

ՀԻՂԴՈՔԻՄԻԱ

ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ԱՐՏԵՁՅԱՆ ԱՎԱԶԱՆԻ ՍՏՈՐԵՐԿՐՑԱ ՋՐԵՐԻ
ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՌԻՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

DOI:10.54503/0515-961X-2023.76.2-3-79

Ներսիսյան Ա. Հ., Առաքելյան Ա. Ա., Ուլոյան Հ. Ռ.

ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ,
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ., 24ա
Հանձնված է խմբագրություն 24.11.23թ.

Հոդվածում քննարկվում են Արարատյան արտեզյան ավազանում ընտրված 6 հորատանցքերից ջրի նմուշների ջրաերկրաքիմիական և իզոտոպային հետազոտությունների նախնական արդյունքները: Աշխատանքի նպատակն է իզոտոպային մեթոդների կիրառմամբ, կայուն և ռադիոակտիվ իզոտոպների միջոցով, Արարատյան արտեզյան ավազանի ստորերկրյա ջրերի ծագումնաբանության (անձրևաջուր, մակերևութային կամ ստորերկրյա ջրեր) և վերականգնման ռեժիմի հատկությունների բացահայտումը, ինչպես նաև ջրաերկրաքիմիական ուսումնասիրությունների միջոցով մարդածին և բնածին աղտոտման գործոնների գնահատումը: Հետազոտությունների արդյունքները թույլ կտան հետազայում մշակել Արարատյան արտեզյան ավազանում և դրա ջրհավաք տարածքներում ջրային էկոհամակարգերի պահպանության ու կայուն օգտագործման տվյալահեն ռազմավարություն:

Հանգուցային բառեր. Արարատյան արտեզյան ավազան, ստորերկրյա ջրեր, իզոտոպ, իզոտոպային տվյալների վերլուծություններ, ջրածնի և թթվածնի իզոտոպներ, տրիտիում, Sentinel-2, հողօգտագործում:

Ներածություն

Արարատյան արտեզյան ավազանը գտնվում է Հայաստանի Հանրապետության հարավ-արևմտյան մասում՝ եզրավորված լեռնաշղթաներով ու լեռնավահաններով՝ կազմելով Միջարաքսյան իջվածքի հյուսիս-արևմտյան մասը (նկ. 1):

Արարատյան արտեզյան ավազանի հարավային եզրը կազմում են Փոքր ու Մեծ Արարատի և դեպի արևմուտք ձգվող Հայկական պարի, հյուսիսից՝ Արագածի, Արա լեռան և Ծաղկունյաց, արևելքից՝ Գեղամա, Երանոսի, Շեկասարի և Ուրցի լեռները, իսկ արևմուտքից՝ Ախուրյանի

աջ ափով ձգվող Կարսի սարահարթի եզրը, որոնք էլ հանդիսանում են արտեզյան ավազանի ստորերկրյա ջրերի սնման կամ ձևավորման և տարանցման վայրերը: ՀՀ տարածքում գտնվում է Արարատյան արտեզյան ավազանի ձախափնյա մասը միայն, ընդգրկելով Արարատի և Արմավիրի մարզերը (Հայկ. ՄՍՀ ֆիզ. աշխ., 1971):



Նկ1. Արարատյան արտեզյան ավազանի տեղադիրքը

Արարատյան դաշտը հանդիսանում է Արարատյան արտեզյան ավազանի ստորերկրյա ջրերի կուտակման և բեռնաթափման վայրը: Այն տեղակայված է Արաքս գետի ավազանի միջին հոսանքում և ձգվում է հյուսիս-արևմուտքից հարավ-արևելք շուրջ 120կմ երկարությամբ և 10-30կմ լայնությամբ՝ զբաղեցնելով շուրջ 1300կմ² մակերես: Արարատի և Արագածի, Գեղամա, Ուրցի ու Հայկական պար լեռնաշղթաները իրենց նախալեռնային մասերով հանդերձ հանդիսանում են Արարատյան արտեզյան ավազանի ստորերկրյա ջրերի սնման կամ

ձևավորման և տարանցման վայրերը¹: Ավազանը գտնվում է երկրի մակերևույթից 800-1000մ բացարձակ բարձրության վրա և իրենից ներկայացնում է ստորերկրյա ջրերի բնական շտեմարան (Ար. դաշտի ստոր. ջրերի ռես. գնահատում, հաշվետվ., 2014):

Հաշվի առնելով վերոնշյալը, կարող ենք ասել, որ Արարատյան արտեզյան ավազանը ՀՀ ջրային անվտանգության կարևոր բաղադրիչներից մեկն է: Կլիմայի փոփոխությունը և ստորերկրյա ջրային ավազանի ջրերի գերօգտագործումն առավել հրատապ են դարձնում ջրային ռեսուրսների արդյունավետ կառավարման խնդրի լուծումը:

Սույն հոդվածում ներկայացվող հետազոտությունները նպատակաուղղված են ջրային ավազանի վերականգնման երկարատև ներուժի, ինչպես նաև մարդածին գործոնների ազդեցությունների գնահատմանը: Տվյալ հետազոտությունները կարևոր են նաև ստորգետնյա ավազանի ծագման, ապարների հետ ջրերի փոխազդեցության, աղտոտման և խառնման գործընթացները գնահատելու համար:

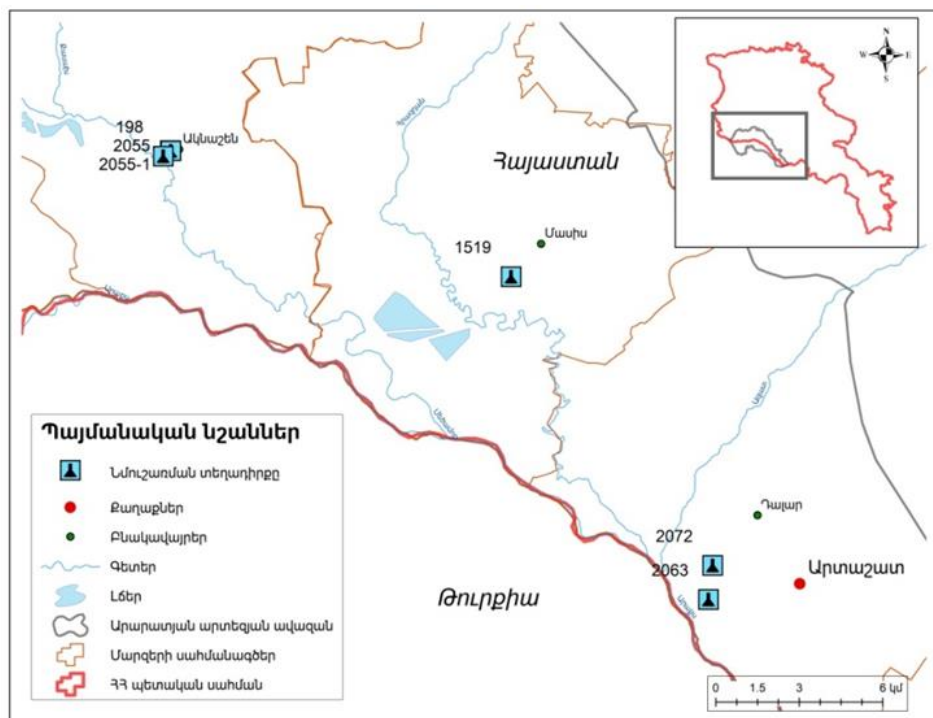
Մակերևութային ու ստորերկրյա ջրերի և մթնոլորտային տեղումների իզոտոպային կազմի միջև կապերի հաստատման մեթոդը լայն կիրառություն ունի ջրաբանությունում և օգնում է ստորերկրյա ջրատար հորիզոնների սնման տարածքների որոշման, ջրատար հորիզոնների միջև փոխկապակցվածության հայտնաբերման, ստորերկրյա ջրերի ծագման և մակերևութային ջրերում տարբեր փոփոխությունների միտումների բացահայտման գործում (Bronić, Barešić, 2021; Schubert M. et al, 2021):

Տվյալներ և մեթոդներ

Աշխատանքի իրականացման համար Արարատյան արտեզյան ավազանում ընդհանուր առմամբ նմուշառվել են 10 հորատանցքեր, սակայն դրանցից հետագա ուսումնասիրությունների համար ընտրվել է 6 ներկայացուցչական հորատանցք՝ հաշվի առնելով յուրաքանչյուր հորատանցքի ջրի ֆիզիկաքիմիական կազմն ու առանձնահատկությունները (աղ.1):

Ամենամսյա դաշտային աշխատանքների ընթացքում իրականացվում է հորատանցքերից ջրի նմուշառում, բացի այդ, տեղում որոշվում են ջրի Ph-ը, էլեկտրահաղորդականությունը և ջերմաստիճանը: Յուրաքանչյուր հորատանցքից վերցվում է երկու նմուշ, որոնցից առաջինը՝ 1000մլ՝ ջրաերկրաքիմիական և մյուսը՝ 60մլ՝ կայուն իզոտոպների ($\delta^2\text{H}$ ՝ դեյտերիում և $\delta^{18}\text{O}$ ՝ թթվածին) անալիզների համար (նկ. 2):

¹ ՀՀ կառավարության 2016 թվականի մարտի 31-Ի N338-Ն որոշման մեջ լրացումներ և փոփոխություն կատարելու մասին որոշում:



Նկ.2. Արարատյան արտեզյան ավազանում ուսումնասիրվող հորատանցքերի տեղադիրքերը

Ընտրված վեց հորատանցքերի համառոտ բնութագրերը ներկայացված են աղ.1-ում:

Աղյուսակ 1

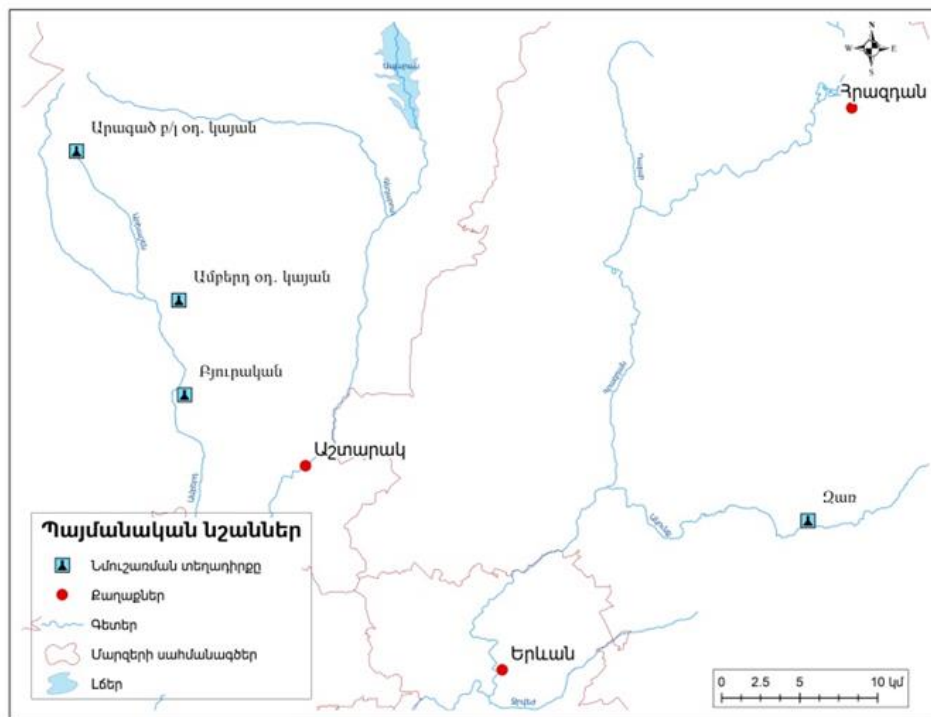
Ընտրված հորատանցքերի տեղադիրքերը

Հորատ. քանակը	Հորատանցքի համարը, №	Կոորդինատներ (WGS84)		Վայրը	Ջրատար հորզոն
		x	y		
1	2063	39.951809	44.509258	Դալար	Առաջին ջրատար հորզոն
2	2072	39.962837	44.510952	Դալար	Գրունտային ջրերի հորիզոն
3	1519	40.055679	44.425381	Մասիս	Առաջին ջրատար հորզոն
4	198	40.093724	44.278380	Ակնաշեն	Առաջին ջրատար հորզոն
5	2055	40.095566	44.281313	Ակնաշեն	Երկրորդ ջրատար հորզոն
6	2055/1	40.095546	44.281519	Ակնաշեն	Գրունտային

Հավաքագրվող տվյալները թույլ են տալիս ուսումնասիրել Արարատյան արտեզյան ավազանի ստորերկրյա ջրերի ծագումն ու տարիքը կայուն ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$) և ռադիոակտիվ (^3H) իզոտոպների, ինչպես նաև ֆիզիկաքիմիական ցուցանիշների հիման վրա (Schubert et al, 2021):

Ջրի մակարդակի և ջերմաստիճանի մոնիտորինգի համար հորատանցքերում տեղադրվել են հատուկ չափիչ սարքեր, որոնցից SIN20949722 (30 մ) և SIN20959059 (4 մ) սարքերը տեղադրվել են № 2055 (երկրորդ ճնշումային ջրատար հորիզոն), իսկ SIN20959055 (4մ) սարքը №198 (առաջին ջրատար հորիզոն) հորատանցքերի մեջ:

Բացի դա, Ամբերդ և Արագած օդերևութաբանական կայաններում, Բյուրական և Ջառ բնակավայրերի վարչական տարածքներում տեղադրվել են անձրևաջրերի հավաքման սարքեր, որոնցից վերցված թվով 5 նմուշները ներկայումս ենթարկվում են տրիտիումի իզոտոպային անալիզի Թբիլիսիի պետական համալսարանի երկրաջերմային և ջրաերկրաֆիզիկայի հետազոտական կենտրոնում (աղ. 2, նկ.3): Արդյունքները կներկայացվեն հաջորդ աշխատանքներում: Ստացված տվյալները թույլ կտան առավել մեծ ճշտությամբ գնահատել ստորերկրյա ջրերի վերականգնման արագությունը:



Նկ.3. Անձրևաջրերի հավաքման սարքերի տեղադիրքերը

Ուսումնասիրվող անձրևաջրերի նմուշառման սարքերի տեղադիրքերը

Կայանների քանակը	Հիդրոոդերնութաբանական կայան	Կոորդինատներ (WGS84)	
		x	y
1	Ամբերդ օդ. կայան	40.384444	44.260833
2	Արագած Բ/Լ օդ. կայան	40.476389	44.185556
3	Զառ	40.260278	44.737222
4	Բյուրական	40.332778	44.268333

Հետազոտության նախնական արդյունքները

2022թ. հունիս – 2023թ. սեպտեմբեր ժամանակահատվածում իրականացվել են հավաքագրված ջրի նմուշների իզոտոպային և ջրաերկրաքիմիական ուսումնասիրություններ ՀՀ ԳԱԱ երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտում, Թբիլիսիի պետական համալսարանում և Գերմանիայի Դարմշտադտի տեխնիկական համալսարանում:

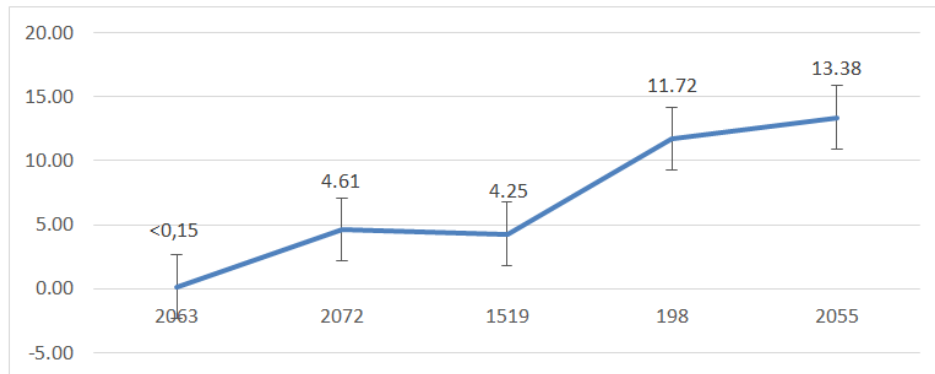
Տրիտիումի իզոտոպը հանդիսանում է ջրերի տարիքի որոշման առավել հուսալի ցուցիչ: Այն ջրածնի ռադիոակտիվ իզոտոպ է, որի կիսատրոհման պարբերությունը մոտավորապես 12.32 տարի է: Տրիտիումի կոնցենտրացիան ժամանակի ընթացքում, դրա քայքայման հետևանքով, նվազում է և դրա միջոցով հնարավոր է լինում հասակագրել ստորերկրյա ջրերը (Schubert et al, 2021):

Ըստ տրիտիումի անալիզների արդյունքների, ԱԱԱ հորանտացքերի ջրերի տարիքը հետևյալն է.

Տրիտիումի իզոտոպի անալիզների արդյունքները

Հորատ. քանակը	Հորատանցքի համարը №	Տրիտիումի արժեքը (TU)	Արդյունքներ
1	2063	<0.15	ավելի հին, քան 1960-ականները
2	2072	4.61	ավելի երիտասարդ, քան 1970-ականները
3	1519	4.25	ավելի երիտասարդ, քան 1970-ականները
4	198	11.72	1960-1970-ականներ
5	2055	13.38	1960-1970-ականներ

Ըստ տրիտիումի իզոտոպի (TU) տվյալների, ամենահինը ($TU < 0.15$) № 2063 հորատանցքի ջրերն են, №2072 և №1519 հորատանցքերում ջրերը համեմատաբար երիտասարդ են, քան 1970թթ., իսկ № 198 և №2055 հորատանցքերում ջրերի տարիքը գնահատվում է 1960-1970-ական թթ. միջև (աղ. 3): Տրիտիումի ստացված արժեքները տատանվում են սկսած 0.15-ից մինչև 13.38 (նկ. 4):

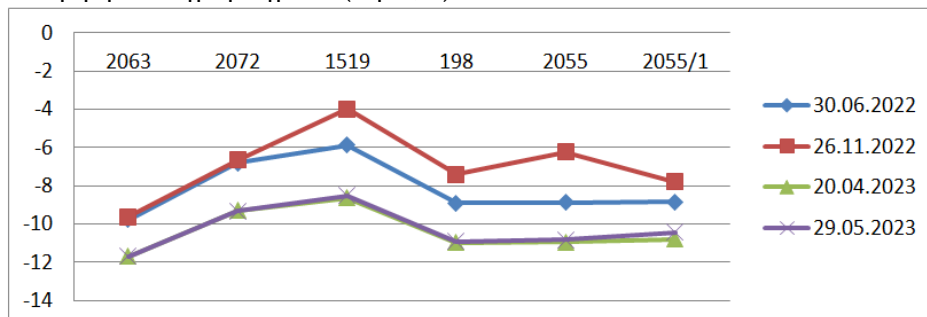


Նկ.4. Ուսումնասիրվող հորատանցքերի ջրերի տրիտիումի իզոտոպի անալիզների արդյունքները

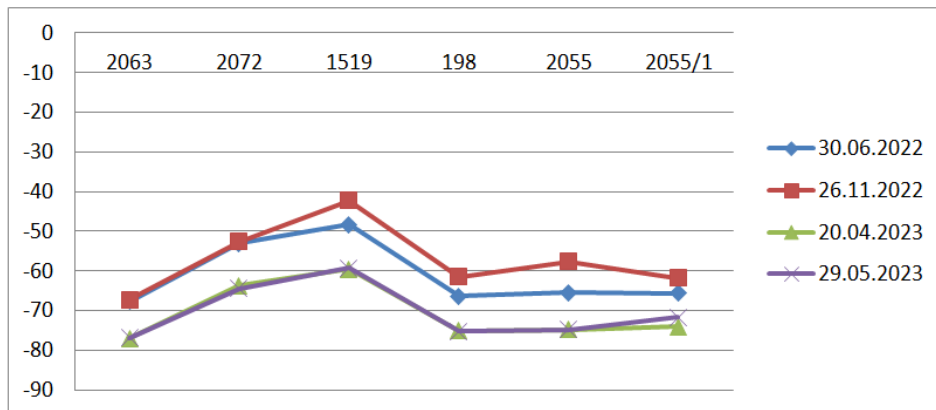
Բնության մեջ տրիտիումն աննշան քանակությամբ գոյանում է ազոտի ատոմների վրա՝ տիեզերական ճառագայթման նեյտրոնների ազդեցությամբ, ինչպես նաև նույն ճառագայթումից առաջացրած միջուկային ճեղքումների ժամանակ (ՀՄՀ, 1986): Տրիտիումի մակարդակը մթնոլորտում կտրուկ բարձրացավ 1950-1980թթ. միջուկային ռումբի ինտենսիվ փորձարկումների արդյունքում (Schubert et al, 2021):

Նախկինում կատարված տրիտիումի իզոտոպային անալիզի արդյունքները ցույց են տալիս, որ Արարատյան արտեզյան ավազանը ժամանակակից սնուցում է ստանում՝ չնայած իր (կիսաշոր) կլիմային (Schubert et al, 2021):

Արարատյան արտեզյան ավազանի ստորերկրյա ջրերի կայուն իզոտոպների արժեքները, ըստ ստացված տվյալների, տատանվում են -12.0 -ից -4 ‰ թթվածին ($\delta^{18}O$) և -75.3 -ից -42.2 ‰ ջրածնի (դեյտերիումի) δ^2H -ի իզոտոպի դեպքում (նկ. 5, 6):



Նկ.5. $\delta^{18}O$ թթվածնի իզոտոպի վերլուծության արդյունքները



Նկ.6. $\delta^2\text{H}$ ջրածնի իզոտոպի վերլուծության արդյունքները

Իզոտոպային տվյալների ճիշտ օգտագործումը կախված է տեղումների թթվածնի ($\delta^{18}\text{O}$) և ջրածնի (դեյտերիումի, $\delta^2\text{H}$) իզոտոպների դիտարկումների տևողությունից և բնույթից: Սա հնարավորություն կտա գնահատել $\delta^2\text{H}$ և $\delta^{18}\text{O}$ պարունակության տարեկան և երկարաժամկետ փոփոխությունը, տարածական բաշխումը և բացահայտել դրանց կապը սնուցման գոտիների տեղումների ու օդի ջերմաստիճանի հետ (Зыкин и др., 2021):

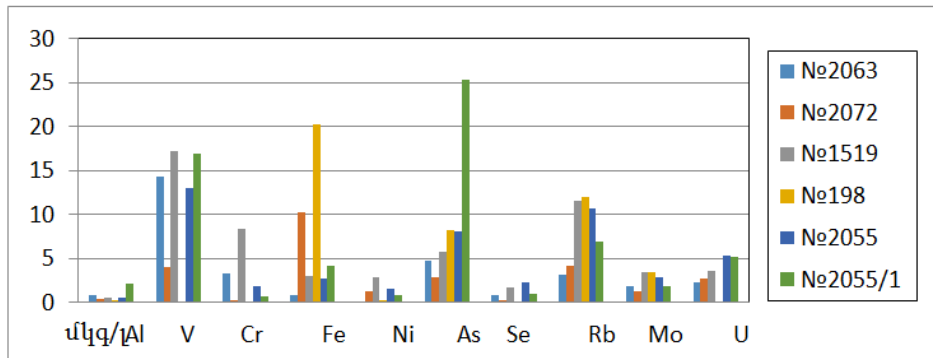
Բացի իզոտոպային վերլուծություններից, Դարմշտադտի տեխնիկական համալսարանում ICP-MS մեթոդով հետազոտվել են 6 նմուշներում ջրում ծանր մետաղների պարունակությունները (Al, V, Cr, Mn, Fe, Ni, As, Se, Rb, Sr, Mo, Ba, U) (աղ. 4, նկ. 7ա, 7բ):

Աղյուսակ 4

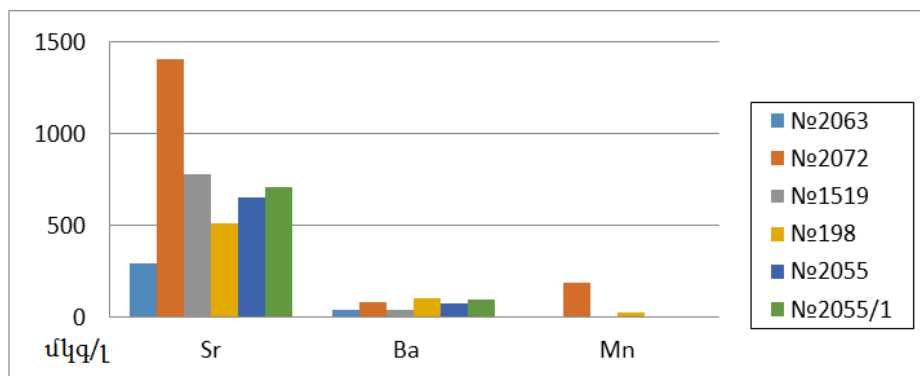
ICP-MS արդյունքները (մկգ/լ)

Ծանր մետաղներ	№ 2063	№ 2072	№ 1519	№ 198	№ 2055	№ 2055/1
Al	0.77	0.33	0.50	0.18	0.48	2.11
V	14.35	4.07	17.19	0.12	13.01	16.93
Cr	3.33	0.27	8.41	0.09	1.79	0.75
Fe	0.82	10.26	3.04	20.19	2.69	4.19
Ni	0.16	1.23	2.88	0.20	1.55	0.81
As	4.69	2.86	5.71	8.17	8.05	25.38
Se	0.77	0.21	1.75	0.16	2.27	1.03
Rb	3.19	4.13	11.58	12.00	10.72	6.97
Mo	1.83	1.25	3.39	3.38	2.90	1.80
U	2.34	2.76	3.60	0.03	5.37	5.21
Sr	294.32	1406.77	781.17	515.00	655.57	705.70
Ba	38.48	81.94	42.08	106.53	77.85	99.81
Mn	0.05	185.53	2.49	24.51	0.05	1.44

Ըստ ՀՀ Առողջապահության նախարարության № 876 հրամանում սահմանված ՍԹԱ-երի՝ ծանր մետաղների կոնցենտրացիան համապատասխանում է բնական ֆոնին²: Սակայն ստրոնցիումի (Sr), մանգանի (Mn) և բարիումի (Ba) կոնցենտրացիաները, համեմատ մնացածի, ավելի բարձր են, չնայած որ ՍԹԱ-երը չեն գերազանցում:



Նկ.7ա. 6 Հորատանցքերի ջրերում ծանր մետաղների կոնցենտրացիաները (մկգ/լ)



Նկ.7բ. 6 Հորատանցքերի ջրերում ծանր մետաղների կոնցենտրացիաները (մկգ/լ)

Sr-ի բարձր կոնցենտրացիան կապված է կարբոնատային ապարներով ջրատար հորիզոնների հետ և ձևավորվում է ջուր-ապար փոխազդեցությունից: Չնայած Sr-ը ջրերում հիմնականում առաջանում է հողմնահարման արդյունքում, սակայն որոշ միջավայրերում կոնցենտրացիաների վրա ազդում են մարդածին ճնշումները (օրինակ՝ հանքային պարարտանյութերի կիրառումը) (Musgrove, 2021):

Mn-ի բարձր կոնցենտրացիան պայմանավորված է ինչպես մարդածին ազդեցությամբ (օրինակ՝ լուծված օրգանական ածխածինը և

² ՀՀ Առողջապահության նախարարության № 876 հրամանը «Խմելու ջուր: Ջրամատակարարման կենտրոնացված համակարգերի ջրի որակին ներկայացվող հիգիենիկ պահանջներ: Որակի հսկողություն» n 2-III-ա 2-1 սանիտարական նորմերը և կանոնները հաստատելու մասին:

ամոնիակը՝ գյուղատնտեսական գործունեությունից), այնպես էլ բնածին աղտոտմամբ (օքսիդավերականգման ակտիվություն հողերում և նստավածքներում): Mn-ի կոնցենտրացիան բարձրանում է տարեկան տեղումների մեծացման հետ միաժամանակ, այնուհետև նվազում է, որն էլ պայմանավորված է օդի տարեկան միջին ջերմաստիճանի բարձրացմամբ (Zhai et al., 2021):

Ba-ը ստորերկրյա ջրերում կարող է հայտնվել Ba պարունակող ապարների քայքայման և լուծման արդյունքում (Moore and Staubitz, 1984):

Իրականացվել են նաև ջրերի ջրաերկրաքիմիական (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) անալիզներ, որոշվել են pH, ընդհանուր հանքայնացումը, կոշտությունը: Արդյունքները բերված են աղյուսակում 5-ում:

Աղյուսակ 5

Հորատանցքերի ջրերի ջրաերկրաքիմիական կազմը (մգ/լ)

Նմուշի համարը	198	1519	2055/1	2055	2063	2072
Na^+	62.07	100.93	67.82	67.82	58.29	33.75
K^+	6.90	8.31	6.00	6.30	5.10	8.31
Ca^{2+}	49.25	128.05	116.23	118.20	47.28	293.53
Mg^{2+}	37.79	76.42	74.03	77.61	16.72	49.55
Cl^-	147.60	183.68	114.80	320.15	19.68	186.96
SO_4^{2-}	112.65	365.20	300.00	335.50	50.43	429.39
HCO_3^-	122.00	274.50	335.50	305,00	292.80	378.20
Ընդհ.հանք.	539,36	1137,09	1014,38	954,93	490,30	1379,69
Ընդհ.կոշտ.	5,57	12,68	11,89	12,39	3,74	18,73
pH	8,36	6,98	7,63	6,96	7,88	7,85

Ջրերի կազմը բերվում է աղ.6-ում (Կուրլովի բանաձևի հիման վրա, Резников, и др., 1963):

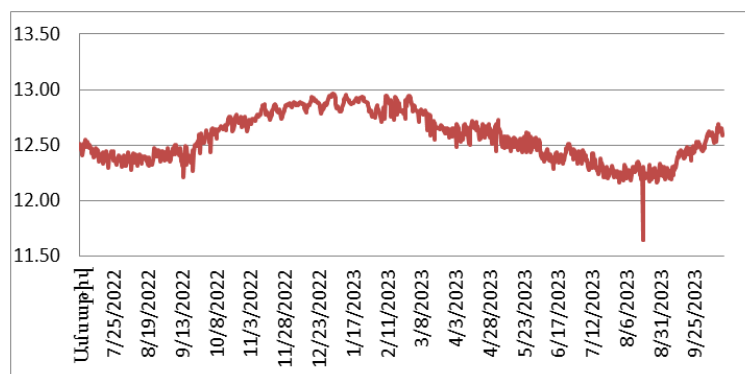
Նմուշառված հորատանցքերի ջրերի դասային պատկանելիությունը ըստ
Կուրլովի բանաձևի

ՀՈՐԱՏԱՆՑՔԻ ՀԱՄԱՐԸ №	ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄ
198	Քլորիդ-սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիում- նատրիումային
1519	Սուլֆատ-քլորիդ-հիդրոկարբոնատային, մագնեզիում-կալցիում-նատրիումային
2055/1	Սուլֆատ-հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, մագնեզիում-կալցիում-նատրիումային
2055	Սուլֆատ-հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային
2063	Հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, նատրիում-կալցիում-մագնեզիումային
2072	Սուլֆատ-հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային

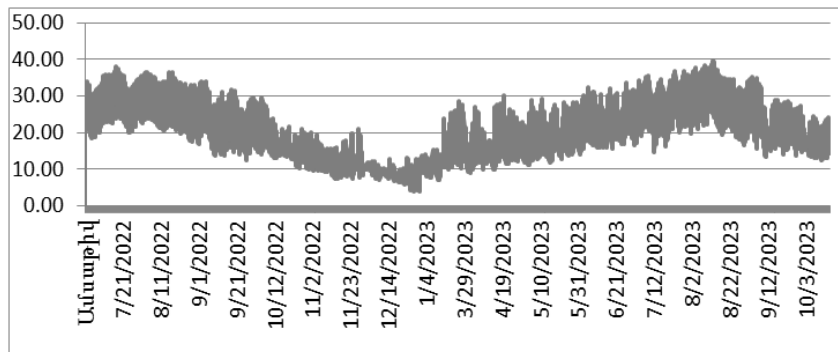
Ըստ ստացված արդյունքների, №2072 հորատանցքի ջրերի վերջին երեք ամիսների անալիզների արդյունքները ցույց են տալիս, որ սուլֆատ-հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային կազմը փոփոխվել է և դարձել հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային, ինչը վկայում է տարբեր խորություններում ընթացող երկրաբանական գործընթացների մասին, որը հետագա վերլուծության անհրաժեշտություն ունի:

Վերլուծվել են նաև հորատանցքերում տեղադրված չափիչ սարքերից ստացված ջրի մակարդակի և օդի ջերմաստիճանի տվյալները այդ պարամետրերի սեզոնայնության բացահայտման համար:

Ըստ №2055 հորատանցքում տեղադրված չափիչ սարքերից ստացված տվյալների, հորատանցքում ջրի մակարդակը կորելացվում է օդի ջերմաստիճանի հետ, այսինքն՝ օդի ջերմաստիճանի նվազելուն զուգահեռ ջրի մակարդակը բարձրանում է և հակառակը (նկ. 8, 9):



Նկ.8. № 2055 հորատանցքի ջրի մակարդակի տատանումները



Նկ.9. № 2055 հորատանցքում օդի ջերմաստիճանի տատանումները

Եզրակացություն

Արարատյան արտեզյան ավազանի ջրերի ջրաերկրաքիմիայի և իզոտոպային ջրաերկրաբանության մեթոդների կիրառմամբ սույն հոդվածում նկարագրված ուսումնասիրությունները նպատակ ունեն գնահատել ջրային հորիզոնների վերականգնման արագությունը և ուսումնասիրել Արարատյան արտեզյան ավազանի խոցելիությունը՝ հաշվի առնելով կլիմայի փոփոխությունը և ջրի ինտենսիվ օգտագործումը: Մասնավորապես, կայուն ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$) և ռադիոակտիվ (^3H) տրիտիումի իզոտոպների վերլուծության արդյունքները կարող են կարևոր հիմք հանդիսանալ Արարատյան արտեզյան ավազանում և դրա ջրհավաք տարածքներում ջրային էկոհամակարգերի պահպանության և խելամիտ ջրօգտագործման պլաններ և ռազմավարություն մշակելու համար:

Ըստ տրիտիումի իզոտոպի (TU) տվյալների, նմուշառված ջրերից ամենահինը ($\text{TU} < 0.15$) №2063 հորատանցքի ջրերն են, №2072 և №1519 հորատանցքերում ջրերը ավելի երիտասարդ են, քան 1970թթ., իսկ №198 և №2055 հորատանցքերում ջրերի տարիքը տատանվում է 1960-1970-ական թթ. միջև: Արդյունքները ցույց են տալիս, որ արտեզյան ավազանը ժամանակակից սնուցում է ստանում և, հետևաբար, խոցելի է մարդածին ազդեցությունների նկատմամբ:

Ըստ ջրաերկրաքիմիական անալիզների, №198 հորատանցքի ջրերն ունեն քլորիդ-սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային կազմ, իսկ №1519՝ սուլֆատ-քլորիդ-հիդրոկարբոնատային, մագնեզիում-կալցիում-նատրիումային, №2072 հորատանցքերի ջրերին բնորոշ է սուլֆատ-հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային կազմը, №2055/1՝ սուլֆատ-հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, մագնեզիում-կալցիում-նատրիումային, №2055 սուլֆատ-հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային և №2063 հորատանցքերի ջրերն ունեն

հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, նատրիում-կալցիում-մագնեզիումային կազմ:

Ըստ ICP-MS անալիզների արդյունքների, ծանր մետաղների կոնցենտրացիաների, ինչպես նաև ջրի/օդի ջերմաստիճան – ջրի մակարդակ փոխկապակցվածության ուսումնասիրությունների հիման վրա կարելի է եզրակացնել, որ ավազանում մարդածին ազդեցությունը ջրերի ֆիզիկաքիմիական ցուցանիշների վրա մեծ է, ուստի պահանջվում է ներդնել էկոհամակարգի արդյունավետ կառավարման մեխանիզմներ:

Երախտագիտություն

Հեղինակները շնորհակալություն են հայտնում ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ Հիդրոերկրաքիմիայի լաբորատորիայի աշխատակիցներ, ք.գ. թեկնածուներ Շ. Զաքարյանին, Շ. Գյուլնազարյանին և լաբորատորիայի վարիչ Հ. Շահինյանին՝ հիդրոքիմիական անալիզներն իրականացնելու և խորհրդատվության համար, ինչպես նաև Վրաստանի Իվանե Զավախիշվիլու անվան Թբիլիսիի պետական համալսարանի երկրաֆիզիկայի ինստիտուտի երկրաջերմային և ջրաերկրաֆիզիկայի հետազոտական կենտրոնի ղեկավար Գեորգի Մելիքաձեին ջրաերկրաքիմիական և իզոտոպային անալիզներն իրականացնելու համար:

Սույն հոդվածը պատրաստվել է «ՀՀ ԿԳՄՄՆ ԳԿ «Ապփրանտների և երիտասարդ հայցորդների հետազոտությունների աջակցության ծրագիր - 2022» № 1-23/22AA-1E012 ծրագրի շրջանակներում:

Գրականություն

- «Արարատյան դաշտի ստորերկրյա ջրային ռեսուրսների գնահատում» ուսումնասիրություն. 2014, վերջնական հաշվետվություն, պատվիրատու՝ «Մենդեգ Բնգլանդ Ընդ Աստուիթս» ընկերության Հայաստանյան մասնաճյուղ, Կոնսորցիում «Հայջրնախագիծ ինստիտուտ» ՓԲԸ/առաջատար կողմ/ և «Մել-Հով» ՍՊԸ:
- Հայկական սովետական հանրագիտարան, 1986, հ. 12, էջ 107:
- Հայկական ՍՍՀ ֆիզիկական աշխարհագրություն, 1971:
- Зыкин Н. Н., Токарев И. В., Виноград Н. А. 2021, Мониторинг стабильных изотопов ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$) в осадках Москвы (Россия): сравнение периодов 2005-2014 и 1970–1979 гг., Науки о Земле, Т. 66., Вып. 4.
- Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю., 1963. Методы анализа природных вод, Изд. 2, перераб. и доп. 404 с.
- Bronić I. K. and Barešić J. 2021, Application of Stable Isotopes and Tritium in Hydrology Water, Water, 13(4), 430, Zagreb, Croatia.
- Moore R.B. and Staubitz W.W. 1984, Distribution and source of barium in groundwater at Cattaraugus Indian Reservation, Southwestern New York, U.S. Geological Survey, Water-Resources Investigations Report, New York.
- Musgrove M. 2021, The occurrence and distribution of strontium in U.S. groundwater, Applied Geochemistry 126.
- Schubert M., Michelsen N., Schmidt A., Eichenauer L., Knoeller K., Arakelyan A., Harutyunyan L., Schüth Ch. 2021, Age and origin of groundwater resources in the Ararat Valley, Armenia: a baseline study applying hydrogeochemistry and environmental tracers, Hydrogeology Journal.

Zhai Y., Cao X., Xia X., Wang B., Teng Y., Li X. 2021, Elevated Fe and Mn Concentrations in Groundwater in the Songnen Plain, Northeast China, and the Factors and Mechanisms Involved, *Agronomy*, 11(12), 2392.

О РЕЗУЛЬТАТАХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД АРАРАТСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА

Нерсисян А.О., Аракелян А.А., Улоян А.Р.

Резюме

В статье обсуждаются предварительные результаты гидрогеохимических и изотопных исследований образцов воды из 6 скважин Араратского артезианского бассейна. Цель работы - выявление генеалогии подземных вод Араратского артезианского бассейна (дождевая вода, поверхностные или подземные воды) и свойств режима их восстановления с использованием изотопных методов, а также оценка антропогенных и природных факторов загрязнения посредством гидрогеохимических исследований.

Результаты исследований в дальнейшем позволят разработать основанные на данных стратегии сохранения и устойчивого использования водных экосистем в Араратском артезианском бассейне и его водосборных территориях.

RESULTS OF HYDROGEOLOGICAL STUDIES OF GROUNDWATER IN THE ARARAT ARTESIAN BASIN

Nersisyan A.H., Arakelyan A.A., Uloyan H.R.

Abstract

The article discusses the preliminary results of hydrogeochemical and isotopic studies of water samples from 6 boreholes selected in the Ararat Artesian Basin.

The aim of the work is to reveal the origin of groundwater (rainwater, surface or groundwater) and recovery regime of the Ararat artesian basin using isotopic methods, stable and radioactive isotopes, as well as the assessment of anthropogenic and natural pollution factors through hydrogeochemical studies.

The results of the research will allow developing data-based strategies for the protection and sustainable use of water ecosystems in the Ararat artesian basin and its watershed areas.