն ձևավորվում է Cs-137-ի ամենացածր՝ 0.91-3.11 Բք/կգ ակտիվությամբ բնութագրվող դաշտը (նկ.3): Հարկ է նշել, որ 1400-1600 մ ծ.մ. բարձրությունների վրա, ՀՀ-ի տարածքում բնահողերում Cs-137-ի տեսակարար ակտիվությունը տատանվում է 15.0-56.0 Բք/կգ սահմաններում (Pyuskyulyan et al., 2019, Movsisyan et al., 2021): Գյումրի քաղաքի տարածքի հողերում, որոնք նմուշառվել են 1486-1600մ.մ. բարձրությունների վրա տեղակայվող նմուշառման կետերից, տեխնածին Cs-137-ի տեսակարար ակտիվությունը փոքր-ինչ ցածր է հիշատակված միջակայքից:

### Եզրակացություն

Գյումրի քաղաքի բազմաֆունկցիոնալ երկրաքիմիական հանույթի հողային նմուշները կիրառվել են հողերում գումարային  $\alpha/\beta$  ակտիվության, բնական Ra-226, Th-232, K-40 և տեխնածին Cs-137 ռադիոնուկլիդների ակտիվության բաշխվածության ուսումնասիրման նպատակով:

Գումարային  $\alpha$  ակտիվությունը տատանվում է <7.0-59.0 Բք/կգ սահմաններում, առավելագույն ցուցանիշը հայտնաբերվել է Գյումրի քաղաքի նախկին նավթային բազայի տարածքում, ինչը թույլ է տալիս ենթադրել, որ դա նավթամթերքով հողի պատմական աղտոտման հետևանք է:

Գումարային  $\beta$  ակտիվությունը տատանվում է 165-483.0 Բք/կգ սահմաններում, համեմատաբար բարձր  $\beta$  ակտիվությամբ բնութագրվում են քաղաքի կենտրոնական և հյուսիս-արևելյան մասերը, որոնք օրինաչափորեն շրջապատված են ավելի ցածր ակտիվությամբ դաշտերով: Քաղաքի հյուսիս-արևմտյան ու հարավային մասերի հողերում այս ցուցանիշն առավել ցածր է:

Բնական Ra-226, Th-232, K-40 ռադիոնուկլիդների տեսակարար ակտիվությունը Գյումրի քաղաքի հողերում պայմանավորվում է երկրաբանական կառուցվածքով: Ընդհանուր առմամբ Ra-226 և Th-232 գրանցված ակտիվության արժեքների տիրույթը մոտ է ՀՀ հողերի



համար UNSCEAR-ի կողմից գնահատված արժեքներին, իսկ սույն հետազոտության շրջանակներում գնահատված K-40-ի տեսակարար ակտիվությունը տատանվում է ավելի լայն տիրույթում: Բնական ռադիոնուկլիդների առավելագույն ակտիվությունը գրանցվել է նմուշառման մեկ կետում՝ քաղաքի արևմուտքում՝ Շիրակի հաստվածքը կազմող նստվածքային ապարների ու տուֆերի մերկացումներին կից տարածքի հողերում: Քաղաքի հյուսիսարևմտյան և արևելյան մասերը բնութագրվում են բնական ռադիոնուկլիդների ամենացածր տեսակարար ակտիվությամբ:

Տեխնածին Cs-137-ի տեսակարար ակտիվությունը Գյումրի քաղաքի հողերում տատանվում է 0.91-28.91 Բք/կգ սահմաններում: Cs-137-ը չի կոռելյացվում բնական ռադիոնուկլիդների հետ, չնայած որ առավելագույն ակտիվությամբ բնութագրվող դաշտերի տեղադիրքը համընկնում է: Cs-137-ի առավելագույն ակտիվությամբ բնութագրվում են քաղաքի արևմուտքն ու կենտրոնը, առավել ցածր արժեքներով՝ արևելքը: Գյումրի քաղաքի հողերում Cs-137-ի ակտիվությունը փոքրինչ ավելի ցածր է, քան ՀՀ այլ տարածքներում նմանատիպ բարձրությունների վրա նմուշառված բնահողերում գրանցված ակտիվության միջակայքը:

Սույն հետազոտության համար կիրառվել են 13-1E220 ծածկագրով «Գյումրի քաղաքի էկոլոգաերկրաքիմիական առանձնահատկությունների բացահայտում» թեմատիկ նախագծի շրջանակներում իրականացված բազմաֆունկցիոնալ երկրաքիմիական հանույթի նյութերը: Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոոսֆերային հետազոտությունների կենտրոնի «Շրջակա միջավայրի երկրաբնապահպանական հետազոտություններ» բազային ֆինանսավորման ծրագրի շրջանակներում:

### Գրականություն

- Աբրահամյան Գ.Ս.** 1971. Շիրակ: Հայկական ՍՍՀ ֆիզիկական աշխարհագրություն: Երևան, Հայկական ՍՍՀ Գիտությունների Ակադեմիայի հրատարակչություն, էջ 319–331:
- Բաղդասարյան Ա.Բ.** 1971. Կլիմա: Հայկական ՍՍՀ ֆիզիկական աշխարհագրություն. Հայկական ՍՍՀ ֆիզիկական աշխարհագրություն: Երևան, Հայկական ՍՍՀ Գիտությունների Ակադեմիայի հրատարակչություն, էջ 170–199:
- Մանասյան Մ.Գ., Գրիգորյան Ա.Թ., Պողոսյան Ա.Հ.** 2002. Շիրակի մարզ: Բնությունը, բնակչությունը, տնտեսությունը: Երևան, Նահապետ, 132 էջ:
- Геология СССР.** Том XLIII, АрмССР. Геологическое описание 1970. М., Недра, 464 с.
- Кафян М.О.** 2016. Комплексная эколого-геохимическая оценка распределения тяжелых металлов в почвах г. Гюмри (Армения). Сборник статей международной научной конференции государств-членов ОДКБ «Проблемы безопасности окружающей среды». Ереван: Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА, с. 101–109.
- Титаева Н.Я.** 2000. Ядерная геохимия: Учебник. 2-е изд. М., Изд-во МГУ, 336 с.
- Aoyama M., Hirose K., Igarashi Y.** 2006. Re-construction and updating our understanding on the global weapons tests Cs-137 fallout. J. Environ. Monit. p.431–438. DOI: 10.1039/b512601k

- Gulan L., Milenkovic B., Zeremski T., Milic G., Vuckovic B. 2017. Persistent organic pollutants, heavy metals and radioactivity in the urban soil of Priština City, Kosovo and Metohija. *Chemosphere* 171, p.415–426. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2016.12.064
- ISO 18589-6: 2009** 2009. Measurement of radioactivity in the environment — Soil — Part 6: Measurement of gross alpha and gross beta activities. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, p.12.
- Mirion Technologies** 2020. GENIE™ 2000. Basic Spectrosc. Softw. URL <https://www.mirion.com/products/genie-2000-basic-spectroscopy-software>.
- Movsisyan N., Demirtchyan G., Pyuskyulyan K., Belyaeva O.** 2021. Identification of radionuclides' altitudinal distribution in soil and mosses in highlands of Armenia. *J. Environ. Radioact.* 231, pp. 1–10. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2021.106550
- Paschoa A.S., Steinhäusler F.** 2010. Terrestrial, Atmospheric and Aquatic Natural Radioactivity. *Radioact. Environ.* 17, p.29–85. DOI: 10.1016/S1569-4860(09)01703-3
- Pyuskyulyan K., LaMont S.P., Atoyan V., Belyaeva O., Movsisyan N., Saghatelian A.** 2019. Altitude-dependent distribution of <sup>137</sup>Cs in the environment: a case study of Aragats massif, Armenia. *Acta Geochim.* p.1–12. DOI: 10.1007/s11631-019-00334-0
- Sahakyan L., Saghatelian A., Kafyan M., Belyaeva O., Tepanosyan G., Maghakyan N.** 2016. Heavy metals in urban dust: contamination and health risk assessment: a case study from Gyumri, Armenia. *Arab. J. Geosci.* 9, p.1–11. DOI: 10.1007/s12517-015-2159-y
- Shalaeva E.A., Trifonov V.G., Lebedev V.A., Simakova A.N., Avagyan A.V., Sahakyan L.H., Arakelyan D.G., Sokolov S.A., Bachmanov D.M., Kolesnichenko A.A., Latyshev A.V., Belyaeva E.V., Lyubin V.P., Frolov P.D., Tesakov A.S., Sychevskaya E.K., Kovalyova G.V., Martirosyan M., Khisamutdinova A.I.** 2019. Quaternary geology and origin of the Shirak Basin, NW Armenia. *Quat. Int.* 509, p.41–61. DOI: 10.1016/j.quaint.2018.09.017
- Steinhauser G., Brandl A., Johnson T.E.** 2014. Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents: A review of the environmental impacts. *Sci. Total Environ.* 470–471, p.800–817. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.10.029
- UNSCEAR** 2000. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly. UNITED NATIONS, New York, p.84–156.
- UNSCEAR** 2008. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly, 683 p. United Nation. DOI: 10.1093/molbev/msn167

## РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОРОДЕ ГЮМРИ: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПЕРВИЧНЫХ И НЕКОТОРЫХ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ

**Мовсисян Н.Э., Пюсдюлян К.И., Ованнисян С.М., Беляева О.А.**

### Резюме

Образцы почвы многофункциональной геохимической съемки г. Гюмри использованы для изучения пространственного распределения суммарной  $\alpha/\beta$ -активности, естественных (Ra-226, Th-232, K-40) и техногенных (Cs-137) радионуклидов. Результаты свидетельствуют о том, что геологическое строение местности имеет решающее значение в распределении естественных радионуклидов в почвах г. Гюмри, факторов перераспределения естественной радиоактивности в г. Гюмри не найдено. Активность антропогенной Cs-137 в городских почвах несколько ниже, чем диапазон удельной активности, зарегистрированный в нативных почвах такой же высоты.

**Radioecological researches in the city of Gyumri. distribution of  
primordial and some artificial radionuclides in soils**

**Movsisyan N.E., Pyuskyulyan K.I., Hovhannisyan S.M., Belyaeva O.A.**

**Abstract**

Soil samples from the multi-purpose geochemical survey of Gyumri city were used to study the spatial distribution of gross  $\alpha/\beta$  activities, specific activities of natural (Ra-226, Th-232, K-40), and artificial (Cs-137) radionuclides. The results show that the geological structure of the area is decisive in the distribution of natural radionuclides in the soils of Gyumri. No factor of redistribution of natural radionuclides has been revealed in Gyumri. The specific activity of artificial Cs-137 in the urban soils is slightly lower than the activity ranges recorded in the native soils from similar altitudes.