

**ՄԱՐՄԱՐԻԿ ԳԵՏԻ ԱՎԱԶԱՆԻ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ
ԲՆՈՒԹԱԳԻՐՆ ԸՍՏ ՀԻՂՈՆԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԵՎ
ԼԻԹՈՆԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՂԵՂՆԵՐԻ**

© 2014 թ. Հ.Վ. Շահինյան, Շ.Ս. Զաքարյան, Շ.Ա. Գյուլնազարյան

*ՀՀ ԳԱԱ Երկրաբանական գիտությունների ինստիտուտ
0019, Երևան, Մարշալ Բաղրամյան պ., 24ա
E-mail: hrshah@sci.am
Հանձնված է խմբագրություն 24.03.2014 թ.*

Հոդվածում բերվում են 2011-2013թթ. ընթացքում Մարմարիկ գետի ավազանում կատարված մակերևութային հոսքի, հանքային, հանքավայրային և խմելու քաղցրահամ ջրերի, հողերի, որոշ հոսքերի հատակային գոյացումների էկոլոգաերկրաքիմիական ուսումնասիրությունների արդյունքները: Առաջին անգամ այս տարածքում կատարվել են տարրերի ցրման երկրորդային եզրապսակների համալիր երկրաքիմիական ուսումնասիրություններ: Որոշվել են հետազոտված ջրերի, ինչպես նաև հողերի ու հատակային նստվածքների ջրային մզվածքների դասերը, որոնք տալիս են բնական գոյացումների երկրաքիմիական բնութագրերը: Հոդվածի նպատակը տարածքի բարդ երկրաքիմիական յուրահատկությունների առավել մանրամասն նկարագրությունն է, տվյալ ժամանակահատվածում ավազանի էկոլոգաերկրաքիմիական իրավիճակի ու նրա վրա լեռնահանքային արդյունաբերության ազդեցության գնահատումը:

Մարմարիկ գետը սկիզբ է առնում Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային լանջերի կենտրոնական մասերից և Հրազդան քաղաքի մոտ թափվում է Հրազդան գետը: Ընդհանուր երկարությունը կազմում է մոտ 45կմ: Զրհավաք ավազանը սահմանագծվում է Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային և Ծաղկունյաց լեռնաշղթայի հյուսիսային լանջերով: Տարածքի ռելիեֆն ունի մեղմ կտրտվածություն ոչ խորը ձորակներով: Մարմարիկ գետը հանդիսանում է տարածքի էրոզիայի տեղական բազիսը և դրենում է ավազանի համարյա ամբողջ մակերևութային հոսքը:

Մարմարիկի երկայնքով դիտվում են երկրաբանական, հիդրո-երկրաբանական և հիդրոերկրաքիմիական բազմաթիվ փոփոխություններ, պայմանավորված ինչպես տարածքի երկրաբանական կառուցվածքով, այնպես էլ անտրոպոգեն ազդեցություններով, որոնք բերում են ավազանի բավականին տարաբնույթ, բարդ և հետաքրքիր նկարագրի: Այստեղ տեղակայված են Հանքավանի և Մեղրաձորի հանքավայրերը, հանքային ջրերի բազմաթիվ ելքեր, այդ թվում՝ հայտնի Հանքավան հանքային ջուրը, գործում են ինչպես հին, հաճախ փլուզված, այնպես էլ համեմատաբար նոր լեռ-

նային փորվածքներից դուրս եկող հանքավայրային ջրեր: Խմելու համար օգտագործվում են աղբյուրների քաղցրահամ ջրերը:

Հանքավանի պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրը տեղակայված է Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային լանջերին և կտրվում է Մարմարիկ գետով ու նրա վտակներով: Տարածքը կազմված է քեմբրի-մինչքեմբրիի (?) մետամորֆային թերթաքարերով, մարմարացված կրաքարերով և պալեոզոյի հասակի լեյկոկրատային գրանիտներով: Մետամորֆային հին հաստվածքը կտրված է վերին յուրա - ստորին կավիճ հասակի քվարցային դիորիտներով և գրանոդիորիտներով: Ամբողջ ձգվածությամբ կոնտակտը համընկնում է Մարմարիկի խոշոր խզվածքի հետ (Геология ..., 1974): Ըստ գրական նույն աղբյուրի, հանքավայրը կազմված է երկու տեղամասերից՝ սկառնային մոլիբդեն-պղնձային և պղինձ-մոլիբդենային երականերփակվածքային: Ըստ միներալային կազմի առաջինում լայնորեն տարածված են պղնձի և ավելի քիչ մոլիբդենի միներալները:

Պղինձ-մոլիբդենային հանքանյութերում հիմնական հանքային միներալներն են մոլիբդենիտը, խալկոպիրիտը, գալենիտը, մագնետիտը, սֆալերիտը և այլն: Տարածված են երկաթի հիդրօքսիդները, մալախիտը, պովելիտը, խալկոզինը և այլն: Մրանց հիմնական մասը կարող է համարվել ջրերը սուլֆատ-իոնով սնող աղբյուր, մանավանդ որ, ըստ նույն տվյալների, խզվածքի զոնայի երկարությամբ օքսիդացման զոնայի հզորությունը հասնում է մինչև 60 մ խորության: Օքսիդացման զոնայի առավել ինտենսիվ արտահայտմանը նպաստում են ապարների աճող ճեղքավորվածությունը, գրունտային ջրերի ցածր մակարդակը, պիրիտի բարձր պարունակությունը, որի օքսիդացումը նպաստում է ողջ սուլֆիդային նյութի օքսիդացմանը և արագացնում այդ պրոցեսը:

Սկառնային հանքայնացման տեղամասում խախտման ռեգիոնալ զոնայի մոտիկությունը պայմանավորում է ապարների մեծ ճեղքավորվածությունը, իսկ պիրիտի մեծ քանակությունը հանքանյութերում այս դեպքում ապահովում է օքսիդացման պրոցեսների ինտենսիվությունը:

Հանքավանի հանքավայրի տեղամասում գերակշռում են թույլ ջրաթափանցելիություն ունեցող ապարները (Геология ..., 1974): Քանի որ ստորերկրյա ջրերի սնման հիմնական աղբյուրը մթնոլորտային տեղումներն են, ապարների այդ թույլ թափանցելիությունը բերում է նրան, որ տեղումների մեծ մասն անցնում է մակերևութային հոսքի և միայն փոքր մասն է, որ ֆիլտրվում է և համալրում ստորերկրյա հոսքը:

Ինչպես մակերևութային ու ստորերկրյա, այնպես էլ լեռնային փորվածքներից դուրս եկող հանքավայրային ջրերը գտնվում են ուղիղ կապի մեջ մթնոլորտային տեղումների հետ:

Ապարների ջրատարությունը կախված է նրանց ճեղքավորվածության աստիճանից, որը տարբեր տեղամասերում տարբեր է: Ընդհանուր առմամբ, Մարմարիկի խզվածքի զոնան աչքի է ընկնում

ուժեղ ջրատարությամբ: Հին բովանգքների մեծ մասը չոր են, չնայած որ այնտեղ ևս, հորատման աշխատանքների ընթացքում, գրանցվել են ինչպես գազի, այնպես էլ ջրի, երբեմն շատ ուժեղ պոռթկումներ մեծ քանակներով:

Ըստ քիմիական կազմի՝ Հանքավանի հանքային տեղամասի ջրերը հիմնականում հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիումային են, ոչ բարձր հանքայնացմամբ: Իրենց կազմով մակերևութայիններից առանձնանում են անմիջականորեն հանքավայրի տեղամասի ջրերը, որոնք ունեն բարձր հանքայնացում, սուլֆատ-իոնի գերակայություն և մոլիբդենի բարձր պարունակություններ: 1965թ. ստացված տվյալների համաձայն (Геология ..., 1974), հանքավայրը դրենող հիմնական ջրհոսքի ընդհանուր հանքայնացումը կազմում է 337 մգ/լ, մոլիբդենի պարունակությունը հասնում է 2.37-3.24 մգ/լ: Աղբյուրների ջրերը բնութագրվում են թույլ հանքայնացմամբ՝ 87-105 մգ/լ: Հանքավայրային ջրերը, որոնք դուրս են գալիս հին փորվածքներից, ունեն ամենաբարձր հանքայնացում. նրանց ջրերում չոր մնացորդը կազմում է 722-840 մգ/լ: Համեմատաբար ավելի երիտասարդ փորվածքների ջրերի չոր մնացորդի արժեքները կազմում են 400-525 մգ/լ (Геология..., 1974):

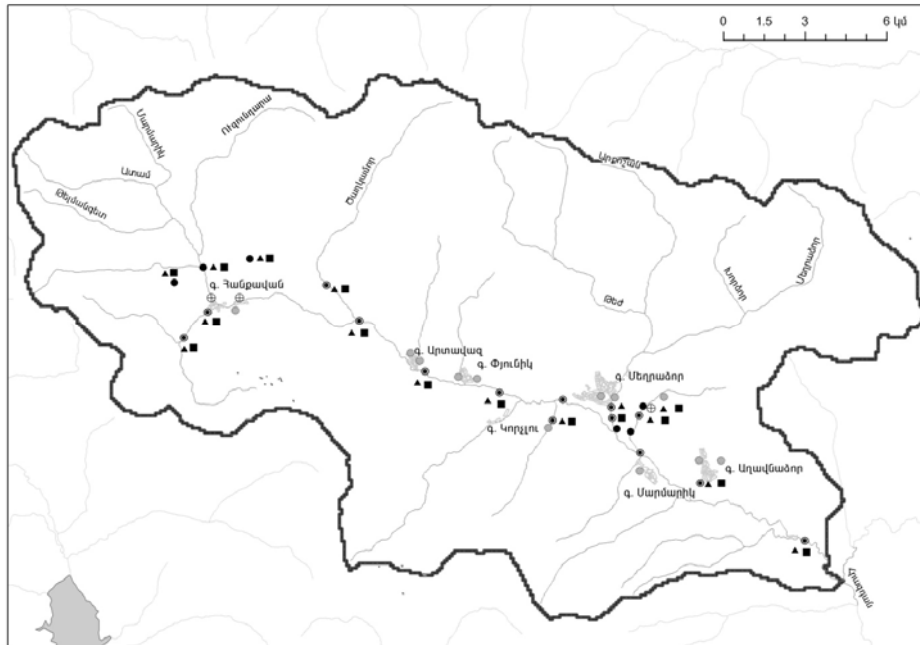
Մեղրաձորի ոսկի-բազմամետաղային հանքավայրը գտնվում է Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային լանջերի հարավ-արևելյան ծայրամասում, Մարմարիկ գետի ձախ ափին: Հանքավայրի տեղամասը չափավոր կտրտված է ոչ խորը ձորակներով: Բոլոր ժամանակավոր և մշտական մակերևութային հոսքերը դրենաժվում են տեղանքի երոզիայի տեղական բազիս հանդիսացող Մարմարիկ գետով:

Մեղրաձորի հանքային դաշտը ներառում է Մեղրաձորի հանքավայրը, Արջասար, Նովի, Այդինձոր հանքային երևակումների տեղամասերը: Հանքայնացումը, ինչպես նկարագրում է Ա.Կարապետյանը (Карапетян, 1982), ներկայացված է երակներով, հանքայնացված զոնաներով, երբեմն՝ ոսպնյակաձև մարմիններով: Հանքայնացման ինտենսիվության աճ նկատվում է ինտրուզիվ ապարներում (Геология ..., 1974):

Մեղրաձորի հանքավայրի հանքանյութերը բնութագրվում են միներալային կազմի տարատեսակությամբ: Այստեղ հայտնի են պղնձի, երկաթի, կապարի և ցինկի սուլֆիդներ, որոնք ջրերը սուլֆատներով սնող հիմնական աղբյուր են, ինչպես նաև ոսկու, արծաթի և այլ տելուրիդներ: Ամենաարդյունավետը հանքայնացման բազմամետաղային փուլն է, որը ներկայացված է երակներով, ոսպնյակներով, բնաձև կուտակումներով (Карапетян, 1982):

Սույն հոդվածում ներկայացվում են 2011-2013թթ. Մարմարիկի հովտում տարրերի ու միացությունների ցրման երկրորդային եզրապսակների հետազոտությունների արդյունքները: 2011թ. կատարվել են հողերի, ջրերի և մակերևութային որոշ հոսքերի հատակային նստվածքների ուսումնասիրություններ: 2012-13թթ. ուսում-

նասիրվել են առավել հետաքրքրություն ներկայացնող ինչպես խմելու քաղցրահամ, այնպես էլ մակերևութային, հանքային և հանքավայրային ջրերը: Նմուշարկումների սխեման բերվում է նկ. 1-ում:



Նկ.1 Մարմարիկ գետի ավազանում կատարված հիդրոերկրաքիմիական նմուշարկումների սխեմա
 O - խմելու քաղցրահամ ջրեր, ⊕ - հանքային ջրեր, ● - հանքավայրային ջրեր,
 ■ - մակերևութային հոսքերի ջրեր, ■ - հողեր, ▲ - ջրհոսքերի հատակային նստվածքներ

Հետազոտությունները կատարվել են հիդրոերկրաքիմիական դասական (Резников и др., 1963) և ֆիզիկաքիմիական (Салихджанова, Гинзбург, 1988) մեթոդներով, համաձայն միջազգային և ՀՀ-ում ընդունված չափորոշիչների: Հողերում և հատակային նստվածքներում տարրերի և միացությունների ջրաշարժունակ մասի պարունակությունները որոշելու նպատակով կիրառվել է Կ.Գեդրոյցի առաջարկած՝ տարրերի ջրային մզվածքի մեթոդը (Гедройц, 1932):

Ջրերի հիդրոերկրաքիմիական ուսումնասիրություններ

Մակերևութային հոսքի ջրերը տեղանքում շրջանառվում են փակ համակարգում և թափվում են Մարմարիկ գետը: Նրանց սնման հիմնական աղբյուրը մթնոլորտային տեղումներն են: Նմուշարկման և հետազոտման են ենթարկվել հիմնականում Մարմարիկի և նրա մի քանի վտակների, այդ թվում՝ հանքավայրերից հոսող ջրերը:

Մարմարիկի և նրա վտակների 2011-2013թթ. հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ նրանք պրակտիկորեն ունեն կայուն հիդրոկարբոնատ-քլորիդ-սուլֆատային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային կազմ: Տիպային բանաձևն ունի հետևյալ տեսքը.

$$M_{0.15-0.24} \frac{HCO^3 59 - 72Cl10 - 19SO^4 11 - 16}{Ca46 - 56Na16 - 33Mg16 - 25}$$

Միայն մեկ դեպքում, Հրազդան քաղաքի մոտ, գրանցվել է հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային կազմ, ինչը կարող է հետևանք լինել մոտակայքի բազմաթիվ աղտոտված հոսքերի ժամանակավոր ազդեցության:

Հանքավայրային ջրերը տարածված են հիմնականում տեղամասի հյուսիս-արևելյան և հարավային ծայրամասերում, Հանքավանի և Մեղրաձորի հանքավայրերի տարածքներում: Դրանք հանքավայրերի հին և նոր բովանգքերից դուրս եկող և հանքավայրերի տարածքները դրենող ջրերն են:

Հանքավանի հանքավայրի տարածքի հանքավայրային ջրերը հետազոտվել են 2013թ.-ին: Նմուշարկվել են հին, փլուզված երկու բովանգքերի և հանքային տեղամասը կտրող ձորակի ջրերը: Հետազոտությունները տվել են նրանց կայուն՝ հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային կազմ: Տիպային բանաձևն ունի հետևյալ տեսքը.

$$M_{0.12-0.38} \frac{HCO^3 67 - 84SO^4 14 - 28}{Ca63 - 65Na16 - 23Mg10 - 15}$$

Ստացված թվային արժեքները ցույց են տալիս, որ հանքավայրային ջրերում օքսիդացման պրոցեսները ավարտված չեն, սակայն չեն կրում ինտենսիվ բնույթ: Այստեղ գրանցվել են մոլիբդենի մեծ քանակություններ (4 մգ/լ ձորակի ջրհոսքում, 16 մգ/լ փլուզված բովանգքից դուրս եկող ջրում և 12 մգ/լ հարևան ձորակում կուտակված հանքային թափոնների տակից դուրս եկող ջրում), որոնք 16-84 անգամ գերազանցում են խմելու ջրերի համար ընդունված թույլատրելի նորմերը (Зонны ..., 2002): Նշենք, որ փլուզված բովանգքի ջուրը, որն ունի մոլիբդենի առավել մեծ պարունակությունն այս տեղամասում - 16 մգ/լ, երբեմն օգտագործվում է խմելու համար:

Մեղրաձորի հանքավայրի տարածքում նմուշարկումները կատարվել են 3 տարվա ընթացքում: 2011թ.-ին հանքավայրի տարածքով անցնող հիմնական ձորակում գրանցվել է սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիումային կազմի ջուր, ըստ որում՝ սուլֆատների ոչ մեծ գերակայությամբ և 0,5 գր/լ հանքանյութով: Ծանր մետաղներ այստեղ կամ չեն հայտնաբերվել, կամ էլ գրանցվել են չնչին քանակներով:

2012թ. նույն ձորակի հոսքով դեպի վար (մոտ 600 մ) կատարված հետազոտությունները տվել են ջրերի սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային, պրակտիկորեն կաշուն կազմ՝ 0,48-0,59 գ/լ հանքայնացմամբ:

2013թ. նույն տեղում կատարված հետազոտությունները տվել են նույն կազմը և 0,46-0,66 գ/լ հանքայնացում:

Տիպային բանաձևն ունի հետևյալ տեսքը.

$$M_{0,46-0,66} \frac{SO^4 63 - 68HCO^3 29 - 34}{Ca50 - 58Mg27 - 35(Na14)}$$

Այսպիսով, Մեղրաձորի հանքավայրի տարածքով անցնող հիմնական հանքավայրային ջուրը ծանր մետաղներ պարունակում է ոչ վտանգավոր քանակությամբ և Մարմարիկ գետը թափվելուց անմիջապես հետո կատարված ուսումնասիրությունները ցույց չեն տալիս նրա ջրերի կազմի փոփոխություններ՝ կապված հանքավայրային ջրերի ազդեցության հետ:

Խմելու քաղցրահամ ջրերը նմուշարկվել են անմիջականորեն այն կետերում, որտեղից վերցվում են օգտագործման համար: Հետազոտություններն կրել են մոնիտորինգային բնույթ 2011-2012թթ. ընթացքում և ընդգրկել են Մարմարիկի ավազանի Աղավնաձոր, Մեղրաձոր, Մարմարիկ, Փյունիկ, Արտավազ, Հանքավան, Թեժառույք բնակավայրերը: Այս աշխատանքների արդյունքներն առավել մանրամասն բերված են առանձին հոդվածում, ըստ որի բերվում են հիմնական արդյունքները (Շահինյան և ուր., 2013):

Տարածված են երկու կազմի ջրեր՝ հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային և հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային: Հազվադեպ դիտվում են տեղափոխություններ կատիոնային կազմի երկրորդ և երրորդ տեղերն զբաղեցնող բաղադրիչների միջև, սակայն ջրերի հիդրոքսիմիական կազմի նկարագրի համար դրանք էական նշանակություն չունեն:

Տիպային բանաձևերն առաջինի և երկրորդի համար, համապատասխանաբար, ունեն հետևյալ տեսքը.

$$M_{0,07-0,12} \frac{HCO^3 56 - 76SO^4 11 - 30Cl10 - 14}{Ca35 - 47Mg28 - 37Na19 - 26}$$

$$M_{0,13-0,43} \frac{HCO^3 61 - 846SO^4 11 - 33}{Ca56 - 72Mg19 - 25Na13 - 18}$$

Մեկ դեպքում գրանցվել է հիդրոկարբոնատ-քլորիդային կազմ կատիոնների անփոփոխ շարքով (Աղավնաձոր, 2012թ.), ինչն, ամենայն հավանականությամբ, պայմանավորված է հիդրոկարբոնատիոնի մգ/էկվ-/%-ի թվային արժեքի չնչին բարձրացմամբ և սուլֆատ-

իռնի 10 մգ/էկվ-%-ից ցածր արժեք կազմելով: Այս երկու ջրերի միջև հիմնական տարբերությունը կարելի է համարել հանքայնացման համեմատաբար բարձր արժեքը երկրորդ դասի ջրերում: Մետաղների պարունակություններն աննշան են, կոշտության, թթվածնային ցուցիչի արժեքները լիովին համապատասխանում են սահմանված պահանջներին:

Մարմարիկի ավազանի հանքային ջրերը երկար տարիների ընթացքում ուսումնասիրվել են հանքային ջրերի խոշոր մասնագետների կողմից:

Հանքային աղբյուրների ջրերի ելքերը եղել են բազմաթիվ և տարածված ինչպես Մարմարիկի ավերին, այնպես էլ անմիջականորեն նրա հունում: Հորատանցքերի հորատումից հետո այդ ելքերը դադարել են գործելուց և դիտվում են միայն առանձին, համեմատաբար ոչ խոշոր աղբյուրներ: Ըստ Ն.Ի.Դոլուխանովայի (Դոլուխանովա, 1963), Հանքավանի հանքային ջրերը հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, նատրիումային են և ունեն 5-7գ/լ ընդհանուր հանքայնացում: Դրանք լավ հայտնի են և գրականության մեջ նկարագրված են ամենայն մանրամասնությամբ: Այստեղ բերվում են բավականին ինտենսիվորեն գործող մի ելքի (որի վրա ջրավազան է կառուցված) և շատրվանող մի հորատանցքի հանքային ջրերի և նստվածքների հետազոտությունների արդյունքները: Առաջինը գտնվում է Հանքավան գյուղի մոտ, դեբիտը կազմում է մոտ 30-35 լ/վրկ և հայտնի է «Տաք ջուր» անվամբ, երկրորդը՝ դեպի Կաքավաձոր տանող ճանապարհի ձախ կողմում, Ծաղկաձոր-Հանքավան ճանապարհից մոտ 300 մ հեռավորության վրա և ունի 8-9 լ/վրկ դեբիտ: Հորատանցքի նմուշարկումները կատարվել են 2012թ. և 2013թ., «Տաք ջրինը» 2013թ.: Ստացված արդյունքները բերվում են աղյուսակ 1-ում:

Հորատանցքի ջրի և նրա նստվածքի ջրային մզվածքի կազմի բանաձևերը, համապատասխանաբար, ունեն հետևյալ տեսքը.

$$M_{0,8} \frac{HCO^3 92-93}{Ca43-44Mg28Na18-19} \quad M_{0,07} \frac{HCO^3 66Cl19SO^4 10}{Na43Ca34}$$

«Տաք ջրի» և նրա նստվածքի ջրային մզվածքի կազմի բանաձևերը ունեն հետևյալ տեսքը.

$$M_{6,61} \frac{Cl58HCO^3 37}{Na73Mg11Ca11} \quad M_{0,22} \frac{Cl56HCO^3 37}{Na88}$$

Ինչպես ցույց են տալիս ստացված տվյալները, հորատանցքի ջուրը ցուցաբերում է կազմի և հանքայնացման կայունություն:

Երկու ջրերն էլ, տեղակայված լինելով Հանքավանի (Միսխանայի) խախտման զոնայում, իրենց կազմով տարբերվում են Հանքավանի հանքային ջրերին բնորոշ հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, նատրիումային կազմից (Դոլուխանովա, 1963): Բացի այդ, գրանցվել

են նաև լիթիումի, ալյումինի, բորի, արսենի, ինչպես նաև ընդհանուր կոշտության, ընդհանուր հանքայնացման բարձր արժեքներ «Տաք ջրում»: Այս ջրի բուժական հատկություններն անկասկած կարիք ունեն մանրակրկիտ հետազոտությունների:

Աղյուսակ 1

Հորատանցքի և «Տաք ջուր» հանքային ջրերի և նրանց նստվածքների կազմերը

h/h	Տարրեր և միացություններ	Հանքային ջուր, հորատանցք, մգ/լ		Հորատանցք, հանքային ջրի նստվածք, մգ/100գ	«Տաք ջուր»	
		2012թ.	2013թ.		2013թ.	2013թ.
1.	NH ₄ ⁺	6,00	6.00	0,70	0.30	0.20
2.	Li ⁺	0,028	չ/հ	0,009	6.97	
3.	Na ⁺	39,31	41.88	8,28	1625.38	62.53
4.	K ⁺	6,75	7.00	2,08	136.37	5.67
5.	Ca ²⁺	82,90	84.78	5,65	207.24	2.26
6.	Mg ²⁺	33,12	31.98	0,57	130.19	2.51
7.	Sr ²⁺	0,30	չ/հ	0,08	2.65	չ/ն
8.	Rb ¹⁺	0,10	չ/ն	չ/հ	չ/ն	չ/ն
9.	Al ³⁺	0,08	չ/ն	0,0013	0.02	չ/ն
10.	Mn ²⁺	0,032	չ/ն	0,004	չ/ն	չ/ն
11.	Ba ²⁺	չ/հ	չ/ն	չ/հ	չ/ն	չ/ն
12.	Fe ²⁺	15,16	չ/ն	0,68	չ/ն	չ/ն
13.	Fe ³⁺	0,04	չ/ն	0,56	չ/ն	չ/ն
14.	Fer ^{նդհ.}		6.40		0.60	0.10
15.	Cu ²⁺	0,0058	0.0007	0,0007	0.0005	0.0003
16.	Zn ²⁺	0,006	0.027	0,00008	չ/հ	չ/հ
17.	Pb ²⁺	0,001	0.001	0,000056	0.0008	0.00055
18.	Cd ²⁺	0,0004	չ/հ	չ/հ	չ/հ	չ/հ
19.	F ⁻	0,08	չ/ն	0,15	չ/հ	0.08
20.	Br ⁻	չ/հ	չ/ն	չ/հ	չ/ն	չ/ն
21.	I ⁻	0,01	չ/ն	0,006	չ/ն	չ/ն
22.	Cl ⁻	20,70	21.89	5,52	1983.60	64.30
23.	SO ₄ ²⁻	2,06	5.76	3,70	234.56	7.82
24.	HCO ₃ ⁻	549,00	536.80	33,55	2147.20	73.20
25.	NO ₃ ⁻	0,30	0.50	1,80	0.30	2.20
26.	NO ₂ ⁻	չ/հ	չ/հ	0,07	չ/հ	0.15
27.	PO ₄ ³⁻	0,04	0.12	0,08	0.64	0.05
28.	H ₄ SiO ₄	78,40	175.00	4,00	120.00	2.50
29.	Cr	0,028		0,012		
30.	As	չ/հ	չ/հ	չ/հ	0.25	0.24
31.	Mo	0,002	0.0025	0,0018	չ/հ	չ/հ
32.	Ce	չ/հ		չ/հ	չ/ն	չ/ն
33.	B	0,20	0.02	չ/հ	16.00	չ/ն
34.	Ընդհ. հանք.	834,65	818.22	67,51	6612.27	223.81
35.	Ընդհ. կոշտ., մգ-էկվ/լ	6,87	6.86	0,33		0.32
36.	pH	6,47	6.17	7,37	6.57	8.86

Հատկապես հետաքրքրական են As-ի պարունակությունները ինչպես ջրում, այնպես էլ հատակային նստվածքում: Քանի որ արսենը փոփոխական վալենտականությամբ (մինչև V) անիոնոգեն տարր է, Eh-Ph հիդրոերկրաքիմիական համակարգում կարող է գոյություն ունենալ երկու վալենտական աստիճաններով՝ III և V: Այս համակարգերում իրենց հերթին հնարավոր են նաև թթվածնային ձևերի անցումները սուլֆիդային ձևերի: Ջրերում արսենը հիմնականում գոյություն ունի արսենային, արսենական թթուների (H_3AsO_3 , H_3AsO_4) և նրանց հիդրոաղերի՝ արսենիտների, արսենատների տեսքով՝ $\text{H}_2\text{AsO}_4^- > \text{HAsO}_4^{2-} > \text{H}_3\text{AsO}_4$ (Крайнов, Швец, 1987):

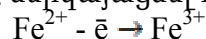
Նշված թթուները միջին ուժի եռաօքսիդ թթուներ են: Մի շարք արսենիտներ և արսենատներ ջրում լավ լուծելի են: Քանի որ լարվածության շարքում արսենը գտնվում է ջրածնի և պղնձի միջև, նա թթուներից ջրածին դուրս չի մղում, սակայն օքսիդիչների ազդեցությամբ կարող է անցնել լուծույթ:



Մինչև վերջերս ընդունվում էր, որ, քանի որ երկաթի միացությունները, կալցիումի կարբոնատը և բիկարբոնատը հանդիսանում են As (III)-ի և As (V)-ի սորբենտներ, ապա հանքային ջրի պարզեցման (զուլավման) հետևանքով արսենի մի մասը ադսորբցվում է: Սակայն հետագա ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ արսենի (V) միացությունները կարող են քիմիական փոխազդեցության մեջ մտնել եռավալենտ երկաթի աղերի հետ դժվարալուծ արսենատի առաջացմամբ, $\text{pH}=6-8$ պայմաններում:

$$\text{L.U. } [\text{Fe}^{3+}] [\text{AsO}_4^{3-}] = 5.8 \times 10^{-21}:$$

Երկաթ պարունակող հանքային ջրում ընթացող պրոցեսը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ:



2010):

Այսպիսով, կարելի է ենթադրել, որ հատակային նստվածքում գտնվող արսենը չպետք է անցնի լուծույթ: Սակայն նստվածքի ջրային մզվածքի ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս ընդհանուր արսենի (As_{total}) զգալի պարունակություններ, ինչը վկայում է նրա ջրալուծ ձևով հանդես գալու մասին: Պարբերական համակարգում ազոտի, ֆոսֆորի, ստիբիումի հետ միասին գտնվելով հինգերորդ խմբում, արսենը ցուցաբերում է նրանց հետ ընդհանուր քիմիական հատկություններ: Ֆոսֆատները, իրենց հերթին, կարող են տեղակալել ադսորբված և կապված արսենը սորբված կոմպլեքս-

ներից և միացություններից, ինչի հետևանքով էլ արսենը վերածվում է լուծելի ձևի և նորից անցնում լուծույթ:

Հնարավոր է նաև արսենի անցնումը լուծելի ձևերի՝ անաեռոք միկրոօրգանիզմների կողմից նրա դժվարալուծ ձևերի քայքայման արդյունքում (Соложенкин и др, 1987):

Հորատանցքի ջուրը հետազոտված տարրերի պարունակությունների անոմալիաներ, բացի երկաթից (6.4 մգ/լ), չի տալիս: Ջրի էլքի տեղամասը ամբողջությամբ ծածկված է դեղնավուն գոյացությամբ, ինչը վկայում է ջրի համեմատաբար խորքային առաջացման և երկարժեք երկաթի բարձր պարունակության մասին: Զգացվում է նաև ածխաթթու գազի պարբերաբար ուժեղացող հոտ:

Հողերի հիդրոերկրաքիմիական ուսումնասիրությունները կատարվել են 2011թ. և 2013թ.: Նմուշարկվել են Մարմարիկի ձախափնյա, Մեղրաձորի հանքավայրը հատող վտակի ափերի, ինչպես նաև Հանքավանի հանքավայրի տարածքի հողերը: Նմուշարկումները կատարվել են նույն տեղամասերում, որտեղից վերցվել են ջրերի նմուշները:

Մարմարիկի ափերի հողերի բոլոր նմուշարկումների արդյունքները տվել են համարյա կայուն հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ քլորիդային, կալցիում-մագնեզիումային դաս: 2013թ. 1 նմուշում գրանցվել է նիտրատ-իոնի բարձր պարունակություն, ինչը կրում է էպիգոդիկ բնույթ՝ կապված լոկալ աղտոտման հետ: Հողերի ջրային մզվածքի տիպային բանաձևը կարելի է արտահայտել հետևյալ տեսքով.

$$M_{0,03-0,05} \frac{HCO^3 37 - 676SO^4 13 - 37Cl 10 - 17}{Ca 34 - 64Mg 11 - 28Na 10 - 11}$$

Մեղրաձորի հանքավայրը կտրող կենտրոնական ձորակում կատարված հետազոտությունները տալիս են հետևյալ բանաձևը (փակագծերում բերվում են մեկ անգամ գրանցված արժեքները).

$$M_{0,03-0,05} \frac{HCO^3 56 - 75SO^4 13 - 24(Cl 17)}{Ca 44 - 64Mg 24 - 39(K 10)}$$

Հանքավանի հանքավայրի տարածքի հողերում, որոնք նմուշարկվել են 2013թ., գրանցվել է հետևյալ կազմը.

$$M_{0,03-0,045} \frac{HCO^3 45 - 69SO^4 12 - 29F 10 - 12}{Ca 37 - 53Mg 28 - 35(K 17)}$$

3 նմուշներում գրանցվել են հետազոտվող տարածքի համար ֆտորի պարունակությունների բավականին բարձր արժեքներ: Նրանք չեն գերազանցում 1մգ/լ, սակայն բանաձևում, անիոնների շարքում նրանց ի հայտ գալը արժանի է ուշադրության: Երևույթը բացատրվում է հետևյալ կերպ. կապված նատրիումի և կալցիումի ֆտորիդների տարբեր լուծելիության հետ, ֆտորի անցումը ապար-

ներից դեպի ջուր և նրա քանակությունը ջրում կախված են Na/Cl հարաբերության մեծությունից: Ինչքան այն մեծ է, ֆտորի այնքան ավելի մեծ քանակություններ կարող են պարունակվել ջրերում՝ մնացած հավասար պայմանների դեպքում: Հայտնի է, որ ֆտորի ավելի մեծ քանակությունների կորզման և կուտակման համար առավել նպաստավոր են HCO_3^-/Na ջրերը (Крайнов, Швец, 1987):

Կալիումի ի հայտ գալը բանաձևի կատիոնների շարքում նույնպես տարածքի ջրերի համար հաճախ հանդիպող երևույթ է: Այս տարրն ունի շատ մեծ նշանակություն կենդանի օրգանիզմների կենսագործունեությունն ապահովելու իմաստով: Նրա կենսաբանական կլանման գործակիցը շատ հաճախ մեծ է 1-ից, ինչը և պայմանավորում է կենսաբանական ակումուլյացիան հողերի վերին շերտերում: Սակայն ջրային միգրացիայի գործակիցը սովորաբար փոքր է 1-ից, քանի որ կալիումի ջրաշարժունակ հիմնական մասը գտնվում է անընդհատ կենսաբանական շրջապտույտի մեջ:

Մարմարիկ գետի և նրա վտակների **հատակային գոյացումների հիդրոերկրաքիմիական ուսումնասիրությունները** կատարվել են 2011թ.: Ըստ ստացված արդյունքների, միայն Թեժառույթի նմուշում է գրանցվել հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային կազմ՝ հիդրոկարբոնատ-իոնի ոչ մեծ գերակշռությամբ: Մնացած դեպքերում նստվածքների ջրային մզվածքները հիմնականում սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիումային են՝ քլորիդ- և ամոնիում-իոնների էպիգոդիկ առկայությամբ: Հատակային նստվածքների ջրային մզվածքի կազմի տիպային բանաձևը կարող է ներկայացվել հետևյալ տեսքով.

$$M_{0.46-0.66} \frac{SO^4 63 - 68HCO^3 29 - 34}{Ca50 - 58Mg27 - 35(Na14)}$$

Եզրակացություններ

Մարմարիկի խախտման գոտու տարածքի երկրորդային եզրապսակների համալիր ուսումնասիրությունները վկայում են տարածքի բարդ և տարաբնույթ հիդրոերկրաքիմիական յուրահատկությունների մասին: Դիտարկված բոլոր ջրերն ունեն տարբեր կազմեր, ինչը ցույց է տալիս իրար վրա նրանց ազդեցությունների բացակայությունը: Այսպես, մակերևութային հոսքի ջրերը բնութագրվում են պրակտիկորեն կայուն *հիդրոկարբոնատ-քլորիդ-սուլֆատային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային* կազմով: Հանքավանի հանքավայրի տարածքի հանքավայրային ջրերն ունեն *հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-նատրիում-մագնեզիումային* կազմ: Մեղրաձորի հանքավայրի տարածքի հանքավայրային ջրերն ունեն *սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային* կազմ: Խմելու քաղցրահամ ջրերը հանդես են գալիս *հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային* և *հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային* կազմերով: Հանքային ջրերի համար գրանցվել են *հիդրոկարբոնատ-քլորիդային, նատրիումային* (Հան-

քական) (Դոլուխանովա, 1963), *հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիում-նատրիումային* (հորատանցք) և *քլորիդ-հիդրոկարբոնատային, նատրիում-մագնեզիում-կալցիումային* (Տաք ջուր) կազմերը:

Հանքավանի և Մեղրաձորի հանքավայրերի և Մարմարիկ գետի ափերի լիթոերկրաքիմիական ուսումնասիրությունները տալիս են հողերի ջրային մզվածքի համարյա միևնույն *հիդրոկարբոնատ-սուլֆատ-քլորիդային, կալցիում-մագնեզիումային* կազմը կալիումի և նատրիումի էպիգոդիկ գրանցումներով: Հողերում նույնպես մետաղների պարունակությունները չեն գերազանցում ընդունված նորմերը:

Մարմարիկի և նրա վտակների հատակային նստվածքների ջրային մզվածքն ունի կայուն կազմ՝ *սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային, կալցիում-մագնեզիումային* (նատրիումային) կազմ:

Ընդհանուր առմամբ, Հանքավանի և Մեղրաձորի հանքավայրերի անմիջական ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա թույլ է: Որոշ տարրերի և միացությունների համար գրանցված բարձր պարունակությունները ջրերում, հողերում և հատակային նստվածքներում հիմնականում պայմանավորված են տարածքի երկրաբանական մասնագիտացմամբ (Mo, Fe²⁺, As, B և ուր.) և տեխնոգեն ազդեցություններով (NH₄⁺, NO₃⁻):

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Դոլուխանովա Ն.Ի.** Հայկական ՍՍՌ կուրորտային հարստությունները: ՀՍՍՌ ԳԱ հրատարակչություն, Ե., 1963, 143 էջ:
- Շահինյան Հ.Վ., Զաքարյան Շ.Ս., Գյուլնազարյան Շ.Ա.** ՀՀ Կոտայքի և Արմավիրի մարզերի խմելու քաղցրահամ ջրերի էկոլոգահիդրոերկրաքիմիական բնութագիրը: ՀՀ ԳԱԱ Տեղեկագիր, Գիտություններ Երկրի մասին, 2013, հ. 66, N2-3, էջ 3-14:
- Гедройц К.К.** Химический анализ почвы. Гос.изд. сельско-хозяйственной и колхозно-кооперативной литературы. М., Л., 1932, 535 с.
- Геология Армянской ССР. Т.VIII.** Гидрогеология. Изд. АН Арм.ССР. Е., 1974. 392 с. Зоны санитарной охраны водоканалов и источников водоснабжения питьевого хозяйственного назначения. Санитарные нормы и правила РА. N2-III-A2-2. 2002.
- Карапетян А.И.** Эндогенные рудные формации Памбак-Зангезурской металлогенической зоны Малого Кавказа. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1982. 348 с.
- Крайнов С.Р., Швеи В.М.** Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М.: “Недра”, 1987. 237 с.
- Немодрук А.А.** Аналитическая химия мышьяка. М.: “Наука”, 1976. 241 с.
- Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю.** Методы анализа природных вод. Гос. научно-техническое изд. литературы по геологии и охране недр. М.: 1963. 404 с.
- Салихджанова Р.М.-Ф., Гинзбург Г.И.** Полярографы и их эксплуатация в практическом анализе и исследованиях. М.: “Химия”, 1988. 160 с.
- Соложенкин П.М., Любавина Л.Л., Буянова Н.Н.** Биологический способ удаления мышьяка из растворов. Цветные металлы. М.: 1987. №6, с. 24-27.
- Yavuz C.F., Mayo J.T., et al.** Pollution Magnet: nano-magnetite for arsenic removal from drinking water. Environmental Geochemistry and Health, Volume 32, Number 4, 2010, p. 327-334.

Рецензент Мелконян Р.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНА РЕКИ МАРМАРИК ПО ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИМ И ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИМ ОРЕОЛАМ

Г.В. Шагинян, Ш.С. Закарян, Ш.А. Гюльназарян

Резюме

Целью статьи являлось детальное описание сложных геохимических характеристик территории, оценка экологогеохимического состояния бассейна и влияния на него горнорудной промышленности.

Приводятся результаты экологогеохимических исследований вторичных ореолов рассеяния элементов на территории бассейна р.Мармарик в период 2011-2013гг. Впервые на этой территории проведены комплексные исследования по вторичным ореолам рассеяния элементов, в результате которых выведены классы всех типов вод, а также водных вытяжек из почв и донных осадков. Исследовались воды поверхностного стока, минеральные, рудничные и питьевые пресные воды, почвы и донные осадки некоторых водотоков территории. Выведены типичные формулы составов объектов исследований, которые характеризуют их геохимические особенности.

THE GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF THE MARMARIK RIVER BASIN ACCORDING TO THE HYDROGEOCHEMICAL AND LYTHOGEOCHEMICAL AUREOLES

H. V. Shahinyan, Sh. S. Zakaryan, Sh. A. Gyulnazaryan

The article demonstrates the results of the eco-geochemical studies of the secondary dispersion aureoles of elements in the Marmarik River basin during 2011-2013. Complex studies of the secondary dispersion aureoles of elements in this area were conducted for the first time and helped to identify classes of all water types, as well as of the aqueous extracts from soils and bottom sediments. Surface flow water, mineral, mine and drinkable sweet waters, soils, and bottom sediments of some flows in the Marmarik river basin were analyzed. The purpose of the article was to provide the most detailed description of complex geochemical characteristics of the area, and estimate the eco-geochemical state of the basin and the influence from the mining industry it experienced during the considered time period.