



Գաղտնի և սահմանափակ հասանելիությամբ

ԲՍԱԳ-ի ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

Ջրային ռեսուրսների և երկրաբանության, կենսաբազմազանության և օդի որակի վրա ազդեցությունների

3-րդ կողմի անկախ գնահատում

2019 թվական հուլիսի 22

ԱՄՈՒԼՍԱՐԻ ՈՍԿՈՒ ՀԱՆՔ

Հայաստանի Հանրապետություն

Կազմվել է՝ ՀՀ քննչական կոմիտեի համար, Երևան քաղաք, Հայաստան

**ԷԼԱՐԴ/ELARD ընկերության
Բեյրութ, Լիբանան**

**ԹիԱրՍի/ TRC ընկերության
Նյու Փրովիդենս, Նյու Ջերսի, ԱՄՆ
կողմից**

Փաստաթուղթը գաղտնի է և սահմանափակ հասանելիությամբ

Կազմված և ստորագրված է Դեյվիդ Հեյի, Ռոբերտ Ստենֆորտի, Կառլա Խատերի, Ալեքսանդր Կյուշիեի, Շարբել Աֆիֆի կողմից:

Վերանայվել և հաստատվել է Նիդալ Ռաբահի, Ռամեզ Կայալի, Ռիկարդո Խուրիի կողմից:

***Փաստաթուղթն անգլերենից թարգմանվել է ՀՀ քննչական կոմիտեի
ղեկարարամենտի Արտաքին կապերի բաժնի կողմից:
Փաստաթղթի բնօրինակը համարվում է անգլերենը:
Տարակարծության դեպքում հիմք են ընդունվում
անգլերեն լեզվով փաստաթղթի ձևակերպումները:***

Ամուլսարի ոսկու հանք
Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության
և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում
Հուլիսի 22, 2019 թվական



ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

(Էջերը նշված են ըստ անգլերեն բնօրինակ փաստաթղթի)

1.0. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ	1
1.1. Նպատակներ	1
1.2. Աշխատանքի ծավալներ	2
1.2.1. Երկրաբանական ազդեցությունների գնահատում	3
1.2.2. Զրային ռեսուրսների վրա ազդեցությունների գնահատում	3
1.2.3. Կենսաբազմազանության վրա ազդեցությունների գնահատում	4
1.2.4. Օդի որակի վրա ազդեցությունների գնահատում	4
1.3. Հիմքերը և հղումները	5
1.4. Փորձագետների որակավորումը	5
1.5. Զեկույցի կառուցվածքը	7
2.0. ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ	8
2.1. Զրեր և երկրաբանություն	8
2.1.1. Ելակետային բնութագրեր	8
2.1.1.1. Օդերևութաբանական տվյալներ	8
2.1.1.2. Երկրաբանություն և ԹԱԴ երկրաքիմիա	9
2.1.1.3. Սեյսմիկ վտանգների պոտենցիալ	27
2.1.1.4. Ստորգետնյա ջրերի հոսք	29
2.1.1.5. Մակերևութային ջրերի հիդրոլոգիա	35
2.1.1.6. Մակերևութային ջրերի և ստորգետնյա ջրերի կազմությունը և որակը	38
2.1.2. Արտահոսք, հոսքաջրեր, ստորգետնյա ջրերի հոսք, լուծույթի տեղափոխման ուղու մոդելներ	41
2.1.2.1. Բացահանքերի արտահոսքի ենթամոդելներ	41
2.1.2.2. ԴԱԼ-ի ջրահոսքի ենթամոդել	43
2.1.2.3. ԴԱԼ-ի արտահոսքի ենթամոդել	44

Ամուլսարի ոսկու հանք
 Զրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության
 և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում
 Հունիսի 22, 2019 թվական



2.1.2.4. ԿՏՀ լուծույթի տեղափոխման ուղու ենթամոդել	45
2.1.2.5. Տարածաշրջանային ստորգետնյա ջրերի հոսքի մոդել	47
2.1.3. Զրային ռեսուրսների ազդեցությունների գնահատում	52
2.1.3.1. ԴԱԼ	52
2.1.3.2. ԿՏՀ	53
2.1.3.3. Բացահանքեր	53
2.1.3.4. Հանքի շինարարությունը սկսելու պատճառով հնարավոր ազդեցությունները	58
2.1.4. Ծրագրի ջրային հաշվեկշիռ	59
2.1.5. Մեղմման միջոցներ	60
2.1.5.1. Բացահանքեր	60
2.1.5.2. ԴԱԼ	61
2.1.5.3. ԿՏՀ	62
2.1.5.4. Կոնտակտային ջրերի մաքրման համակարգեր	63
2.1.5.5. Աղետներ	80
2.1.5.6. Հետփակման ծախսեր	81
2.1.6. Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի ծրագիր	83
2.1.6.1. Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի պլան	83
2.1.6.2. Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի եռամսյակային հաշվետվություններ	84
2.2. Կենսաբազմազանություն	85
2.2.1. Ելակետային բնութագրեր	85
2.2.1.1. Լավագույն պրակտիկա	85
2.2.1.2. Գնահատում	85
2.2.2. Կենսաբազմազանության վրա ազդեցությունների գնահատում	88



2.2.2.1. Լավագույն պրակտիկա	88
2.2.2.2. Գնահատում	88
2.2.3. Մեղմման միջոցներ	90
2.2.3.1. Լավագույն պրակտիկա	90
2.2.3.2. Գնահատում	90
2.2.4. Շրջակա միջավայրի կառավարման պլաններ	91
2.2.4.1. Լավագույն պրակտիկա	91
2.2.4.2. Գնահատում	92
2.3. Օդի որակ	97
2.3.1. Ելակետային բնութագրեր	97
2.3.1.1. Ակնկալվող արտանետումների աղբյուրները և աղտոտիչները	97
2.3.1.2. Օդի որակի կարգավորումները	97
2.3.1.3. Օդերևութաբանական չափումների տվյալներ	97
2.3.1.4. Չափման կայաններ	97
2.3.1.5. Աղտոտիչների չափման համար օգտագործված մեթոդները	97
2.3.1.6. NO ₂ կոնցենտրացիաների արդյունքները	98
2.3.1.7. SO ₂ կոնցենտրացիաների արդյունքները	98
2.3.1.8. PM կոնցենտրացիաների արդյունքները	99
2.3.2. Օդի որակի վրա ազդեցությունների գնահատում	99
2.3.2.1. Հանքարդյունահանման գործողություններից առաջացած տարածվող փոշին և դրա ազդեցությունը	99
2.3.2.2. Ծանապարհային երթևեկության հետևանքով առաջացած արտանետումները և դրանց ազդեցությունը	102
2.3.2.3. Կաթսաների արտանետումները	102
2.3.2.4. Ոսկու հանքաքարի մշակումից առաջացած արտանետումներ	102



2.3.2.5. Կաթսաներից և ոսկու հանքաքարի մշակման գործընթացից առաջացած արտանետումների մոդելավորում	103
2.3.3. Մեղմման միջոցներ	104
2.3.4. Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի պլան	104
3.0. ԱՄՓՈՓՈՒՄ, ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ՏԿՅԱԼՆԵՐԻ ԲԱՅԵՐ	106
3.1. Ջրային ռեսուրսներ և երկրաբանություն - Ելակետային բնութագրում	106
3.1.1. Երկրաբանություն	106
3.1.2. Երկրաքիմիա	106
3.1.3. Ջրային ռեսուրսներ	108
3.2. Ստորգետնյա ջրերի հոսք և լուծույթների տեղաշարժի ուղու մոդելավորում (transport modeling)	109
3.3. Ջրի որակ և Ջրային ռեսուրսների վրա ազդեցության գնահատում	110
3.4. Ջրային ռեսուրսներ և երկրաբանություն - Մեղմման միջոցներ	112
3.4.1. Բացահանքեր	112
3.4.2. ԴԱԼ	112
3.4.3. ԿՏՀ	113
3.4.4. Կոնտակտային ջրերի մաքրման համակարգեր	113
3.4.4.1. ԹԱԴ-ԴԱԼ	113
3.4.4.2. ԿՏՀ	114
3.4.5. Բնական աղետներ	115
3.5. Հետփակման ծախսեր	115
3.6. Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի ծրագիր	116
3.7. Ջրային ռեսուրսներ և երկրաբանություն – Տվյալների բացեր	117
3.8. Կենսաբազմազանություն	118
3.9. Կենսաբազմազանություն – Տվյալների բացեր	120



3.10. Օդի որակ	122
4.0. ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԱՌԱՋԱԴՐԱՆՔԻ (ToR) ԿՈՆԿՐԵՏ ՀԱՐՑԵՐԻ ՊԱՏԱՍԽԱՆՆԵՐ	123
4.1. Զրային ռեսուրսներ և երկրաբանություն	123
4.2. Կենսաբազմազանություն	132
4.3. Օդի որակ	137
5.0. ՀՂՈՒՄՆԵՐ	139
ԱՂՅՈՒՍԱԿՆԵՐ	
Աղյուսակ 2.1.1. Մաքրման տարբեր տեսակների որակական համեմատություն (INAP, 2009, Աղյուսակ 7.1)	65
Աղյուսակ 2.1.2. Նախագծված ՊՄՀ ներհոսող ջրի որակ (GRE, 2017, Աղյուսակ 14)	67
Աղյուսակ 2.1.3. ՊՄՀ ներհոսքի համար տրված հիմնական իոնների լիցքավորման հաշվեկշիռը (GRE, 2017, Աղյուսակ 14)	69
Աղյուսակ 2.1.4. ՊՄՀ ներհոսող որակի կանխատեսումների (GRE, 2017) և նախագծի տվյալների տարբերությունը (Sovereign 2015)	70
Աղյուսակ 2.1.5. ԴԱԼ ֆիլտրատի ջրի որակի համեմատությունը մգ/Լ	71
Աղյուսակ 2.1.6. ԴԱԼ ֆիլտրատի ջրի որակի համեմատությունը միլի/Լ	71
Աղյուսակ 2.1.7. Բացահանքերում և ԴԱԼ-ի ջրում նիտրատի և ամոնյակի սահմանված մակարդակները (Golder 2014f, Աղյուսակ 2)	73
Աղյուսակ 2.1.8. Զրի որակի հիմնական պարամետրերը – ԿՏՀ լուծույթներ (Golder, 2014b, Աղյուսակ 2)	75
Աղյուսակ 2.1.9. Թթվայնության համեմատություն – ԿՏՀ լուծույթներ (Golder, 2014b, Աղյուսակ 2)	77
ՆԿԱՐՆԵՐ	
Նկար 2.1.1. Սուլֆատների և երկաթի կոնցենտրացիաների համեմատությունը 74-C 76-C խոնավության բջիջներում	26
Նկար 2.1.2. Գծանկար – Հետփակման փուլում ջրի կառավարում (Նկար 6.10.3., ԲՍԱԳ)	79
ՀԱՎԵԼՎԱԾՆԵՐ	
Հավելված Ա. Ամուլսարի տեկտոնիկ բլրկի ֆիզիոգրաֆիկ քարտեզը և Վայոց Ձորի և խզվածքների կապակցվածության երկրաբանական քարտեզը	
Հավելված Բ. Քարտեզ, որը ցույց է տալիս հիդրավիկ հաղորդականության փորձարկումների տեղակայման վայրերը	
Հավելված Գ. Լիդիանի պատասխանները (ապրիլ 2019) ԷԼԱՐԴ-ի թիմի հարցերին	
Ամուլսարի ոսկու հանք	
Զրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության	
և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում	
Հունիսի 22, 2019 թվական	



Գաղտնի և սահմանափակ հասանելիությամբ

(երկրաքիմիական մոդելների մուտքային (ինփուֆ) տվյալներ և փուլեր, Լիդիանի մամլո հաղորդագրությունը)

ՀԱՊԱՎՈՒՄՆԵՐԻ ՑԱՆԿ

Թթվայնություն

ABA/ԹՀՀ	Թթվահիմնային հաշվարկ
AMD/ՀԹԴ	Հանքի թթվային դրենաժ
AP/ՊԹ	Պոտենցիալ թթվայնություն
ARD/ԹԱԴ	Թթվային ապարների դրենաժ
NAG/ԶԹԳ	Զուտ թթվագոյացում
NPR/ԶՊԳ	Զուտ պոտենցիալի գործակից
NP/ԹԶԿ	Թթվի չեզոքացման կարողություն
Non-PAG/ոչ-ՊԹԳ	Ոչ պոտենցիալ թթվագոյացնող
NNP/ԶԶՊ	Զուտ չեզոքացման պոտենցիալ
PAG/ՊԹԳ	Պոտենցիալ թթվագոյացում
SAG/ՈՒԹԳ	Ուժեղ թթվագոյացնող
WAD/ԹԹՄԼ	Թույլ թթվային միջավայրում լուծվող

Քիմիա

DO/ԼԹ	Լուծված թթվածին
C/Կ	Կարբոն
CaCO ₃	Կարբոնատ
CaO	Կիր
CO ₂	Ածխաթթու գազ
H	Ջրածին
HCl	Աղաթթու
K	Կալիում
N	Ազոտ
NaCN	Նատրիում ցիանիդ

Ամուլսարի ոսկու հանք
Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության
և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում
Հունիսի 22, 2019 թվական



Գաղտնի և սահմանափակ հասանելիությամբ

NaOH	Նատրիում երկօքսիդ
NH ₄	Ամոնիակ
NO ₃	Նիտրատ
O	Թթվածին
Fe	Երկաթ
Fe(III)	Եռավալենտ երկաթ (Fe ³⁺)
Fe(II)	Երկվալենտ երկաթ (Fe ²⁺)
S	Ծծումբ
Si	Սիլիկոն
Sr	Ստրոնցիում

Երկրաբանություն և հիդրոերկրաբանություն

ET	Էվապոտրանսպիրացիա
K _h	Հորիզոնական հիդրավիկ հաղորդականություն
K _v	Ուղղահայաց հիդրավիկ հաղորդականություն
K _h /K _v	Հիդրավիկ հաղորդականության անիզոտրոպիկ գործակից
LV/UC	Ստորին հրաբխային
LVA/UCU	Ստորին հրաբխային անդեզիտ
VC/ՎՀ	Վերին հրաբխային

Լաբորատոր/քիմիական վերլուծություններ և փորձարկումներ

AAS/ԱԱՍ	Ատոմային արսուրբցիայի սպեկտրոսկոպիա
COC/ՄԱԲ	Մտահոգություն առաջացնող բաղադրիչ
HC/ԽԲ	Խոնավության բջիջ
ICP/ԻՁՊ	Ինդուկտիվորեն զուգորդված պլազմա
SPLP/ՍՆՏԸ	Սինթետիկ ներթափանցման տարրավազման ընթացակարգ
XRD/ՌՃԴ	Ռենտգենյան ճառագայթների դիֆրակցիա
XRF/ՌՃՖ	Ռենտգենյան ճառագայթների ֆլուորեսցենցիա
Wt.	Քաշ
Wt. %	Քաշը տոկոսներով արտահայտված

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական



Գաղտնի և սահմանափակ հասանելիությամբ

Հանքարդյունաբերություն

ADR/ԱԴՎ	Ադսորբցիա/դեսորբցիա/վերականգնում
BRSF/ԴԱԼ	Դատարկ ապարների լցակույտ
BLS/ՈՀԼ	Ոչ հագեցած լուծույթ

GARD Guide/ԹԱԴԳ նուլեցույց	Թթվային ապարների դրենաժի գլոբալ ուղեցույց
HL/ԿՏ	Կույտային տարրավազում
HLF/ԿՏՀ	Կույտային տարրավազման հրապարակ
HLP/ԿՏՀ	Կույտային տարրավազման հարթակ
HLS/ԿՏԼ	Կույտային տարրավազման լուծույթ

PLS/ՀՏԼ	Հագեցած տարրավազման լուծույթ
PSP/ՀԼԱ	Հագեցած լուծույթի ավազան

Այլ

ASCE/ՔԻԱՄ	Քաղաքացիական ինժեներների ամերիկյան միություն
ASL/ԾՄԲ	Ծովի մակարդակից բարձր
ASTM/ՓՆԱՄ	Փորձարկումների և նյութերի ամերիկյան միություն
ATB/ԱՏԲ	Ամուլսարի տեկտոնիկ բլոկ
EBRD/ԵՎԶԲ	Եվրոպայի վերակառուցման և զարգացման բանկ
ELARD	ԷԼԱՐԴ ընկերություն
EMP/ՇՄՄԾ	Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի ծրագիր
RA/ՀՀ	Հայաստանի Հանրապետություն
ESIA/ՔՍԱԳ	Բնապահպանական և սոցիալական ազդեցությունների գնահատում
EIA/ՇՄԱԳ	Շրջակա միջավայրի ազդեցությունների գնահատում
GRE/GRE	GRE ընկերություն (Գլոբալ Ռեսուրս Էնջինիերինգ)
GSA/ՍՋՈՒՏ	Ստորգետնյա ջրերի ուսումնասիրության տարածք
IBC/ՄՇԿ	Միջազգային շինությունների կոդ
INAP/ԹԿՄՅ	Թթվայնության կանխարգելման միջազգային ցանց
ICRA/ՀՀՔԿ	Հայաստանի Հանրապետության քննչական կոմիտե

Ամուլսարի ոսկու հանք
Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության
և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում
Հունիսի 22, 2019 թվական



Գաղտնի և սահմանափակ հասանելիությամբ

IFC/ՄՖԿ	Միջազգային ֆինանսական կորպորացիա
IPCC/ԿՓՄԽ	Կլիմայական փոփոխությունների միջազգային խումբ
ITRC/ՏԿՄՆԽ	Տեխնիկական և կարգավորման միջնահանգային խորհուրդ (ԱՄՆ)
MNP/ԲՆ	ՀՀ Բնապահպանության նախարարություն
LCRS/ԱՀՎՀ	Արտահոսքի հավաքման և վերականգնման համակարգ
OM&M/ՇՍՄ	Շահագործում, սպասարկում և մոնիթորինգ
PTS/ՊՄՀ	Պասիվ մաքրման համակարգ
Q/Ե	Եռամսյակ
RA/ՀՀ	Հայաստանի Հանրապետություն
SNCO/ՊՈԱԿ	ՀՀ ԲՆ Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի և տեղեկատվության կենտրոն
SWWB/ՏԸԶՀ	Տեղանքի ընդհանուր ջրային հաշվեկշիռը
TOR/SU	Տեխնիկական առաջադրանք (Նոյեմբերի 27, 2018 մշակվել է սույն նախագծի համար)
TRC/ՏՈՍ	TRC բնապահպանական կորպորացիա
UNDP/ՄԱԶԾ	Միավորված ազգերի զարգացման ծրագիր
USEPA/ՄՆՇՄՊԳ	Միացյալ Նահանգների շրջակա միջավայրի պաշտպանության գործակալություն
1D	Միաչափ
2D	Երկչափ
3D	Եռաչափ

Ամուլսարի ոսկու հանք
Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության
և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում
Հունիսի 22, 2019 թվական



Գաղտնի և սահմանափակ հասանելիությամբ

Կենսաբազմազանություն

ASCI/ԲՀՊՏ	Բնության հատուկ պահպանվող տարածքները
BOS/ԿՎՌ	Կենսաբազմազանության վերականգնման ռազմավարություն
HIU/SԱՄ	Տեսակների ազդեցության միավոր
IBA/ԿԹՏ	Կարևորագույն թռչնաբանական տարածք
IPA/ԿԲՏ	Կարևորագույն բուսական տարածք

JNP/ՋԱՊ	Ջերմուկի ազգային պարկ
KBA/ԿՀՏ	Կենսաբազմազանության հիմնական տարածք
NNL	Ոչ մի կորուստ

Օդի որակ

CO/ԱՄ	Ածխածնի մոնօքսիդ
DMRB/ՃԿԴԶ	Ճանապարհների և կամուրջների դիզայնի ձեռնարկ
HCI	Աղաթթու
HCN	Ցիանական թթու
Hg	Սնդիկ
MPC/ԱԹԽ	Առավելագույն թույլատրելի խտություն (նաև՝ առավելագույն թույլատրելի կոնցենտրացիա)
NOx	Ազոտի օքսիդներ
PM	Պինդ մասնիկներ
SO ₂	Ծծմբի երկօքսիդ
SOP	Ստանդարտ օպերացիոն ընթացակարգ
TSP	Ընդհանուր կասեցված մասնիկներ
WHO/ԱՀԿ	Առողջապահության համաշխարհային կազմակերպություն

Ամուլսարի ոսկու հանք
Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության
և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում
Հունիսի 22, 2019 թվական



Գաղտնի և սահմանափակ հասանելիությամբ

Միավորներ

Կմ	կիլոմետր
մ	մետր
Մգ/Լ	Միլիգրամ/Լիտր
մմ	միլիմետր
մՄ	մՄոլ
մմ/տարի	Միլիմետր տարեկան, մմ/տ
մ ³	Խորանարդ մետր
մ ³ /տարի	Տարեկան խորանարդ մետր

Ամուլսարի ոսկու հանք
Զրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության
և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում
Հունիսի 22, 2019 թվական



1.0. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

ELARD ընկերությունը TRC ընկերության հետ համատեղ, ընտրվել է ՀՀ քննչական կոմիտեի կողմից Հայաստանի Ամուլսարի ոսկու հանքի ջրային ռեսուրսների և երկրաբանության վրա ունեցած ազդեցությունների անկախ երրորդ կողմի գնահատումը իրականացնելու համար: Ամուլսարի հանքը (նաև «Տեղանք», «Հանք», «Ծրագիր») գտնվում է Հայաստանի հարավ-արևելյան մասի կենտրոնական հատվածում, այն նախագծվել է Լիդիան Ինթերնեշնլ ընկերության կողմից (Լիդիան):

Այս զեկույցը ներկայացնում է ջրային ռեսուրսների և երկրաբանության, կենսաբազմազանության և օդի որակի վրա Ամուլսարի հանքի ազդեցությունների վերաբերյալ ԷԼԱՐԴ-ԹԻԱՐՍԻ թիմի կողմից իրականացված անկախ գնահատման արդյունքները՝ ըստ 2018 թվականի նոյեմբերի 27-ի Տեխնիկական առաջադրանքի (ToR):

1.1. Նպատակներ

Ըստ Տեխնիկական առաջադրանքի (ToR), ուսումնասիրության նպատակն է.

Ջրային ռեսուրսների և երկրաբանության մասով.

- Գնահատել Բնապահպանության և սոցիալական ազդեցության գնահատման (ԲՍԱԳ)՝ 10-րդ տարբերակ (հունիս 2016) և Շրջակա միջավայրի ազդեցության գնահատման (ՇՄԱԳ) մեջ ջրային ռեսուրսների և երկրաբանության առնչությամբ հավաքագրված տվյալների ծավալը, մեթոդոլոգիան, գիտական ճշգրտությունը, ինչպես նաև եզրակացությունների վստահելիությունը,
- Գնահատել ԲՍԱԳ-ում/ՇՄԱԳ-ում ջրային ռեսուրսների և երկրաբանության վրա ազդեցության ռիսկերի գնահատման ճշտությունը, առաջարկվող մոնիթորինգային և մեղմման միջոցառումների պատշաճությունը, այդ թվում՝ դրանց արդյունավետությունն ու համապատասխանությունը տեղական կարգավորումներին և միջազգային ստանդարտներին,
- Գնահատել բացակայող տվյալները և դրանց ազդեցությունը ԲՍԱԳ-ի/ՇՄԱԳ-ի մեթոդոլոգիայի վրա և



- Պատասխանել Տեխնիկական առաջադրանքում առաջադրված կոնկրետ հարցերին:

Կենսաբազմազանության մասով.

- Հասկանալ և գնահատել Ծրագրի ազդեցությունները կենսապայմանների և կենսաբազմազանության վրա
- Կատարել առկա ՇՄԱԳ-ի տնտեսատեխնիկական համապատասխանության գնահատում՝ կենսաբազմազանության պաշտպանության և պահպանման վերաբերյալ միջազգային չափանիշներին համապատասխանությունը հաստատելու համար
- Գնահատել ցեղին/ընտանիքին պատկանող տեսակների պահպանման կարգավիճակը (էնդեմիկ, խոցելի, հազվագյուտ), այդ թվում՝ *Potentilla Acantholimon* և *Parnassius* տեսակները,
- Գնահատել Ծրագրի բնապահպանական ազդեցությունների նվազեցման/ազդեցություններից խուսափելու համար առաջարկվող միջոցները,
- Պատասխանել Տեխնիկական առաջադրանքում առաջադրված կոնկրետ հարցերին:

Օդի որակի մասով.

- Ուսումնասիրել օդի որակի վրա ազդեցությունների գնահատման համար օգտագործված տվյալների համապատասխանությունը:
- Գնահատել ԲՍԱԳ/ՇՄԱԳ-ում փոշուց առաջացած ազդեցությունների գնահատման համապատասխանությունը և դրանց հնարավոր ազդեցություններն առողջության վրա՝ հաշվի առնելով (որտեղ հարկն է) փոշու քիմիական կազմը և առողջության վրա ունեցած ազդեցությունը շրջական համայնքներում:
- Գնահատել օդի տարածման մոդելավորման հետազոտությունների համապատասխանությունները:
- Գնահատել առաջարկվող մեղմման միջոցների համապատասխանությունը:
- Պատասխանել Տեխնիկական առաջադրանքում առաջադրված կոնկրետ հարցերին:



1.2. Աշխատանքների ծավալը

Համաձայն SU-ի՝ այս գնահատումը հիմնված է ԲՍԱԳ-ի և ՇՄԱԳ-ի համապատասխան գլուխների, 2016 թվականից կազմված շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի զեկույցների վրա: Թիմը նաև ուսումնասիրել է այլոց կողմից նախապատրաստված համապատասխան զեկույցները և ՀՀ բնապահպանության նախարարությունից ստացված տվյալները, համացանցում որոնման միջոցով ստացված տվյալները և այլ փորձագետների կողմից ստացված տվյալները:

ԷԼԱՐԴ-ԹիԱրՍի թիմը իրականացրել է հետևյալ գործողությունները.

- ԷԼԱՐԴ թիմը ՀՀ այցելել է 2019 թվականի մարտի 26-30 ընկած ժամանակահատվածում, հանդիպել և ՀՀ ՔԿ, ՀՀ ԲՆ, ՀՀ տարբեր հիմնարկություններ ներկայացնող փորձագետներին է ներկայացրել Երրորդ կողմի գնահատման ծավալները և նպատակները, ակնկալիքները:
- Թիմը նաև ներկա է գտնվել 2019թ. մարտի 28-ին Լիդիանի կողմից ներկայացված Ամուլսարի վերաբերյալ պրեզենտացիային, որին մասնակցել են Լիդիանի փորձագետները, այդ թվում՝ Գլոբալ Ռեսուրս Էնժինիերինգ (այսուհետ նաև՝ Global Resource Engineering, GRE, GRE) ընկերության և Գոլդեր Ասոցիեյթս (այսուհետ նաև՝ Golder Associates, Golder) ընկերության ներկայացուցիչները:
- 2019 թվականի մարտի 29-ին ԷԼԱՐԴ թիմը նաև իրականացրել է այցելություն Տեղանք՝ ՀՀ ՔԿ, ՀՀ ԲՆ, Լիդիանի, GRE և Golder ներկայացուցիչների հետ: Տեղանքի այցելության ընթացքում, ԷԼԱՐԴ-ի թիմը ուսումնասիրել է առկա որոշ կիսաշեն կառույցները և շինությունները:
- 2019 թվականի մարտի 29-ին այցելել է Լիդիանի լաբորատորիա, որտեղ ուսումնասիրել և ներկա է գտնվել կենսաբանական մաքրման լաբորատոր փորձարկման մասին Լիդիանի պրեզենտացիային:
- 2019 թվականի ապրիլի 05-ին ներկա է գտնվել Սկայայի միջոցով Լիդիանի և նրա փորձագետների կողմից ներկայացված Օդի որակի վերաբերյալ պրեզենտացիային:



- 2019 թվականի ապրիլի 09-ին ներկա է գտնվել Սկայայի միջոցով Լիդիանի և նրա փորձագետների կողմից ներկայացված Կենսաբազմազանության վերաբերյալ պրեզենտացիային:
- Հարցեր է առաջադրել Լիդիանին և ստացել է Լիդիանի պատասխանները ՀՀ ՔԿ միջոցով 2019 թվականի ապրիլին:
- 2019 թվականի մայիսի 31-ին ՀՀ ՔԿ-ին ներկայացրել է Անկախ գնահատման մասնակի նախնական զեկույցը:
- 2019 թվականի հունիսի 14-ին ՀՀ ՔԿ-ին ներկայացրել է Անկախ գնահատման նախնական զեկույցը:
- Անկախ գնահատման կողմից բացահայտված տվյալները ներկայացրել է Նորին Գերազանցություն Վարչապետին, ՀՀ ՔԿ և ՀՀ ԲՆ ներկայացուցիչներին Երևանում 2019 թվականի հունիսի 20-ին և 21-ին:
- Մասնակցել է կոնֆերանս զանգին ջրային ռեսուրսների և երկրաբանության թեմայով ՀՀ ՔԿ, ԲՆ և Լիդիանի ներկայացուցիչների մասնակցությամբ 2019 թվականի հունիսի 27-ին՝ կապված 2019 թվականի հունիսի 14-ին ներկայացված Նախնական զեկույցի վերաբերյալ Լիդիանի կողմից ներկայացված մեկնաբանություններին:
- Մասնակցել է կոնֆերանս զանգին կենսաբազմազանության թեմայով ՀՀ ՔԿ, ԲՆ և Լիդիանի ներկայացուցիչների մասնակցությամբ 2019 թվականի հուլիսի 01-ին՝ կապված 2019 թվականի հունիսի 14-ին ներկայացված Նախնական զեկույցի վերաբերյալ Լիդիանի կողմից ներկայացված մեկնաբանություններին:
- Ուսումնասիրել է 2019 թվականի հունիսի 14-ի Նախնական զեկույցի վերաբերյալ, ՀՀ ՔԿ միջոցով 2019 թվականի հունիսի 28-ին ստացված, Լիդիանի կողմից ներկայացված մեկնաբանությունները (ջրային ռեսուրսների և երկրաբանության վերաբերյալ) և 2019 թվականի հուլիսի 04-ին՝ (կենսաբազմազանության և օդի որակի վերաբերյալ):
- Ուսումնասիրել է ՀՀ ՔԿ միջոցով 2019 թվականի հուլիսի 03-ին ստացված, Լիդիանի կողմից ներկայացված պատասխանները ԷԼԱՐԴ-ԹԺԱՐՍի թիմի կողմից 2019 թվականի հունիսի 28-ին առաջադրված հարցերին՝ երկրաքիմիական տվյալների և մեղմման միջոցների վերաբերյալ:



- Ներկայացրել է Անկախ գնահատման վերջնական զեկույցը 2019 թվականի հուլիսի 22-ին:

1.2.1. Երկրաբանական ազդեցությունների գնահատում

Ըստ SU (ToR) ուսումնասիրման նպատակներն են.

- Հասկանալ և գնահատել Լիդիանի կողմից ներկայացված եզրույթի գիտական ճշգրտությունը, առ այն, որ Ամուլսարն առանձին/մեկուսացված երկրաբանական բլոկ է:
- Գնահատել հավաքագրված երկրաֆիզիկական, երկրատեկտոնիկ և երկրաքիմիական տվյալները և կիրառված ԲՍԱԳ-ի մեթոդաբանությունը, և
- Գնահատել Ամուլսարի հանքաքարի երկրաքիմիական ուսումնասիրության արդյունքները:

1.2.2. Զրային ռեսուրսների վրա ազդեցությունների գնահատում

Ըստ SU (ToR) ուսումնասիրման նպատակներն են.

- Կառուցապատման, շահագործման և հետշահագործման (այսուհետ նաև՝ հետփական) հետ կապված տարբեր նախագծային գործողություններից բխող հնարավոր ազդեցության գնահատումը ջրային ռեսուրսների (մակերևութային և ստորերկրյա ջրերի վրա) և
- Առաջարկվող մեղմման միջոցառումների գնահատումը, որը ներառված է Ամուլսարի ոսկու հանքավայրի ծրագրի ԲՍԱԳ հաշվետվության մեջ:

Պոտենցիալ ազդեցության հիմնական մտահոգությունները հետևյալն են.

- Զերմուկի աղբյուրները, ներառյալ հիդրոթերմալային աղբյուրները,
- Սպանդարյան – Կեչուտ թունելի և Կեչուտի ջրամբարը, որոնք սնուցում են Սևանա լիճը,
- Հանքի տեղանքին հարակից 7 համայնքների ջրամատակարարման աղբյուրները,



- Տարբեր աղբյուրները, հատկապես՝ Հանքային փորվածքների ծայրամասերում, դատարկ ապարների լցակույտի և դրա ենթակառուցվածքների, ցիանային տարրավազման հրապարակի (ԴԱԼ, ԿՏՀ) մոտակայքում գտնվող տարբեր աղբյուրները,
- Արփա, Դարբ, Որոտան գետերը:

Սույն ուսումնասիրության շրջանակներում պետք է գնահատվեն հետևյալ մասերը.

1. Լիդիանի գնահատումը Ծրագրով նախատեսված տարածքում առկա հիդրոլոգիական/հիդրոերկրաբանական ռեժիմի՝ որպես ԲՍԱԳ ելակետային գնահատման մաս, այդ թվում՝ ենթամակերևութային և ստորերկրյա ջրերի փոխազդեցության նույնականացումն ու ջրաբաշխական բնութագրումը մակերևութային ջրերի հետ, ակունքային ջրերի և դրանց առաջացման մեխանիզմը, տարբեր ջրավազանների և, հատկապես, Ջերմուկի ջրավազանի միջև կապը, ինչպես նաև հնարավոր կապը խորքային ջրատար համակարգի հետ:
2. Գնահատման մեջ օգտագործված ստորերկրյա ջրերի առանցքային տվյալների համապատասխանությունը, ներառյալ, ջրի իզոտոպային հետազոտության քիմիական կազմը, երկրաքիմիական օդերևութաբանական տվյալները, ինչպես նաև մակերևութային հոսքի տվյալները:
3. Ստորերկրյա ջրերի հոսքերի և աղտոտիչների միգրացիայի հնարավոր ուղիների մոդելի մշակումը:
4. Մակերևութային ջրերի կորստի կանխորոշման նպատակով ջրային հաշվեկշռի գնահատումը:
5. Պոտենցիալ թթվային դրենաժ առաջացնող ապարների ճշգրիտ բացահայտումը (նույնացում) և բնութագրումը, առկա ջրային ռեսուրսների վրա թթվային դրենաժի ազդեցության գնահատումը:
6. Ջրային ռեսուրսների վրա ազդեցության մեղմման առաջարկվող բնապահպանական միջոցառումների համապատասխանությունը (բավարարությունը) բնականոն գործունեության և արտակարգ իրավիճակների ժամանակ:



1.2.3. Կենսաբազմազանության վրա ազդեցությունների գնահատում

Ըստ SU (ToR) ուսումնասիրման նպատակներն են.

- Հասկանալ և գնահատել Ծրագրի ազդեցությունները կենսապայմանների և կենսաբազմազանության վրա
- Կատարել առկա ՇՄԱԳ-ի տնտեսատեխնիկական համապատասխանության գնահատում՝ կենսաբազմազանության պաշտպանության և պահպանման վերաբերյալ միջազգային չափանիշներին համապատասխանությունը հաստատելու համար
- Գնահատել ցեղին/ընտանիքին պատկանող տեսակների պահպանման կարգավիճակը (էնդեմիկ, խոցելի, հազվագյուտ), այդ թվում՝ *Potentilla Acantholimon* և *Parnassius* տեսակները, և
- Գնահատել Ծրագրի բնապահպանական ազդեցությունների նվազեցման/ազդեցություններից խուսափելու համար առաջարկվող միջոցները:

1.2.4. Օդի որակի վրա ազդեցությունների գնահատում

Ըստ SU (ToR) ուսումնասիրման նպատակներն են.

- Ուսումնասիրել օդի որակի վրա ազդեցությունների գնահատման համար օգտագործված տվյալների համապատասխանությունը:
- Գնահատել ԲՍԱԳ/ՇՄԱԳ-ում փոշուց առաջացած ազդեցությունների գնահատման համապատասխանությունը և դրանց հնարավոր ազդեցություններն առողջության վրա՝ հաշվի առնելով (որտեղ հարկն է) փոշու քիմիական կազմը և առողջության վրա ունեցած ազդեցությունը շրջակա համայնքներում:
- Գնահատել օդի տարածման մոդելավորման հետազոտությունների համապատասխանությունները:
- Գնահատել առաջարկվող մեղմման միջոցների համապատասխանությունը:



1.3. Հիմքերը և հղումները

Այս զեկույցի գնահատումը և եզրակացությունները կազմվել են գիտական ճշգրտության ողջամիտ սահմաններում, որոնք հիմնված են մեր կողմից հետևյալ փաստաթղթերի ուսումնասիրության վրա.

- ԲՄԱԳ-ի համապատասխան մասերը և հավելվածները,
- ՇՄԱԳ-ի անգլերեն թարգմանված մասերը (տրամադրվել են 2019 թվականի ապրիլ-մայիս ամիսներին),
- ԲՄԱԳ-ի մոդելների տարբեր մուտքային (ինփուֆ) տվյալներ, տեխնիկական հուշագիրը (մեմորանդումը), ուսումնասիրությունները, որոնք նախապատրաստվել են Տեղանքի վերաբերյալ՝ գնահատելու ջրային ռեսուրսների վրա ազդեցությունները,
- Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի զեկույցները և տվյալները,
- Համապատասխան գիտական զեկույցները տեղական փորձագետների կողմից,
- Հրապարակված գիտական հոդվածները և ուսումնասիրությունները՝ ստացված համացանցի որոնման արդյունքում,
- ՀՀ ՔԿ և ԲՆ կողմից տարածաշրջանի երկրաբանության և ջրային ռեսուրսների վերաբերյալ ստացված տվյալները,
- Ամուլսարի հանքի արբանյակային երկրաբանական Նկարները.
- ԷԼԱՐԴ-ԹԻԱՐՍԻ թիմի կողմից առաջադրված կոնկրետ հարցերին Լիդիանի պատասխանները, ինչպես նաև Լիդիանի մեկնաբանությունները 2019 թվականի հունիսի 14-ի Նախնական եզրակացության վերաբերյալ՝ ստացված ՀՀ ՔԿ միջոցով,
- ՀՀ համապատասխան կարգավորման պահանջները և
- Մեր նմանատիպ տեղանքների համար կիրառելի պահանջների մասին մեր գիտելիքի, ստանդարտ պրակտիկայի ուղեցույցների վրա:

Այս զեկույցում օգտագործված կոնկրետ հղումները թվարկված են 5.0-րդ բաժնում:

Մենք հասկանում ենք, որ գնահատումը կարող է սահմանափակ լինել, քանի որ ԷԼԱՐԴ-ԹԻԱՐՍԻ թիմին կարող է տրամադրված չլինել կամ նա չի ուսումնասիրել ողջ



Գաղտնի և սահմանափակ հասանելիությամբ

առկա տեղեկատվությունը, տվյալները, վերլուծությունները: Մենք պահպանում ենք իրավունքը լրացնելու մեր զեկույցը և լրացնելու մեր եզրակացությունները, որոնք արտահայտված են այստեղ, եթե լրացուցիչ տեղեկատվություն հասանելի դառնա:

Ամուլսարի ոսկու հանք
Զրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության
և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում
Հունիսի 22, 2019 թվական



1.4. Փորձագետների որակավորումը

- **Նիդալ Ռաբահ**, գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսիոնալ ինժեներ/ճարտարագետ (PE), տեղանքի վերականգնման լիցենզավորված մասնագետ (LSRP), Ծրագրերի կառավարման հավաստագրված մասնագետ (PMP), ԱՄՆ-ի Նյու Ջերսիում գտնվող TRC ընկերության փոխնախագահ և Տեխնիկական զարգացման բաժնի և հետազոտությունների ու փորձագիտական կենտրոնների տնօրեն: Դոկտոր Ռաբահը լիցենզավորված պրոֆեսիոնալ ինժեներ է, տեղանքի վերականգնման լիցենզավորված մասնագետ և ծրագրերի կառավարման լիցենզավորված մասնագետ է, ունի ավելի քան 30 տարվա մասնագիտական և ակադեմիական փորձ արդի բնութագրման, նորարարական վերականգնողական տեխնոլոգիաների, ստորգետնյա ջրերի մոդելավորման, ջրային պաշարների պլանավորման և զարգացման ոլորտում: Դոկտոր Ռաբահը ղեկավարել է բազմաթիվ խոշոր բնապահպանական գնահատման ծրագրեր, վերականգնման և բնապահպանական-շինարարական ծրագրեր: Նա աշխատել է Միջնահանգային տեխնիկական և կարգավորող խորհրդի (ITRC) Բարդ տեղանքների վերականգնման կառավարման նկատմամբ վերահսկող թիմի և հեղինակել կամ համահեղինակել է ավելի քան 25 տեխնիկական հրապարակումներ: Այս նախաձեռնությունում նա ծառայում է որպես Տեխնիկական գծով տնօրեն և գլխավոր բնապահպան-ինժեներ:

- **Դեյվիդ Հեյ**, գիտությունների դոկտոր, հավաստագրված պրոֆեսիոնալ երկրաբան (CPG), ԱՄՆ-ի Կոլորադոյում գտնվող TRC ընկերության գլխավոր հիդրոերկրաբան և երկրաքիմիկոս: Դոկտոր Հեյը հավաստագրված պրոֆեսիոնալ երկրաբան է: Նա ունի ավելի քան 30 տարվա մասնագիտական փորձ՝ ուղղված հիդրոերկրաբանական և հիդրոլոգիական բնութագրմանը, փորձարկմանը, երկրաքիմիային և երկրաքիմիական մոդելավորմանը, ստորգետնյա ջրերի հոսքի և աղտոտիչների ճակատագրի և տեղափոխման ուղու մոդելավորմանը, հանքարդյունաբերության բնութագրմանը և վերականգնմանը, ածխի, նավթի և գազի հետախուզմանը և մշակմանը: Նա հանդիսանում է ITRC-ի ճեղքված ապարների և թեթև ոչ ջրային ֆազային հեղուկների (LNAPL) բնութագրման և վերականգնման վերահսկման թիմերի անդամ: Նա հեղինակել և համահեղինակել է ավելի քան 20



տեխնիկական փաստաթղթեր և պրեզենտացիաներ: Դոկտոր Հեյլը գրանցված է TRC ընկերության փորձագետների ազգային ռեգիստրում և TRC ընկերության Տեխնիկական զարգացման բաժնի և հետազոտությունների ու փորձագիտական կենտրոնների մի շարք թիմերի անդամ է հանդիսանում:

Այս նախաձեռնությունում նա ծառայում է որպես գլխավոր հիդրոերկրաբան և երկրաքիմիկոս:

- **Ռոբերտ Ստենֆորտ**, գիտությունների դոկտոր, գլխավոր երկրաքիմիկոս և թափոնաջրերի մաքրման փորձագետ, Վիսկոնսին, ԱՄՆ: Դոկտոր Ստենֆորտն ունի ավելի քան 30 տարվա մասնագիտական և ակադեմիական փորձ, որից ավելի քան 20 տարվա փորձ վտանգավոր թափոնների մաքրման և բնապահպանական վերլուծությունների ոլորտներում: Նրա փորձառության ոլորտներն են՝ թափոնների ֆիլտրատի բնութագրման գնահատումը, վտանգավոր թափոնների և ծանր մետաղների մաքրման տեխնոլոգիաների կիրառումը, թափոնաջրերի մաքրման մեթոդների նախագծումը և կիրառումը, թափոնաջրերի բնութագրման անալիտիկ մեթոդների նախագծումը և կիրառումը, լաբորատոր մաքրման փորձարկումը: Նա ունի 11 արտոնագիր վտանգավոր թափոնների մաքրման և հողից կամ թափոններից ծանր մետաղների տարրալվացման մեթոդների կիրառման համար: Նա համահեղինակել և ներկայացրել է ավելի քան 60 տեխնիկական փաստաթղթեր: Դոկտոր Ստենֆորտը գրանցված է TRC ընկերության փորձագետների ազգային ռեգիստրում և TRC ընկերության Տեխնիկական զարգացման բաժնի և հետազոտությունների ու փորձագիտական կենտրոնների մի շարք թիմերի անդամ է հանդիսանում:

Այս նախաձեռնությունում նա ծառայում է որպես երկրաքիմիկոս և թափոնաջրերի մաքրման մասնագետ:

- **Ռամեզ Կայալ**, գիտությունների մագիստրոս, գլխավոր երկրաբան/հիդրոերկրաբան, ունի ավելի քան 30 տարվա մասնագիտական փորձ հիդրոերկրաբանական գնահատման, ստորգետնյա ջրերի խոցելիության հետազոտությունների, ստորգետնյա ջրերի մոդելավորման, ինչպես նաև՝ հողի և ստորգետնյա ջրերի վերականգնման քննության ուսումնասիրությունների ոլորտներում,



լեռնային շրջաններում աշխատելու և ջրային պաշարների վերաբերյալ ծրագրերի ազդեցությունների գնահատման մեծ փորձ ունի:

Այս նախաձեռնությունում նա ծառայում է որպես ընկերային վերանայող:

- **Կառվա Խատեր** - Գիտությունների դոկտոր, առաջատար փորձագետ է, ով ունի ավելի քան 15 տարվա փորձ էկոհամակարգի կառավարման և վերականգնման ոլորտներում:

Նա համակարգել է կենսաբազմազանության թիմի աշխատանքները և հանդես է եկել որպես կենսաբազմազանության փորձագետ:

- **Ալեքսանդր Կյուշիե** – Ավարտել է Սորբոնի համալսարանը (Ֆրանսիա, Փարիզ) և Մոնպելիե համալսարանը (Ֆրանսիա): Նա միջազգային բնապահպանության առաջատար փորձագետ է և խորհրդատու է աշխատում ծրագրերի սեփականատերերի և կառավարության համար, 20 տարվա աշխատանքային փորձ ունի կենսաբազմազանության գնահատման ոլորտում, որպես շրջակա միջավայրի ազդեցության գնահատման մաս ամբողջ Եվրոպայում, Աֆրիկայում, Միջին Ասիայում և Կարիբյան ծովի տարածքում:

Նա մասնակցել է որպես կենսաբազմազանության փորձագետ:

- **Շարբել Աֆիֆ**, գիտությունների դոկտոր, օդի որակի առաջատար փորձագետ: Դոկտոր Աֆիֆն ունի 15 տարվա մասնագիտական և ակադեմիական փորձ: Նրա փորձագիտական ոլորտների մեջ են մտնում արտանետումների գնահատումը և մաքրումը, օդի աղտոտվածության չափումները և չափագիտությունը, օդի որակի մոդելավորման կայանների նախագծումը, օդի տարածման մոդելավորումը և օդի որակի ռազմավարությունների մշակումը: Նա հեղինակել և համահեղինակել է ավելի քան 70 տեխնիկական փաստաթղթեր և պրեզենտացիաներ:

Նա մասնակցել է որպես Օդի որակի փորձագետ և Օդի որակի մասով հիմնական հեղինակ:

- **Ռիկարդո Խուրի** - Ռիկարդո Խուրին, գիտությունների մագիստրոս, շրջակա միջավայրի գծով առաջատար մասնագետ է, ունի ԲՍԱԳ համալիր հետազոտությունների կառավարման ավելի քան 22 տարվա փորձ: Նա հիմնականում աջակցություն է ցուցաբերում միջազգային ֆինանսական ինստիտուտներին,

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական



կառավարություններին և ծրագիր կազմողներին՝ անցկացնելու ֆինանսական տեսանկյունից կիրառելի ԲՍԱԳ զեկույցներ տարբեր ոլորտների ծրագրերի համար, այդ թվում՝ հանքարդյունաբերության, նավթ, գազ, էներգիայի վերականգնվող աղբյուրների, հանրային ենթակառուցվածքների՝ այլոց թվում:

Նա ծառայում է որպես ուսումնասիրության համակարգող, որպես կենսաբազմազանության և օդի որակի վերաբերյալ ընկերային վերանայող:

1.5. Զեկույցի կառուցվածքը

Զեկույցը կազմված է այնպես, որպեսզի համապատասխանի Հայաստանի օրենսդրությանը տվյալ զեկույցների վերաբերյալ.

- Ներածություն (Բաժին 1)
- Հետազոտական մաս, որը տարանջատված է երեք ենթամասերի (Զրային ռեսուրսներ և երկրաբանություն, Կենսաբազմազանություն և Օդի որակ) (Բաժին 2)
- Եզրակացություն և ամփոփագիր (Բաժին 3)
- Տեխնիկական առաջադրանքի հարցերի պատասխաններ (Բաժին 4)
- Հղումներ (Բաժին 5)
- Հավելվածներ:



2.0. ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ

2.1. Ջրեր և երկրաբանություն

2.1.1. Ելակետային բնութագրեր

ԲՍԱԳ-ի 4.1.4 Նկարը (Ուարդել Արմստրոնգ, Wardell Armstrong, 2016) նկարագրում է շրջակա միջավայրի ելակետային ուսումնասիրությունների տարածքը: Այս հաշվետվության մեջ տարածքը նշվում է որպես Ծրագրի տարածք՝ որպես Ամուլսարի հանքի և հարակից տարածքների ընդհանուր բնորոշիչ անվանում:

2.1.1.1. Օդերևութաբանական տվյալներ

Բարձրադիր դիրքը խիստ ազդում է կլիմայական պայմանների, այդ թվում՝ տեղումների, ջերմաստիճանի, արևային ռադիացիայի վրա: Հետևաբար, կլիմայական տվյալներ ստանալու համար օդերևութաբանական կայաններ ընտրելիս, բարձրադիր դիրքը հիմնական պայմանն է հանդիսանում: Այլ դիտարկվող պայմաններն են տվյալների գրանցման ժամանակահատվածը և տվյալների լրիվությունը:

2.1.1.1.1. Կայաններ

Ծրագրի տարածքում տեղակայված են երկու օդերևութաբանական կայաններ: Մեկ կայանը՝ Ջերմուկում, մյուսը՝ Որոտանի կիրճում: Որոտանի կիրճի կայանը մոտավորապես 325 մետրով ավելի բարձր է, քան Ջերմուկի կայանը: Հանքի բացահանքերը ավելի մոտ են Որոտանի կիրճի կայանին, քան Ջերմուկի կայանին, և բացահանքերի բարձրությունները առավել նման են Որոտանի կայանի բարձունքին, քան Ջերմուկի կայանին (ԲՍԱԳ, Աղյուսակ 4.2.1.): ԴԱԼ-ը 1 կմ ավելի մոտ է Ջերմուկի կայանին, քան Որոտանի կայանը, սակայն ԴԱԼ-ի բարձրությունը առավել նման է Որոտանի կայանի բարձրությանը: Կույտային տարրավազման հրապարակի բարձրությունը առավել նման է Ջերմուկի բարձրությանը, որը Որոտանի կայանից ավելի հեռու 1 կմ-ից պակաս հեռավորությամբ է: Այս տվյալները վկայում են, որ Որոտանի կիրճի կայանը կարող է ավելի հարմար լինել բացահանքերի և ԴԱԼ-ի վերաբերյալ կլիմայական տվյալների վերլուծության համար, իսկ Ջերմուկի կայանը



առավել համապատասխանում է ԿՏՀ վերաբերյալ վերլուծություններ կատարելու համար:

Որոտանի կիրճի կայանը հիմնական չափումներն իրականացնում է շարունակական հիմունքներով 51 տարիների ընթացքում՝ 1962 թվականից մինչև 2013 թվականը: Այս տվյալներն օգտագործելի են բոլոր վերլուծությունների համար, բացառությամբ՝ ԿՏՀ վերլուծության ժամանակ: Ըստ ԲՍԱԳ-ի 4.2.1 հավելվածի, զգալի տարբերություններ կան Որոտանի կիրճի և Ջերմուկի կայանների տվյալների միջև, այդ թվում՝ տեղումների, գոլորշիացման, ջերմաստիճանի ցուցանիշների, ձյան խորությունների և հալաքման ժամանակահատվածների վերաբերյալ:

Որոտանի կայանի տվյալները օգտագործվել են որպես ելակետային տվյալների հիմք: ԲՍԱԳ-ի 4.2. Բաժինը ասում է, որ Ջերմուկի տվյալները վերլուծվել են, և դրանցում արտացոլված միտումները նույնն են Որոտանի տվյալների հետ: Ջերմուկի կայանում տվյալների գրանցման ժամանակահատվածը, սակայն, 22 տարի է, 1992-ից մինչև 2013 թվականը: Ջերմուկի տվյալները օգտագործվել են թարմացված Ծրագրի ջրային հաշվեկշռի մեջ (Golder, 2018): Որոտանի կլիմայական տվյալների օգտագործմամբ ԿՏՀ ցանկացած այլ վերլուծություն կարող են ընկալվել որպես կասկածելի:

2.1.1.1.2. Տեղանք

Տեղանքում գտնվող եղանակային կայանը, Քափրիկորն-Կոլումբիա (Capricorn-Columbia) տեղակայված է ԴԱԼ-ի հարավ-արևելյան ծայրում: Գրանցված տվյալների ժամանակահատվածը շատ կարճ է (2009-2011) և ոչ լրիվ, սակայն տվյալները՝ ենթադրաբար, համադրելի են Որոտանի կիրճի կայանի տվյալներին:

2.1.1.1.3. Տվյալների մանիպուլյացիա

Որոտանի կիրճի կլիմայական տվյալներն օգտագործվել են վերլուծելու համար կլիմայական միջին տարին, չափազանց չոր և չափազանց խոնավ տարիները, տիպիկ չոր և տիպիկ խոնավ տարիները (ԲՍԱԳ 4.2.4 և 4.2.5. Աղյուսակներ): Միջին, չափազանց չոր և չափազանց խոնավ տարիները ներկայացնում են վիճակագրական միջինը, համապատասխան նվազագույն և համապատասխան առավելագույն



տեղումները և գոլորշիացման տվյալները: Տիպիկ չոր և տիպիկ խոնավ տարիները, սակայն, հիմնվում են մի շարք կամայական ենթադրությունների վրա: Այս, այսպես կոչված, տիպիկ տարիների մոտեցման համեմատ, որոնք ներկայացնում են մոդելավորման արդյունքների միջակայքը, վիճակագրական մոտեցումն ավելի համապատասխան է: Օրինակ, մոդելավորման մեջ կարող էր օգտագործվել տեղումների և գոլորշիացման 25-րդ և 75-րդ տոկոսայնությունը:

2.1.1.1.4. Կլիմայական միտումները

Օգտագործելով ելակետային տվյալները՝ Golder (2016c) կատարել է սեզոնային կարգաբերումներ կլիմային վերաբերող ելակետային տեղեկատվության մեջ՝ նպատակ ունենալով գնահատել այն պոտենցիալ ազդեցությունները, որ կլիմայական փոփոխությունները կարող են ունենալ գնահատումների արդյունքների վրա: Կարգաբերումները մասնակիորեն հիմնվում են Ծրագրի տարածքի 2014 թվականի պրոյեկցիաների վրա՝ կազմված Կլիմայական փոփոխությունների միջկառավարական խմբի կողմից (ԿՓՄԽ), որն օգտագործել էր գլոբալ կլիմայական մոդելները: Կարգաբերումները նաև արտացոլում են տեղայնացված պրոյեկցիաները՝ օգտագործելով կլիմայական փոփոխությունների կրճատված մոդելը (ՄԱՁԾ Հայաստան), որն ամփոփված է Ամուլսարի ոսկու հանքի ծրագրի ԲՍԱԳ-ում: Կարգաբերումները, որոնք վերաբերելի են մինչև 2030թ. ընկած ժամանակահատվածին, ամփոփված են Golder (2016c, Աղյուսակ 11): Նախատեսված է 1°C ջերմաստիճանի փոփոխություն սեպտեմբերից մինչև փետրվար ամիսները և 2°C փոփոխություն՝ մարտից մինչև օգոստոս ամիսները: Տեղումները կարգաբերված են նվազման միտմամբ՝ 11 % դեկտեմբերից մինչև մայիս, 9%՝ հունիսից մինչև օգոստոս, 5%՝ սեպտեմբերից մինչև նոյեմբեր: Կարգաբերումները դեռևս չեն ինկորպորացվել որևէ գնահատման մեջ: Golder (2018) Տեղանքի ընդհանուր ջրային հաշվեկշռի թարմացված տարբերակը, օրինակ, հիմնվում է պատմական կլիմայական տվյալների վրա:

Մելքոնյանը և Գևորգյանը (2017) վերլուծել են պատմական կլիմայական տվյալները Հայաստանի մի շարք օդերևութաբանական կայանների համար՝ միտումների տեսանկյունից, որոնք կարող են լինել ապագա կլիմայական պայմանների ցուցիչները:



Նրանց արդյունքները ցույց են տալիս, որ Golder (2016c) ջերմաստիճանային և տեղումային կարգաբերումները համընկնում են Հայաստանի ընդհանուր միտումների հետ: Սակայն, Մելքոնյան և Գևորգյան (2017) ուսումնասիրությունները, որոնք կատարվել են տարբեր բարձրությունների համար, ցույց են տալիս, որ տեղումների նվազումը Ծրագրի տարածքի հետ համընկնող բարձրություններում ավելի քիչ է, քան ընդհանուր Հայաստանում (այսինքն՝ 2,000-2,500մ – 0.8% և 2,500-3,000մ – 2.2%): Նրանք նաև եզրակացրել են, որ կլիմայական ռիսկերի և վտանգավոր հիդրոդերևութաբանական դեպքերի հաճախականությունը աճել է գլոբալ մթնոլորտային շրջանառության մեջ տեղի ունեցած փոփոխությունների շնորհիվ:

2.1.1.2. Երկրաբանություն և Թթվային ապարների դրենաժի երկրաքիմիա

2.1.1.2.1. Տարածաշրջանային միջավայր

Տարածաշրջանի երկրաբանությունը նկարագրված է ԲՍԱԳ-ի 4.6.1. մասում: Ամուլսարի հանքավայրը գտնվում է հարավային Հայաստանի կենտրոնական մասում, Փոքր Կովկասի լեռներում: Տարածաշրջանային երկրաբանության նկարագրությունը, այդ թվում՝ տեղական ապարները, զարգացել են կրաալկալային մագմատիկ կառույցի համակարգում և Ծրագրի տարածքի առնչությունը միացնող գոտուն, որը կապվում է Նեո-Թետիս օվկիանոսի փակման հետ, հաստատվել է գրականության մեջ անկախ որոնման արդյունքում¹ (օրինակ, Adamia et al., 2011):

ԲՍԱԳ 4.6.1. մասի նկարագրությունը ամփոփ է, սակայն բավարար, ներառում է մի քանի տարածաշրջանային քարտեզներ (ԲՍԱԳ Նկարներ 4.6.1., 4.6.2.) և արտահայտում է տեկտոնիկ միջավայրի էությունը: Տեղեկատվությունը նաև հաստատվել է ՀՀ ՔԿ կողմից տրամադրված փաստաթղթերով (Grosjean et al., 2018, Holcombe et al., 2013):

¹ ԲՍԱԳ-ում նշված հղումը հասանելի չէր:

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական

2.1.1.2.2. Տեղական երկրաբանական մոդել

ԲՄԱԳ-ի 4.6.2. մասում նկարագրված տեղական երկրաբանությունը հիմնված է Holcombe et al. (2013) և Holcombe (2013) աշխատությունների վրա: Հետևյալ ամփոփագիրը տեղական երկրաբանության վերաբերյալ (բացառությամբ՝ Ամուլսարի տեկտոնական բլոկի) սինթեզում է բնօրինակ փաստաթղթերի հիմնական կետերը, որոնք լրացվել են համապատասխան տեղեկատվությամբ Oliver (2013), ով օգնել է հասկանալ երկրաբանական պատմության ընթացքում իրադարձությունների հաջորդականությունը, որը հանգեցրել է հանքանյութի կուտակմանը:

2.1.1.2.2.1. Ապարների տեսակները, շերտագրությունը (ստրատիգրաֆիա) և տարածումը

Ամուլսարի հանքավայրը տեղակայված է պալեոգենի հասակի հրաբխանստվածքային ապարների հզոր դարսաշերտում: Ամուլսարը շրջապատող այս ապարները կազմված են բազմաթիվ փուլերի հրաբխային կոնգլոմերատներից, որոնք դեպի վեր ավելի մանրահատիկ են դառնում, փշրաբեկորների (բրեկչիաների) զանգվածային հոսքերից: Հրաբխային ապարների կազմը անդեզիտային է և դացիտային: Անդեզիտային ապարների մի մասը պորֆիրիտային են և ընկալվում են որպես ինտրուզիվ (Oliver, 2013), ինչպես նաև ուժեղ լավային հոսքերով: Հանքավայրի ծայրերում գտնվող շերտերը հորիզոնականից մինչև թեթևակի թեք տարածում ունեն, և հատվում են կտրուկ (մեծ թեքություն ունեցող) խախտումներով: Յրված միջանկյալ ապարներից մինչև սիլիտային պլուտոններ և թմբեր են առկա Ծրագրի և հարակից տարածքներում: Ամուլսարի լեռնագագաթից դեպի արևելք և արևմուտք ավելի փոքր բարձրություններում, ընդգրկելով գագաթի հյուսիսային կողմը, բազալտային լավան հոսում է և վրադրված է պալեոգենի հրաբխանստվածքային և ինտրուզիվ ապարներով, որոնք Որոտան գետի ափերի երկայնքով և Արփա գետի կիրճում պլատոներ են ձևավորում: Կոլովիալ առաջացումները վրադրված են արմատական ապարներով Ծրագրի տարածքի մեծ մասում՝ 1 մ-ից մինչև 20մ հաստության միջակայքով (ԲՄԱԳ, մաս 4.8.)²:

² ԲՄԱԳ-ի 4.6.2. բաժինը նշում է, որ կոլուվիալների հաստությունը հասնում է մինչև 30 մետրի:

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական



Պալեոգեն հրաբխանստվածքային ապարները դասակարգվում են Վերին հրաբխայինների (VC/ՎՀ) և Ստորին հրաբխայինների (LV/ՍՀ): ՎՀ և ՍՀ նկարագրված են հետևյալ կերպ (շրջաստությունը ԲՍԱԳ-ից)։

- **VC/ՎՀ.** Սակավաթիվ հրաբխային կոնգլոմերատների, դաշտասպաթային ավազաքարերի և փոքրաքանակ տիղմաքարերի միջև առատ ներդրված են հաստ ու բարակ երկուռուցիկ բեկորահոսքային առաջացումները. փոքրաքանակ անդեզիտային հրաբխային ապարների հոսքերը և հրաբխածին փշրաբեկորները (բրեկչիաները)։ Բեկորահոսքային առաջացումները հիմնականում բաղկացած են խճաքարային ճալաքարային չափսերի բրեկչիաներից՝ քիչ գլաքարային չափսերի բաղադրիչներով։
- **LV/ՍՀ.** Հիմնականում դաշտասպաթային-պորֆիրիտային անդեզիտ է բարձրադիր վայրերում, հիմնականում առանց որևէ հոսքային հատկանիշների, ընկալվում են որպես ենթահրաբխային ինտրուզիաներ։ Ավելի փոքր ապարները ներառում են դաշտասպաթ և ամֆիբոլ պորֆիրիտային անդեզիտներ, խճաքարից մինչև ճալաքար բեկորային ապարներով և միջանկյալ ապարատեսակներով։ Սույն ենթաբաժնի առաջին պարագրաֆում նկարագրված հրաբխանստվածքային ապարները մերկանում են ցածրադիր վայրերում։

Վերին հրաբխային առաջացումները մերկանում են Ամուլսար լեռան վրա և լեռան արևելյան լանջին։ Ստորին հրաբխային առաջացումները ստորադասված են չափազանց հզոր ՍՀ-ների, որոնք մերկանում են ողջ Ամուլսար լեռան շուրջ՝ տարածվելով լեռան արևմտյան կողմի բարձր բարձրություններից մինչև Արփա գետի կիրճը։ Ուշադրության է արժանի պորֆիրիտային անդեզիտի միախառնումը ՍՀ հետ։ Ըստ Օլիվեր (2013)՝ պորֆիրիտային անդեզիտների մեծ մասը հանդիսանում են ՎՀ և ՍՀ ավելի ուշ շրջանի կուտակումներ։

2.1.1.2.2.1.1. Փոփոխվածություն

Ոսկու հանքավայրը կապվում է ապարի տեսակից մեծ կախվածություն ունեցող գոտիավորված փոփոխվածության հետ (Oliver 2013)։ Վերին հրաբխային դարսաշերտը բնութագրվում է ուժեղ սիլիկատացմամբ և ուժեղ ալյունիտային փոփոխվածությամբ։ Սիլիկատացումը հիմնականում առկա է հրաբխաբեկորային և բեկորային

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական



ապարներում: Ի տարբերություն դրա, ստորին հրաբխային դարսաշերտը բնութագրվում է համատարած արգիլիտային փոփոխվածությամբ ապարային մարմնի տարածքում՝ վերածվելով չփոփոխված ապարների: Geoteam (2014) ասում է, որ արգիլիտային անդեզիտային ապարները հոմոգեն են և ամբողջական:

Ընկալվում է, որ ոսկու հանքավայրը առաջացել է տեղական հրաբխային գոյացումից (Holcombe et al., 2013): Oliver (2013) մեկնաբանում է սիլիկատացման երկար պատմությունը, որը կարող էր սկսված լինել որոշ հրաբխաբեկորային միավորների կուտակումից առաջ: Քիմիական տեսանկյունից հստակ պորֆիրիտային անդեզիտի ինտրուզիայից հետո հետագա էպիթերմալ ոճի հիդրոթերմալ փոփոխության, որը տեղի է ունենում որպես մերձակա սիլիֆիկացում, նախևառաջ ազդելով ՎՀ և հեռավոր, համատարած քվարց-սերիցիտ-պիրիտ փոփոխվածություն պորֆիրիտային անդեզիտում: Հետևաբար, հեղուկի ջերմաստիճանների նվազմամբ, ուժեղ արգիլիտային և տեղային ալյունիտային փոփոխվածություն է տեղի ունենում պորֆիրիտային անդեզիտում և ՍՀ-ում, որն ուղեկցվում է տեղային ալյունիտի և կավի փոփոխվածությամբ վերին հրաբխային դարսաշերտերում փոքր երակներում և կոնտակտներում: Ոսկու և հեմատիտի հանքայնացումը արտահայտում է փոփոխվածության բոլոր այս փուլերը և նախևառաջ առկա է սիլիտային ՎՀ շերտում: Ուշ արտածին հողմահարման փուլերն առաջացրել են լիմոնիտ, ինչպես նաև հեմատիտը փոփոխել են գետտիտի:

2.1.1.2.2.2. Կառուցվածքը

Ամուլսարի ոսկու հանքավայրն ընկած է լեռնաշղթայի սահմաններում, որը տեղական կառուցվածքի տեսանկյունից բարդություն է ներկայացնում, ենթադրաբար շրջապատված են տարածաշրջանային պարզ կառուցվածքով, որը բնութագրվում է որպես ենթահորիզոնական, որը թեթևակի տարածվում է, առանց բարդ ներքին կառուցվածքի, բացառությամբ այն տեղերի, որտեղ հատվում են կտրուկ՝ մեծ թեքություն ունեցող խախտումներով: Բարդ հանքայնացված գոտում սիլիտային ՎՀ տակ ընկած է և այն նաև շերտավորված է արգիլիտային փոփոխված ՍՀ և պորֆիրիտային անդեզիտով: Պորֆիրիտային անդեզիտի բազմաթիվ կավի վերափոխված սալերը առկա են ՎՀ դարսաշերտի ներսում, այդ սալերն ունեն բարդ



ծավաճքային երկրաչափություն: Անդեզիտային սալերի մեծ մասը համարվում են ինտրուզիվ շերտեր, սակայն դրանց փոխազդեցությունը առնվազն մասամբ է կառուցվածքային (որն առաջացել է վրածածկ հրումից):

Սիլիցիտային ՎՀ ապարները և արգիլիտային անդեզիտային շերտերը հանդիպում են միայն շերտածն կառուցվածքային մակարդակում, որը կոչվում է հիմնական կոնտակտ: Այս կոնտակտի տակ հորատման ժամանակ միայն արգիլիտային ապարներ են հանդիպել, և անմիջապես հիմնական կոնտակտի տակ գտնվող ապարները նույն պորֆիրիտային անդեզիտն է, ինչ ենթաշերտադասված շերտերն են: Հիմնական կոնտակտի վերևում երևացել են արգիլիտային ենթաշերտադասված անդեզիտի դասավորված շերտեր բեկվածքի կոնտակտի հատկանիշներով (վրածածկ շերտանկում): Տեղային մակարդակով հաստ ստորին անդեզիտային շերտերը և հիմնական կոնտակտը դասավորվում են լայն ծալքում:

Պալեոգենային հրաբխանստվածքային ապարների տարանջատումը ՎՀ և ՍՀ-ի պայմանավորված է ՎՀ հիմքի շերտածն բնույթով: Հիմնական կոնտակտը հիշատակվում է որպես չհամապատասխանող շերտեր (օրինակ, ԲՍԱԳ 4.6.1 բաժին), սակայն կոնտակտի վերևում և նրա տակ գտնվող միևնույն արգիլիտային անդեզիտի առաջացումը հերքում է այդ մեկնաբանությունը:

Մինչ հանքայնացումը մեծ շրջված ծալքաբեկորը խախտվել է մի քանի բաց շերտանկումներով: Հանքայնացման դեֆորմացիան այդ թվում տեղային բաց շերտանկումները և աջակողմյան տեղաշարժը, կրկին շերտադասել է և վերականգնել է ավելի հին կառուցվածքները: Ավելի ակնհայտ հետհանքայնացած կառուցվածքները, որոնք ծածկում են ավելի հին կառուցվածքը, հյուսիս արևելյան ուղղություն ունեցող բեկվածքներ են, որոնք անուղղակի հատում են լեռնաշղթան և սահմանագծում են մի շարք հորստեր և գրաբեններ:

Լեռնաշղթայի արևմտյան հատվածում ամենաստորին դիտվող կոնտակտը արևմտյան հորիզոնական, ցածրանկյուն կիսաէլաստիկ բեկվածքի գոտի է արգիլիտային ՍՀ ապարները ծածկող, շեշտակի իջնող ՎՀ ապարներով: Ենթադրվում է, որ տվյալ կոնտակտը համարվում է վաղ, հյուսիս-արևմուտք ուղղված ճնշումային խզվածք (Օրոնտեսի խզվածք): Այս կառուցվածքը քարտեզի վրա արվել է Տիգրանեսի և Էրատոյի



միջև հորստերի բլուկերի միջև և ենթադրվում է, որ արևելյան կողմ իջնող միլոնիտային գոտին, լեռնաշղթայի արևելյան թեքությունում կառուցվածքաբանական առումով կապված է:

Լեռնաշղթայի բարդ կառուցվածքի ծայրամասում կառուցվածքը ենթադրաբար համեմատաբար ավելի հասարակ է: Շերտերը սուբհորիզոնական ուղղության են, ինչպես նաև սիլիկահող փոփոխված ՎՀ ապարների չափազանց արգիլիտային փոփոխված ՍՀ ապարներին: Ամուլսարի արևելյան կողմում արգիլիտային ՍՀ և սիլիկահող ՎՀ ապարների կոնտակտը տեղի է ունենում չդեֆորմացված շերտաձև կոնտակտում (հիմնական կոնտակտ):

2.1.1.2.2.2.1. Ամուլսարի տեկտոնիկ բլոկ

Ամուլսարի տեկտոնիկ բլոկի (USF) գտնվելու վայրը և բնութագրերը նկարագրված են Geoteam (2014) և GRZ-ում (2011): Համաձայն սույն փաստաթղթերի Ծրագրի տարածքը գտնվում է USF-ում՝ կենտրոնական ինքնավար տեկտոնիկ բլոկում, որը բաղկացած է Էոցեն-օլիգոցեն հրաբխային գմբեթից, իսկ USF գտնվում է Արփա, Որոտան և Դարբ գետերի գետամեջում: USF-ն եռանկյունաձև է, որն ամբողջովին սահմանափակվում է երեք հիմնական հատվող տեկտոնիկ բեկվածքներով՝ Կեչուտի բեկվածք, Ագարակաձորի բեկվածք և Զիրակի բեկվածք:

Վայոց Ձորի (Հայաստան) երկրաբանական քարտեզը ներառված է Geoteam փաստաթղթում (2014): Ըստ այդ քարտեզի (ներառում է բեկվածքների հետքեր) GRZ-ում (2011) բեկվածքների տեղակայման վայրերի նկարագրությունը, Հանքավայրը և Ծրագրի տարածքի մերձակայքում բեկվածքները ցույց տվող ֆիզիոգծագրային քարտեզները³ (այս գեկույցի Հավելված Ա), խզվածքները նշվել են Վայոց Ձորի երկրաբանական քարտեզում (այս գեկույցի Հավելված Ա): GRZ-ում (2011) բեկվածքների մասին համապատասխան նկարագրական տեղեկատվությունը միավորված է հետևյալ պարբերության մեջ երկրաբանական և ֆիզիոգծագրային քարտեզների վրա խզվածքների հետքերի մասին հետազոտություններով:

Ագարակաձորի բեկվածքն իրենից ներկայացնում է խոշոր կառուցվածքային գոտի

³ Ընդգրկված էր Լիդիան Արմենիայի վեր-կայքում, որը նկարագրում է հանքը և Ամուլսարի տեկտոնիկ բլոկը (USF)

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական



(մինչև մեկ կիլոմետր լայնությամբ), որը հատում է Կեչուտի բեկվածքը Արփա և Դարբ գետախառնուրդում և նրա մոտակայքում և անցնում է Դարբ գետի կիրճի մոտակայքով և/կամ երկարությամբ մինչև Որոտանի ոլորաններ և ըստ կանխատեսումների հատում է Էրատո հանքավայրը, Զիրակի բեկվածքը և Որոտան գետի հովիտը: Տարածաշրջանի ամենամեծ բեկվածքներից մեկը՝ Կեչուտի բեկվածքն իրենից ներկայացնում է հյուսիս-արևելյան տարածվող կառույց (մինչև մի քանի հարյուր մետր լայնությամբ), որն, ինչպես նշվեց, հատում է Ագարակաձորի բեկվածքը և անցնում է Արփա գետի հովտի մոտակայքով և/կամ երկարությամբ մինչև Կեչուտի գյուղ և նրա սահմաններից դուրս: Զիրակի բեկվածքի ուղղությունը հյուսիս-արևմուտքից դեպի հարավ-արևելք է, հատում է Կեչուտի բեկվածքը, անցնում է Կեչուտի ջրամբարի տակով, այնուհետև Զիրակի հրաբխով՝ հատելով Ագարակաձորի բեկվածքը և անցնում է Որոտան գետի տակով: Այս երեք բեկվածքները տեսանելի են և նշված են “Սոյուզ 6” և “ԵՌՏԱ-ՆԱՍԱ” /երկրային ռեսուրսների տեխնոլոգիայի արբանյակ/ արբանյակային լուսանկարներում: Հիդրոջերմային փոփոխությունները կապված են նշված երեք բեկվածքների հետ, կառուցվածքային դեֆորմացիաները՝ Կեչուտի և Ագարակաձորի բեկվածքների հետ, ինտրուզիվային հրաբխային ապարները՝ Կեչուտի և Զիրակի բեկվածքների հետ և հանքային աղբյուրները՝ Կեչուտի բեկվածքի հետ: Ըստ Geoteam (2014) Զիրակի բեկվածքը լավ երևում է գետնի մակերևույթին:

Ըստ GRZ (2011) և Geoteam (2014), ԱՏԲ անկախ է (կամ մեկուսացված)՝ ելնելով իր հիդրոերկրաբանական հատկանիշներից: Նրանք ասում են, որ ԱՏԲ կապված չէ հարակից շրջանների հետ և Հանքը չի կարող ազդել ԱՏԲ-ին հարակից շրջանների հիդրոերկրաբանության և ջրի որակի վրա, այդ թվում՝ հանքային և քաղցրահամ ջրերի աղբյուրների վրա, մասնավորապես Զերմուկի հանքային աղբյուրները: Նմանատիպ հայտարարություններ կան “Լիդիան Ինթերնեյշնլ”-ի կայքում:

2.1.1.2.2.3. Հանքայնացում

Ամուլսարի ոսկու հանքը չի ենթարկվում որևէ սովորական տիպի դասակարգման (Oliver, 2013): Հանքացումն ավելի շատ նույնատիպ է ցածր ջերմաստիճանային, ցածր ծծմբային, երկաթի, պղնձի և ոսկու չիլիական համակարգերին, որոնք ունեն փոփոխման շրջանակներ, որոնք նման են ցածր և միջին սուլֆիդացման էպիթերմալ համակարգերին: Հանքն ունի կառուցվածքային կախվածություն, օքսիդացված է, ունի

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական



ցածր ջերմաստիճանային հիպոգեն, լիմոնիտի և երկաթաքարի սուպերգենային հետքեր: Ոսկին ունի սերտ կապ երկաթի, պղնձի, մկնդեղի, ծարիրի, բիսմութի և կապարի հետ, գլխավորում է, շրջապատված է և լայնորեն վերադրված է հիմնականում փոփոխվող ֆիլիկ-արգիլիտային-սիլիտային փոփոխված հրաբխային ապարներով և ինտրուզիվ պորֆիրիտային անդեզիտով: Ոսկու կառուցվածքային միավորման մեջ գերակշռում են խզվածքները և ճեղքերը, ինչպես նաև մոզաիկից քառասյին ցրվածությամբ փշրաբեկորներ: Այս փշրաբեկորներից մի քանիսն իրենցից ներկայացնում են խզվածքներով պայմանավորված հիդրոջերմային փշրաբեկորներ, իսկ մյուսները ցույց են տալիս դիատրենման փշրաբեկորների առաջացման հետքեր և միաժամանակյա բարձրակարգ ոսկու հանքի տեղակայվածություն: Քվարցը գերակշռում է հանքաքարում հեմատիտով, լիմոնիտով և հետիտով, ինչպես նաև երկրորդական ռուտիլով, քլորիտով, փայլարով, ալունիտով և յարոզիտով: Ոսկու հանքի տեղեկայվածության վերաբերյալ ներառում է տեղային փոփոխության զարգացումը, որը զգալի քանակով կախված է ապարի տեսակից, որն ընդ որում ավելի հին սիլիցիֆիկացում, որը հավանաբար առաջացել է մինչև որոշ հրաբխային միավորների նստեցումը:

2.1.1.2.2.4.Տեղական երկրաբանության գնահատումը ԲՍԱԳ բնութագրերում

Ծրագրի տարածքում երկրաբանական բնութագրերի աշխատանքները կատարվել են Ամուլսարի բարձունքներում հանքավայրի և ԴԱԼ մերձակայքում: Երեք գետերի կողմից շրջապատված մնացած տարածքը միայն մակերեսորեն է նկարագրված: ԲՍԱԳ 4.8.1 Գծագիրը ցույց է տալիս մի քանի այլ տարածքների շարքում գրունտային ջրերի մակարդակի մոնիթորինգային վայրեր, որտեղ ըստ երևույթի, ստացվել են ենթամակերևույթային երկրաբանական տվյալներ, սակայն ծրագրի տարածքում բացակայում են Ծրագրի տարածքի երկայնքով հատումները՝ արտացոլելու ստրատիգրաֆիան և կառուցվածքը: 3D երկրաբանական մոդելի հատումները (Holcombe, 2013) ցույց են տալիս միայն լեռնաշղթայի (բացահանքերի տարածք) մերձակայքում երկրաբանական կապերը: Եթե բացակայում են լեռնաշղթայից դուրս գտնվող տարածքների վերաբերյալ երկրաբանական տվյալները կամ դրանք ստացվել են, սակայն չեն ներառվել կոնցեպտուալ մոդելի մեջ, ապա այդ տվյալների



թերիությունը հանգեցնում է ստորգետնյա ջրերի աղտոտման աղբյուրների և ընկալիչների միջև ենթամակերևույթի թերի ընկալմանը: Բնապահպանական տեսանկյունից այս զգայուն տեղանքում Ծրագրի տարածքի շրջակայքում կառուցվածքային և շերտագրական կապերի ցուցադրության բացակայությունը լուրջ թերություն է ԲՍԱԳ կոնցեպտուալ մոդելի մեջ: Կոնցեպտուալ երկրաբանական մոդելը համարվում է հիմք այն մոդելների համար, որոնք թվային եղանակով ներկայացնում են ստորգետնյա ջրերի հոսքը և աղտոտող նյութերի տեղափոխումը:

Տեղական երկրաբանության ԲՍԱԳ նկարագրությունը անկազմակերպ է, ոչ լրիվ, ոչ ամբողջական՝ առանց բնօրինակ փաստաթղթերը կարդալու: Տեքստը ստեղծում է թերի այնպիսի տպավորություն, որ լիարժեք չեն հասկացվել ուսումնասիրված կառուցվածքային և ստրատիգրաֆիկ կապերը, տեղաբաշխման և փոփոխման տեսակների պատճառների, ինչպես նաև իրադարձությունների հաջորդականությունը, որոնք բերել են լեռնաշղթայի երկայնքով տարբեր տեսակի ապարների առաջացմանը և առկայությանը: Տեքստը նաև անհասկանալի է թվում այն առումով, թե արդյոք ապարների և փոփոխությունների բոլոր տեսակներն են բնութագրվել Թթվային ապարների դրենաժի տեսանկյունից: Ապարների տեսակների տարբերակման և նկարագրության բացթողումներից մեկը լայն տարածում գտած ֆիլիկ փոփոխվածությունն է: Այս ֆիլիկ փոփոխվածությունն ակնհայտորեն խառնվել է արգիլատային փոփոխվածության հետ, որն ավելի հին ֆիլիկ փոփոխվածության հետքն է: Հղումներով տեքստը և Նկարը ցույց են տալիս ծրագրի տարածքի լեռնաշղթայի մեկուսացված բարդ կառուցվածքը և Ծրագրի տարածքի մնացած մասի երկրաբանական պարզությունը: Կոնցեպտուալիզացիայի այս ձևը քիչ հավանական է՝ հաշվի առնելով լեռնաշղթայում ծալքաբեկորների և վրածածկերի առկայությունը և սահմանային գետերի առկայությունը, որոնք ունեն կառուցվածքային կախվածություն:

Հանքայնացված գոտում քարտեզի վրա արված վրածածկ և ճնշումային բեկվածքները հողարմատի համատարած կրճատման երևույթներ են, որոնք կապված են եվրասիական և աֆրիկա-արաբական քարոլորտային սալաքարի հետ միասին բախմամբ (Adamia et al., 2011): Ծրագրի տարածքում հավանաբար բեկվածքները չեն սահմանափակվում լեռնաշղթայով: Լեռնաշղթայի առկայությունը և կոնստրուկցիաների լավ հանքելուստը կարող են մասամբ պայմանավորված լինել սիլիտային ապարների՝ էրոզիայի նկատմամբ դիմադրողականությամբ: Լեռնաշղթայի վրա հայտնաբերված

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական



վրաձածկից երևում է, որ Ծրագրի տարածքում, հավանականորեն, առկա են կառուցվածքորեն ավելի ցածր ենթազուգահեռ բաց շերտանկումներ և ծալքաբեկորներ: Ըստ Հոլկոմբի (2013), Օրոնտեսի հրումը, որը համարվում է լեռնաշղթայի յուրաքանչյուր կողմում հայտնաբերված ամենախորը ցածրանկյուն կառույցը և քարտեզի վրա նշվել է Տիգրանեսի և Էրատոյի միջև հորստերի անձեռնամուխ հանքազանգվածով, ընկած է շալակաձև այլ հրումային բեկվածքի խորության մեջ: Հանքայնացված տարածքում քարտեզի վրա արված մեծ անկյուններով բեկվածքները հավանաբար նաև հանդիպում են Ծրագրի տարածքի երկայնքով:

Մակերեսի մանրամասն երկրաբանական քարտեզագրումը ըստ երևույթի բացակայում է Ծրագրի տարածքի մնացած հատվածում: Բեկվածքները նկարագրված են միայն հանքայնացման մոտակայքում (ԲՍԱԳ Նկար 4.6.3 և 4.6.7): Երկրաբանական քարտեզների վրա բեկվածքների բացակայության բացատրություններից մեկն այն է, որ քիչ ջանք է գործադրվել, քանի որ դրանք գտնվում են տնտեսական հետաքրքրության սահմաններից դուրս:

Բեկվածքները կարող են լինել ստորգետնյա ջրերի հոսքի խոչընդոտներ և/կամ ուղիներ: Բացի այդ, հրաբխային ապարները փխրուն են, ճաքերի համար լայնատարած թափանցելիությամբ, այդ թվում շերտավորության հարթության ճաքերը: Այս բնութագիրը հավանաբար ազդում է ստորգետնյա ջրերի հոսքի և տեղափոխման արագության վրա: Արգիլիտային ապարները չեն կարող համարվել միասեռ կավային գոտի, որոնք ճաքեր չունեն: Իրականում հանքաքարի կուտակման հետ առնչվող պրոցեսները վրադնում են փշրաբեկորները փոփոխված ապարների վրա: Հանքայնացման տարածքի սահմաններից դուրս գտնվող ճեղքվածությունը նկարագրված չէ ԲՍԱԳ 4.6.2 բաժնում կամ կից երկրաբանական փաստաթղթերում, ենթադրաբար չի իրականացվել ճեղքվածքների մակերեսային և հորատանցքերի բնութագրերում: Խզվածքների քարտեզագրման և ճեղքվածքների բնութագրերի բացթողումներն ունեն տվյալների թերիություն ստորգետնյա ջրերի հոսքի ուղիների վրա հսկողության միջոցների և ապարների անցանելիության համար ընկալման ձևավորման տեսանկյունից: Բացահանքերից և Ծրագրի ենթակառուցվածքներից դեպի ընկալիչներ (գետեր, աղբյուրներ) ստորգետնյա ջրերի հոսքի և լուծույթի տեղափոխման ուղու ճիշտ թվային մոդելավորումը կախված է հոսքի և տեղափոխման ուղու երկայնքով ապարի կառուցվածքից և բնութագրումից:



Ծրագրի տարածքը միայն մասամբ է ընդգրկված Ամուլսարի տեկտոնիկ բլոկի ներսում (այս զեկույցի Հավելված Ա): Ամբողջ Տիգրանես-Արտավազդես-Արշակ բացահանքի տարածքը և Էրատո բացահանքի առնագն մի մասը գտնվում են Ագարակաձոր բեկվածքի և ԱՏԲ հարավային հատվածում: Բացի այդ, ԴԱԼ գտնվում է Զիրակի բեկվածքի ուղեգծի երկու կողմում, ընդ որում՝ ԴԱԼ-ի որոշ մասերը ընկնում է բեկվածքից և ԱՏԲ հյուսիս: Կեչուտի ջրամբարի առնվազն կեսը գտնվում է ԱՏԲ ներսում՝ դրա հյուսիսային գագաթի մոտակայքում: Զիրակի բեկվածքից հյուսիս ընկած ԴԱԼ-ի մի մասից հնարավոր արտահոսքը ստորգետնյա ջրեր կարող է հանգեցնել այն բանին, որ աղտոտված ջրերը հասնեն Մադիկենց աղբյուրներին: Իսկ բացահանքերի տակ գտնվող ստորգետնյա ջրերը կարող են հոսել Դարբ և Որոտան գետեր:

Դարբ և Արփա գետերի գտնվելու վայրն ունի կառուցվածքային կախվածություն, գետերը սովորաբար հանդիսանում են հիդրավիկ սահմաններ (ուղղահայաց պրոյեկցիայի ուղղությամբ ստորգետնյա ջրերի հոսք առկա չէ): Բացի այդ, բեկվածքները կարող են խոչընդոտ հանդիսանալ ստորգետնյա ջրերի հոսքի համար, և հիդրոջերմային փոփոխվածությունը ավելացնում է այն հավանականությունը, որ բեկվածքները խոչընդոտ են ստորգետնյա ջրերի հոսքի համար: Սակայն, քանի որ ԴԱԼ և հանքի բացահանքերի տարածքների մեծ մասը գտնվում են Ամուլսարի տեկտոնիկ բլոկից դուրս, սխալ է ասել, որ հանքը չի կարող ազդել տարածքների վրա (այդ թվում՝ քաղցրահամ ջրերը), որոնք գտնվում են ԱՏԲ մերձակայքում: Բացի այդ, բեկվածքները կարող են լինել ստորգետնյա ջրերի հոսքի խողովակներ: Այդ հավանականությունը վկայում է, որ Ագարակաձորի բեկվածքը կարող է տանել աղտոտված ստորգետնյա ջուրը դեպի Դարբ և Արփա գետեր, իսկ Զիրակի բեկվածքը կարող է տանել աղտոտված ստորգետնյա ջուրը, այդ թվում՝ պոտենցիալ արտահոսքի ջուրը ԴԱԼ-ից (բարձրությունը մոտավորապես 2,600մ) դեպի Կեչուտի ջրամբար (բարձրությունը մոտավորապես 1,950մ) և/կամ Որոտան գետ (բարձրությունը մոտավորապես 2,200մ, Զիրակի բեկվածքի նախագծված հատման վրա):

ԴԱԼ-ից հյուսիս շարժվող մակերևութային և ստորգետնյա ջրերը հոսում են հյուսիս-արևմտյան հետագծով դեպի Արփա գետ և Կեչուտի ջրամբար: Ջերմուկն առնվազն 1000 մետր բարձր է Կեչուտի ջրամբարից: Արփա գետը հոսում է Ջերմուկից հարավ, այնուհետև Կեչուտի ջրամբարից հարավ-արևմուտք: Գետի հովտի բարձրությունը նվազում է մինչև 1400 մետր Դարբ և Արփա գետերի հատման վայրում: Ստորգետնյա



ջրերը նույնպես նվազում են գետի հովտի երկարությամբ գետի հոսքի ուղղությամբ: Բացի այդ, Ջերմուկի և հանքավայրի միջև դեպի Արփա գետը կա հյուսիս-արևելք ուղղված վտակ, որը հավանաբար հիդրավլիկ սահման է: Անգամ եթե ԴԱԼ-ի մի մասը գտնվում է Ջիրակի բեկվածքից դեպի հյուսիս, ԴԱԼ-ից արտահոսքը չի հասնի Ջերմուկ: Եվ ի վերջո՝ Ջերմուկը գտնվում է Կեչուտի բեկվածքից դեպի հյուսիս-արևմուտք, որը նույնպես կարող է խոչընդոտ լինել ստորգետնյա ջրերի հոսքի համար:

2.1.1.2.3. ԹԱԴ պոտենցիալ՝ թթվագոյացում և մետաղների տարրալվացման պոտենցիալը

Ծրագրի երկրաբանությանը վերաբերվող շրջակա միջավայրի վրա հնարավոր ազդեցության աղբյուրները ներառում են բացահանքի պատերը, բովանգքերը, դատարկ ապարները (ներառյալ բացահանքերի ետլիցքը), ցածր խտությամբ ապարների լցակույտները և կույտային տարրալվացման հարթակում օգտագործված ապարները: ԲՍԱԳ 4.6.5 բաժինը և 4.6.2 հավելվածը (GRE, 2014d) ամփոփում է Ծրագրի ԹԱԴ բնութագիրը: ԹԱԴ պոտենցիալների, մետաղների տարրալվացման և մտահոգություններ առաջացնող բաղադրիչների (ՄԱԿ) բնութագրումը կատարվել է ապարի երկու հիմնական տեսակի՝ ՎՀ և ՍՀ և կոլուվիալների համար: Հետևաբար, ԹԱԴ բլոկ մոդելը կազմվել է (GRE, 2018b) սահմանելու պոտենցիալ թթվագոյացնող (ՊԹԳ) դատարկ ապարները:

ԲՍԱԳ Հավելված 4.6.2 Նկար 4-1 և 4-2 ցույց են տալիս Տիգրանես/Արտավազդես և Էրատո բացահանքերում նմուշառման տեղաբաշխվածությունը և խտությունը: Հավելված 4.6.2 Աղյուսակ 4-1 (GRE, 2014d) ցույց է տալիս հանքի յուրաքանչյուր տարածքից դատարկ ապարի և օգտագործված հանքաքարի վրա կատարված թեստերի տեսակները և քանակը: Բնութագրերը որոշելու համար թեստերն իրենց մեջ ներառում են թթվահիմնային հաշվարկ (ԹՀՀ), զուտ թթվագոյացման pH (ԶԹԳ), քիմիական կազմություն, հանքայնացում, սինթետիկ նստվածքների տարրալվացման ընթացակարգ (ՍՆՏԸ), ոչ-Թթվագոյացնող արտահոսքեր և խոնավության բջիջ (ԽԲ):

2.1.1.2.3.1. Բնութագրման մեթոդներ

Լայնածավալ բնութագրումները պետք է կատարվեն յուրաքանչյուր գեոքիմիական

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական



թեստային միավորի համար: Գեոքիմիական թեստային միավորներն ապարներ են բնորոշ լիթոլոգիայով, հանքայնացմամբ և/կամ փոփոխվածությամբ (օրինակ, Maest et al., 2005): Միավորները պետք է որքան հնարավոր է միասեռ լինեն՝ հիմնվելով լիթոլոգիայի, հանքայնացման, փոփոխվածության և հողմահարման նկատմամբ հանքաքարերի ազդեցության աստիճանի վրա: Ելնելով բնութագրման արդյունքներից՝ որոշ փորձարկվող միավորներ կարող են միավորվել կամ կարող է անհրաժեշտ լինել բաժանել նրանց մնացորդները հետագայում այն օգտագործելու նպատակով:

2.1.1.2.3.1.1. Հանքաքանական վերլուծություն

Հանքաքանական տվյալները ԹԱԴ-ի կարևորագույն բաղադրիչներից են, քանի որ հանքաքանական հատկություններն են որոշում երկրաքանական նյութերի և հանքային թափոնների ֆիզիկական և երկրաքիմիական կայունությունը և դրանց փոխազդեցության արագությունները (օրինակ՝ INAP, 2009): Հանքային փուլերի տեսակները ցույց են տալիս հիմնական քիմիական բաղադրիչները և փոխազդեցությունների հարաբերական արագությունները: Հանքաքանական տվյալների ամենակարևոր կիրառումներից մեկն էլ այլ թեստերի հաստատման, մշակման և արդյունքների մեկնաբանման համար կիրառվելն է: Սովորաբար անհրաժեշտ է հանքաքանական վերլուծություն կատարել ստատիկ/կայուն թեստերի նմուշների ներկայացուցչական ենթաբազմազանության և յուրաքանչյուր կինետիկ թեստի նմուշի համար: Հանքաքանական տվյալները ցույց են տալիս, թե որ հանքանյութերն են նպաստում թեստի արդյունքներին և այն հավանականությունը, թե ինչպես են դրանք նպաստելու նմանօրինակ բնական միջավայրում: Ներկայացուցչական օրինակները հիմնված են երկրաբանության և երկրաքիմիական տարբերությունների լավ իմացության վրա (օրինակ՝ փոփոխության տեսակները), որոնք ձեռք են բերվել նախորդ հետազոտությունների հետ կապված վերլուծական աշխատանքների արդյունքում: Առնվազն միջուկում միներալների տեսողական նույնականացում, պետրոգրաֆական անալիզ (փոխանցված և արտացոլված լույս) և ռենտգենյան դիֆրակցիա պետք է իրականացնել:

Ամբողջական ժայռի երկրաքիմիան



Ամբողջական ժայռի վերլուծությունը (ընդհանուր քիմիական կազմ) որոշում է ապարում բաղադրիչների ընդհանուր կոնցետրացիաները: Այս տվյալները նպաստում են մտահոգություններ առաջացնող բաղադրիչների բացահայտմանը, բայց դրանք ԹԱԴ-ում կոնցետրացիաների պոտենցիալ քանակների որոշման չափանիշներ չեն հանդիսանում: Բաղադրիչ տարրերի վերլուծության մեթոդներն ընգրկում են՝ ինդուկտիվ կապակցված պլազման (ICP), ատոմային կլանման սպեկտրոսկոպիան (AAS) և ռենտգենյան ֆլուորեսցենցիան (XRF):

Ստատիկ փորձարկում

Կան թեստավորման երկու հիմնական տարբերակներ ԹԱԴ-ի պոտենցիալը որոշելու համար՝ 1) Թթվահիմնային հաշվարկը որոշում է պոտենցիալ զուտ թթվագոյացման քանակը և զուտ թթվի սպառման կարողության քանակն առավելագույն պոտենցիալ թթվագոյացման և թթվի չեզոքացման կարողության անկախ չափման միջոցով և 2) ոչ-Թթվագոյացնող ընթացակարգը, որը զիջում է pH բալանսով, որը ցույց է տալիս զուտ թթվագոյացման հավանականությունը և թթվագոյացման քանակը թեստում (օրինակ, Stewart et al., 2006):

ԹՀՀ (ABA) արդյունքներով որոշվում է զուտ պոտենցիալի գործակիցը (2ՊԳ/NPR) և զուտ չեզոքացման կարողությունը (NNP) հաշվարկելու համար:

$$\text{NPR} = \text{NP} / \text{AP}$$

$$\text{NNP} = \text{NP} - \text{AP} \text{ (TCaCO}_3\text{/kT)}$$

ԲՍԱԳ-ի 4.7.1-րդ Բաժնում նշած Աղյուսակ 4.7.4 ցույց է տալիս ԹԱԴ-ի պոտենցիալի սքրինինգի ուղեցույցները: Նմուշը պոտենցիալ զուտ թթվագոյացնող է (PAG)՝ $\text{NPR} < 1$, ոչ պոտենցիալ թթվագոյացնող է՝ $\text{NPR} > 2$, և անորոշ՝ NPR-ով 1-ից 2 միջակայքում (INAP, 2009): Պոտենցիալ թթվագոյացնողի համար սահմանվել է $\text{NNP} < -20$, ոչ-թթվագոյացնողի համար՝ $\text{NNP} > 20$, և անորոշի համար զուտ չեզոքացման պոտենցիալի (NNP-ի) միջակայքը տատանում է -20-ից 20-ի միջև: Խորհուրդ չի տրվում զուտ չեզոքացման պոտենցիալը (NNP-ը) օգտագործել ԹԱԴ պոտենցիալի բնութագրման



համար (INAP, 2009), քանի որ զուտ չեզոքացման պոտենցիալը (NNP-ն) հավելյալ է, և այն պետք է ավելի բարձր լինի, քան $NPR > 1$:

Տեղանքին հատուկ NPR արժեքներ են սահմանվել որոշ երկրներում, իսկ ԱՄՆ-ում դրանք կարգավորվում են օրենքով (նորմատիվ չափանիշներ): Որոշ ավստրալիական տեղանքներում օգտագործվում է $NPR > 3$ ՝ որպես պահպանողական շեմ թթվագոյացնողի և ոչ թթվագոյացնողի միջև: Նյու Մեխիկո նահանգում գործում է նորմավորված NPR 3 արժեքը, իսկ Նևադայում՝ NPR շեմ է համարվում 1.2 արժեքը:

Ոչ թթվագոյացնող թեստն օգտագործվում է ԹԹՀ թեստի հետ միասին՝ նմուշի թթվագոյացման պոտենցիալը դասակարգելու համար (Stewart et al., 2006): Ոչ թթվագոյացման $pH < 4.5$ ցույց է տալիս, որ նմուշը պոտենցիալ թթվագոյացնող է: Զուտ պոտենցիալ հարաբերակցությունը $NPR = 1.0$ տարանջատում է պոտենցիալ թթվագոյացնողը ոչ-թթվագոյացնողներից: Զուտ պոտենցիալ հարաբերակցությունն (NPR) ընդդեմ զուտ թթվագոյացման մեջ pH նշում է պոտենցիալ թթվագոյացման կվադրանտը (քառաչափը), ոչ թթվագոյացման կվադրանտը և երկու անորոշ կվադրանտները (INAP, 2009): Հակասող ABA-ի և ոչ-թթվագոյացնող նմուշների pH արդյունքները տատանվում է անորոշ կվադրանտներում: Այդ նմուշների հետ անհրաժեշտ է հետագա փորձարկումներ կատարել: Պոտենցիալ թթվագոյացման ենթադասակարգումը որպես ցածր պոտենցիալ կամ բարձր պոտենցիալ ունեցողներ, նույնպես տեղեկատվական է, որը հիմնվում է թթվայնության քանակի վրա, որը որոշվում է pH 4.5 նկատմամբ (Miller, 1998) տիտրմամբ: Բացի այդ, հաջորդական ԶԹԳ թեստեր պետք է իրականացվեն պիրիտային ավելի քան 0.7 տոկոս ծծումբ պարունակող նմուշների վրա, որպեսզի որոշվի ընդհանուր թթվայնությունը՝ առաջացած սուլֆիդային ծծմբի թերի օքսիդացման հետևանքով (որոնք առաջանում են պերօքսիդի տարրալուծման արդյունքում):

ԹՀՀ և ԶԹԳ թեստերը ծախսատար չեն, և այն պետք է ավելի շատ նմուշների վրա կիրառել: Արդյունքներն օգտագործվում են այն նմուշները պարզելու համար, որոնց հետ անհրաժեշտ է լրացուցիչ փորձեր կատարել ԹԱԴ պոտենցիալն ավելի ճշգրիտ բնութագրելու համար, և այն կարող է գործնական սքրինինգի չափանիշներ տրամադրել հանքաթափոնների դասակարգման և կառավարման համար: Պետք է



Գաղտնի և սահմանափակ հասանելիությամբ

միշտ ԹՀՀ թեստ իրականացնել: ԶԹԳ թեստը կարելի է չկատարել այն նմուշների վրա, որոնք պարունակում են շատ քիչ քանակությամբ ծծումբ կամ այն նմուշների վրա, որոնք զգալի գերազանցում են չեզոքացման պոտենցիալը՝ ըստ ԹՀՀ թեստի արդյունքների:

Կինետիկ փորձարկում

Լաբորատոր կինետիկ թեստերն օգտագործվում են ստատիկ թեստերի արդյունքները հաստատելու և մեկնաբանելու, ինչպես նաև՝ երկարաժամկետ հողմահարման արագությունները, ԹԱԴ պոտենցիալը և հանքային ջրերի քիմիան կանխատեսելու համար: Թթվագոյացումը և մետաղների տարրալվացումը՝ երկուսն էլ, կարող են գնահատվել կինետիկ փորձարկման միջոցով: Կինետիկ փորձարկման տարբեր տեսակներ և ընթացակարգեր կան, որոնց բոլոր նմուշներ էլ ենթակա են պարբերական տարրալվացման, իսկ ֆիլտրատը՝ անալիզի: Փորձարկման ենթակա նյութերը պետք է բնութագրվեն նախքան փորձարկման ենթարկվելը:

Սովորաբար օգտագործվող կինետիկ լաբորատոր փորձարկման երկու տարբերակներն էլ կիրառում են հիդրավլիկ հաղորդականության և սյունակային թեստերը: Հիդ. հաղորդականության թեստերը ASTM չափանիշներով թեստեր են (ASTM, 2007), որոնք կատարվում են ամբողջությամբ օքսիդացված (թթվածնով հարուստ) պայմաններում՝ փոխարկման արդյունքների պարբերաբար լվացմամբ: Թեստերից ստացված արդյունքները ընդգրկում են սուլֆատների հողմահարման արագությունները և հեշտ լուծվող առաջնային և երկրորդական հանքանյութերի տարրալուծման արագությունները: Հիդրավլիկ հաղորդականության թեստերի ընդհանուր վերջնական կետը ֆիլտրատի պարամետրերից ստացված հաստատուն արժեքներն են:

Չափանիշներ չկան սյունակային թեստերի համար, որոնք կարող են սիմուլացնել բազմաթիվ պայմաններ: Սյունակային թեստերը թույլ են տալիս երկրորդական հանքանյութի առանձնացումը առաջնային հանքանյութի ֆիլտրված բաղադրիչներից՝ դրենաժի քիմիան ավելի լավ գնահատելու համար: Սյունակային թեստերը կարող են սիմուլացնել տեղանքին հատուկ պայմաններ, կինետիկա և մեղմման միջոցներ, ինչպիսիք են օրինակ՝ ծածկերը և բարելավված հանքաթափոնները:



Տարրավազման և արտահոսքի փորձարկում

USSC (սինթետիկ տեղումների տարբերակման ընթացակարգը) մի շարք կարճաժամկետ տարրավազման թեստերից մեկն է, որը չափում է հեշտ լուծվող բաղադրիչները հանքաթափոններում (օրինակ՝ Maest et al., 2005): Թեստը սիմուլացնում է միներալների կարճաժամկետ փոխազդեցությունն անձրևաջրերի և ձնհալի հետ, բայց այն տեղեկություններ չի տալիս երկարաժամկետ տարրավազման արագությունների մասին:

ԶԹԳ թեստերի արտահոսքը կարելի է անալիզի ենթարկել հանքային ջրերի քիմիայի վրա ունեցած երկարաժամկետ հողմահարման ազդեցությունները գնահատելու համար: Կարլսոնը և Կոպիլան (Karlsson and Kauppila, 2016) հայտնաբերեցին, որ զուտ թթվազոյացման ֆիլտրատը ողջամիտ կերպով գնահատում է մետաղների կոնցետրացիաները, երբ $pH < 4$, և որ NAG (զուտ թթվազոյացման) ֆիլտրատը առնվազն ցույց է տալիս այն տարրերը, որոնք բարձրանալու հավանականություն ունեն ավելի բարձր pH դեպքում:

Դաշտային մեթոդներ կարող են օգտագործվել ԹԱԴ և մետաղների տարրավազման պոտենցիալներն առավել իրականության մոտ գնահատելու համար: Մեթոդները տարբեր են լինում՝ ապարների պատերի լվացումից մինչև մեծաքանակ նյութերի կույտային թեստեր (INAP, 2009): Դաշտային մեթոդների առավելություններն այն են, որ այն գնահատումն իրականացվում է տեղանքի շրջակա պայմաններում, այդ թվում՝ սեզոնային պայմաններում՝ գնահատելով առանձին իրադարձություններ, ինչպիսիք են օրինակ՝ ուժեղ փոթորիկները և ձնհալը: Ջրի որակի ֆիլտրատի մոնիթորինգը, պատմական հանքարդյունաբերության հետ կապված (օրինակ՝ դատարկ ապարների կույտերը և դիտահորերը) կարող են տեղեկություններ տրամադրել հողմահարման արագությունների և ջրի որակի մասին շրջակա պայմաններում:

2.1.1.2.3.2. ԲՍԱԳ-ում նկարագրված ԹԱԴ պոտենցիալի գնահատում

ԹԱԴ գնահատման համար վերցված նմուշների տեղանքների բաշխվածությունները ողջամիտ են երկու բացահանքերի տարածքների համար: Այդուհանդերձ, Վերին հրաբխային (ՎՀ) և Ստորին հրաբխային (ՍՀ) առաջացումները քիչ տվյալներ են բացահայտում նմուշներից յուրաքանչյուրի հանքաքանական հատկությունների և ապարների բնութագրերի մասին: Զգալի տարբերություններ կան յուրաքանչյուր կատեգորիայում:

Ապարների երկու հիմնական տեսակների մեջ վերին հրաբխային և ստորին հրաբխային առաջացումները, դրանցից բխող ենթատեսակները կարող են սիլիցիումային (կվարց) ՎՀ առաջացումները, սիլիցիումային-ալյումինոս ՎՀ առաջացումներ, արգիլային ՍՀ առաջացումներ, արգիլային-ալյումինոս ՍՀ առաջացումներ, սիլիցիումային-սերիցիտային-կավային ՍՀ առաջացումներ, ֆիլիկ ՍՀ առաջացումներ և ապարների այլ տեսակներ պարունակել, այդ թվում՝ չփոփոխված ՍՀ առաջացումներ: Հանքաքարը կարելի է համարել առաջնային ՎՀ առաջացումների ենթատեսակ: Հանքաքարի մեջ են մտնում հեմատիտը և խառը հիդրավիկ բրեկչիան, բեկվածքների և ճեղքվածքների հանքերակները: Կոլուվիալ նստվածքը թափոնի տեսակ է՝ ստացված տարբեր չափերի և բաղադրությամբ ՎՀ և ՍՀ առաջացումներից, որոնք նույնպես պետք է նկարագրել: Յուրաքանչյուր ապարների ենթատեսակից, բացահանքի տարբեր տեղանքների յուրաքանչյուրից հանքաքարի և նստվածքի բազմաթիվ նմուշներ պետք է բնութագրման ենթարկեն: Հանքաքարի բնութագրերը պետք է ընգրկեն բրեկչիա և հանքերակային տեսակներ: Յուրաքանչյուր ապարի ենթատեսակի, հանքաքարի երևակման, պոտենցիալ նստվածքի հանքաքանական վերլուծությունը կարող է միներալների հստակ համալիրների լրացուցիչ կամ ավելի քիչ բաժանումներ բացահայտել, այդ թվում՝ երկրորդական միներալների հիման վրա՝ երկրաքիմիական թեստի բաժինները վերջնականապես սահմանելու նպատակով (օրինակ՝ Maest et al., 2005):

Հանքաքանական վերլուծությունները կատարվել են XRD (ռենտգենյան դիֆրակցիայի) և փոխանցվող-անդրադարձվող լույսի մանրադիտարկման միջոցով Տիգրանես/Արտավազդես բացահանքից վերցված 8 նմուշների և Էրատո բացահանքի



տարածքից 12 նմուշների վրա (Հավելված 8.1.9): Միայն 5 ՍՀ և 3 ՎՀ առաջացումների նմուշներ են անալիզի ենթարկվել Տիգրանես/Արտավազդես բացահանքի տարածքից, և միայն 5 ՍՀ, 4 ՎՀ և 3 կոլուվիալ առաջացումների նմուշներ են վերցվել Էրատո բացահանքի տարածքից: Նմուշների քանակը բավարար չէ յուրաքանչյուր կատեգորիայի համար, բացի դրանից նմուշների ընտրությունը հիմնված չէր ՎՀ և ՍՀ առաջացումների ենթատեսակների վրա: Ոչ մի ձևով հնարավոր չէ իմանալ, թե արդյոք ապարների բոլոր ենթատեսակներն են ներկայացված ՎՀ և ՍՀ առաջացումներում կամ արդյոք հանքաբանական անալիզների շարքը յուրաքանչյուր կատեգորիայի համար ներկայացնում է երկրաքիմիական փոփոխությունների ամբողջ շարքը, կամ թե արդյոք հանքաբանական անալիզը ներկայացնում է կոնկրետ որևէ ապարի ենթատեսակը: Ապարի ենթատեսակների և հանքաբանական տվյալների միջև փոխկապակցության պակասը հետևանքներ է ունենում մնացած բոլոր թեստերի վրա:

Հիմնվելով առկա հանքաբանական անալիզների վրա՝ հիմնական հանքանյութերը ընդգրկում են կվարց, դաշտային սպաթներ, սերիցիտ, իլլիտ, կաոլինիտ, ալունիտ, յարոզիտ, պիրիտ, հեմատիտ, լիմոնիտ և գյոտիտ: ԲՍԱԳ-ի 4.6.2 և 4.6.3 Աղյուսակները և Հավելված 8.19 Աղյուսակ 9 (GRE, 2017), որոնք ամփոփում են ՎՀ և ՍՀ առաջացումների տվյալները, զգալի տարբերություններ են բացահայտում նմուշների հանքաբանության մեջ յուրաքանչյուր կատեգորիայում, որը ցույց է տալիս, որ անհրաժեշտ է ապարները ենթատեսակների բաժանել: Հանքաբանական անալիզներ չեն կատարվել հանքաքարում, բայց նույնիսկ հանքաքարի բաղադրիչները զգալի տարբերություններ են երևան հանում ապարների ընդհանուր անալիզում (ԲՍԱԳ, Աղյուսակ 4.6.1)՝ ցույց տալով հանքաբանական տարբերությունները: Տիգրանես/Արտավազդես բացահանքի տարածքի կոլուվիումի նստվածքները և փոխառված նյութերը նույնպես հանքաբանական անալիզի չեն ենթարկվել:

Ամբողջական ապարների բազմաթիվ անալիզներ են կատարվել դատարկ ապարների վրա յուրաքանչյուր բացահանքում (Հավելված 4.6.2, Աղյուսակ 4-1), բայց անալիզների մեծամասնությունն ընդամենը մետաղներ են: Հիմնվելով Հավելված 4.6.2 Աղյուսակ Բ-4-ի վրա՝ ամենաշատ տարրերի անալիզներն իրականացվել են Տիգրանես/Արտավազդես բացահանքի տարածքի համար, մինչդեռ ՍՀ առաջացումների համար ընդամենը 6 անալիզ է իրականացվել, իսկ ՎՀ



առաջացումների համար՝ 3 անալիզ: Տիգրանես/Արտավազդես բացահանքի վերամշակված հանքաքարն անալիզի չի ենթարկվել: Դժբախտաբար, արդյունքներից ոչ մեկը բնութագրող հանքաբանությամբ հանդերձ չի կարելի կապել ապարների ենթատեսակների հետ և արդյունքները չեն կարող օգտագործվել գնահատելու, թե արդյոք կոնկրետ ինչ-որ ենթատեսակ ավելի շատ ռիսկեր է ենթադրում, քան մյուսները, որն օգտակար կլինեի մյուս թեստերի համար նմուշներ ընտրելու համար:

Տիգրանես/Արտավազդես բացահանքի տարածքի դատարկ ապարների համար 154 ԹՀՀ թեստեր են կատարվել՝ առանց զուտ թթվագոյացման, pH թեստերի դասակարգումն ամբողջականացնելու համար: Նմանապես, այդ բացահանքի տարածքի վերամշակված հանքաքարի համար 6 ԹՀՀ թեստ է իրականացվել՝ առանց լրացուցիչ զուտ թթվագոյացման pH թեստերի: Էրատո բացահանքի տարածքի դատարկ ապարների համար 80 ԹՀՀ թեստ և ընդամենը 50 զուտ թթվագոյացման pH թեստ է իրականացվել: Արդի ԹԱԴ բնութագրումը պահանջում է, որ ԹՀՀ և զուտ թթվագոյացման երկու թեստերն իրականացվեն նմուշները դասակարգելու համար (նշում ենք, որ Զուտ պոտենցիալի գործակիցն ընդդեմ զուտ թթվագոյացման pH plot ընդգրկված է Հավելված 4.6.2), չնայած նմուշները շատ քիչ ծծումբ են պարունակում կամ ABA արդյունքները ցույց են տալիս չեզոքացման պոտենցիալի զգալի գերազանցում: ՍՀ առաջացումներում ապարներն ունեն շատ ցածր չեզոքացման պոտենցիալ և պոտենցիալ թթվայնության զգալի գերազանցում: ՍՀ առաջացումների նմուշները գոնե պետք է ենթարկվեն NAG (զուտ թթվագոյացման) pH փորձարկման: ՍՀ առաջացումների նմուշներն այս փորձարկման չեն ենթարկվել այն պատճառաբանությամբ, որ ծծմբի քանակը համապատասխան կլինի: Տիտրացիան NAG (զուտ թթվագոյացման) pH թեստի ստանդարտ մաս է կազմում (Stewart et al., 2006), և թթվայնության չափի մասին տվյալները պետք է օգտագործվեն նմուշը հետագա դասակարգման ենթարկելու համար, հաջորդիվ NAG (զուտ թթվագոյացման) թեստերի իրականացմամբ բազմաթիվ նմուշների վրա, որոնք պարունակում են 0,7%-ից բարձր պիրիտիկ ծծումբ (Հավելված 4.6.2, Աղյուսակ Ա-1 և Ա-2): Դժբախտաբար գոյություն ունեցող ստատիկ թեստերից ոչ մեկը չի կարող վերաբերել ապարի ենթատեսակներին հանքանյութերին բնորոշ համալիրով թեստի արդյունքները մեկնաբանելու համար:



Ուշագրավ է, որ փոփոխված Սոբեկ (Modified Sobek) մեթոդն է օգտագործվել Ծրագրի ABA-ի համար, որը որոշում է պոտենցիալ թթվայնությունը որոշելու համար՝ հիմնվելով միայն սուլֆատային ծծմբի վրա: Այս մոտեցումը հստակ կերպով սխալ մոտեցում է Ծրագրի համար, քանի որ գրեթե երկու բացահայնքերից տարածքի բոլոր նմուշներն ունեն թթվային pH արժեքներ (<ավելված 4.6.2, Աղյուսակ Ա-1 և Ա-2), վկայում է թթվային սուլֆատական աղերի առկայության մասին (օրինակ, ալյումինոլ և յարոգիտը), որոնք հայտնաբերվել են և՛ ՎՀ, և՛ ՍՀ առաջացումներում: Սուլֆատի տոկոսային վերլուծությունը պետք է ընդգրկված լինեն պոտենցիալ թթվայնությունը հաշվարկելու համար (INAP, 2009), որը կհանգեցնեք NPR զուտ պոտենցիալ հարաբերակցության ավելի ցածր արժեքների: NPR զուտ պոտենցիալ հարաբերակցության բացասական (անհնար է) և TCaCO_3/kt (NPR զուտ պոտենցիալ հարաբերակցությունը որոշակի չափ չունեցող/անչափ հարաբերակցություն է) արժեքներ են ներկայացված Ա-1 և Ա-2 Աղյուսակներում:

Տիգրանես/Արտավազդես բացահայնքի տարածքից ընդամենը 8 դատարկ ապարների նմուշներ են ենթարկվել HC թեստի: Ոչ մի HC թեստ չի իրականացվել էրատո բացահայնքի տարածքի համար: Այս տվյալների շարքը հնարավոր է բավարար չլինի ոչ հստակ կարգավիճակով ապարների ենթատեսակներն ընդգրկելու համար՝ ստատիկ թեստի բնութագրման հիման վրա, հատկապես սխալ հաշվարկված պոտենցիալ թթվայնությամբ և այն հավանականությամբ, որ մի շարք ՎՀ ապարներ կարող են թթվագոյացնող լինեն (տե՛ս ստորև): HC թեստերից ոչ մեկը չի կարող վերաբերել ապարների ենթատեսակներին միներալներին բնորոշ համալիրով՝ թեստի արդյունքները մեկնաբանելու համար:

SPLP փորձարկման հիմնական մտահոգությունն այն է, թե արդյոք երկրորդական միներալներով ապարների շարքը փորձարկվել են առանց սահմանված երկրաքիմիական փորձարկման միավորների: Նմանապես, հոսքի NAG (զուտ թթվագոյացման) արդյունքները չի կարելի փոխկապակցել հանքանյութերի բնութագրի համալիրի հետ արդյունքները մեկնաբանելու համար: Ուշագրավ է նաև, որ հոսքի NAG (զուտ թթվագոյացման) փորձարկում չի կատարվել Տիգրանես/Արտավազդես բացահայնքի տարածքի վերամշակված հանքաքարի համար:



ԲՍԱԳ-ի 4.6.5 Մասում նշված է, որ ՎՀ առաջացումները ոչ թթվագոյացնող են: Հավելված 4.6.2. Ա-1 և Ա-2 Աղյուսակները ցույց են տալիս, որ շատ ՎՀ նմուշներ կան զգալի պիրիտային ծծմբի պարունակությամբ, երկու անգամ ավելի շատ, քան նշված «ընդհանուր ցածր սուլֆատ (մոտավորապես 0.15%)», ծայրահեղ դեպքերում հասնելով ավելի, քան 5%-ի երկու բացահանքերում: Չնայած այս նմուշները փոքրամասնություն են կազմում ՎՀ առաջացումների նմուշներում, սուլֆատի ավելի բարձր տոկոսներն ավելի շատ ապացույցներ են տրամադրում, որ ՎՀ առաջացումները հոմոգեն/միատարր չեն, և դրանք պետք է ստորաբաժանվեն ապարների հստակ ենթատիպերի (երկրաքիմիական թեստի բաժինների):

ԲՍԱԳ-ի 4.7.5 Մասն առաջարկում է, որ ՀԸ թեստերը պետք է կատարվեն մինչև մեկ տարի: Թեստերից չորսը դադարեցվել են 20 շաբաթ ժամկետում: ՎՀ նմուշներին (ԹԱԴ-78C և ԹԱԴ 80C) բավարար ժամանակ չեն տրվել վերջնական pH որոշելու համար այլ նմուշների համեմատությամբ, որոնց ավելի երկար ժամանակ էր տրվել: Մյուս երկու 20-շաբաթական թեստերի արդյունքում ցածր և կայուն pH է գրանցվել, բայց մյուս պարամետրերը կայուն չէին, այդ թվում՝ թթվայնությունը, հաղորդունակությունը, սուլֆատի, երկաթի և ալումինիումի արժեքները:

Չի կարելի ենթադրել, թե ՎՀ առաջացումների ԹԱԴ պոտենցիալը չի վերափոխվում ԹԱԴ գոյացման: ՎՀ առաջացումների ՀԸ թեստերից երկուսը վաղաժամ են դադարեցվել: Փորձարկման ենթարկված երեք նմուշների մոտ ցածր պիրիտային ծծմբի տոկոս է գրանցվել (<0.01 , 0.06 և 0.08): Սուլֆատի ավելի բարձր տոկոս ունեցող ՎՀ ապարներ կան, որոնք փորձարկման չեն ենթարկվել:

ՍՀ առաջացումների ՀԸ նմուշներից երեքը, որոնք զգալի քանակի սուլֆատ կամ երկաթ չեն գոյացնում, ունեն ցածր պիրիտային ծծմբի տոկոսներ (0.2 , 0.3 և 0.8): Մյուս երկու ՍՀ նմուշները, որոնց pH 3-ից ցածր է, իսկ երկաթի և սուլֆատի պարունակություն բարձր է, ունեն պիրիտային ծծմբի 2.1 և 4.2 տոկոս պարունակություն: Հավելված 4.6.2.-ի Ա-1 և Ա-2 Աղյուսակներում նշված ՍՀ նմուշներից շատերի մոտ (29) (24%) պիրիտային ծծմբի տոկոսային պարունակությունը կազմում է ավելի քան 2%, իսկ 121 ՍՀ նմուշներից 39-ը (32%) ունեն պիրիտային ծծմբի զգալի պարունակություն ($>0.7\%$): Այդ իսկ պատճառով ՍՀ նմուշներում լուծույթների աննշան կոնցենտրացիաները չպետք է



ընգծվեն (ինչպես ենթադրվում է ԲՍԱԳ-ի Բաժին 4.7.7-ում): Ավելին, հիմնվելով այն մեկնաբանության վրա, թե ինչպիսի դեր ունի եռավալենտ երկաթը պիրիտի օքսիդացման վրա ԹԱԴ-74C նմուշի վրա, ակնկալվում է, որ ՍՀ առաջացումների 24%-ը, որն ունի պիրիտային ծծմբի 2% պարունակություն, նույն ձևով կդրսևորի իրեն:

ԲՍԱԳ-ի Բաժին 4.7.10-ում ասվում է, որ ՍՀ առաջացումների կինետիկ 5 բջիջներից երեքը ուժեղ դիմադրություն են ցույց տվել եռավալենտ երկաթով պիրիտի օքսիդացման նկատմամբ, և որ այդ նմուշները ստեղծել են մշտական մեղմ pH միջավայր (4.5-ից ավելի բարձր)՝ սուլֆատի և երկաթի ցածր կոնցենտրացիաներով՝ չնայած փորձարկման երկարաժամկետ տևողությանը: Այս երեք նմուշներն ունեն ցածր պիրիտային ծծմբի տոկոսային պարունակություն (0.2, 0.3 և 0.8), որոնք չէին կարող բավականաչափ թթվայնություն ապահովել pH 3.5-ից ցածր դարձնելու համար, որտեղ լուծված եռավալենտ երկաթի զգալի կոնցենտրացիաները զգալիորեն բարձրացնում են սուլֆիդի օքսիդացման արագությունը (INAP, 2009).

Սովետական ժամանակաշրջանի 27-րդ Տեղամասի թափոնակույտի ֆիլտրատն ունի pH 3.3 և բարձր թթվայնություն: Այս տվյալները ողջամիտ ցուցիչներ են հանդիսանում Ամուլսարի հանքի ԹԱԴ-ի պոտենցիալի համար:

GRE նախաձեռնել է դաշտային դոյլի միջոցով կինետիկ փորձարկման ծրագիր 2017թ (GRE, 2018a): Ծրագրի մեջ ընդգրկված են ՍՀ ապարներով լցված 17 դոյլ և ՎՀ ապարներով լցված 3 դոյլ: Դոյլերը լցված են 20 լիտր տարողությամբ և դրված են բնական պայմաններում: ՍՀ նմուշների համար ընտրվել են ակնկալվող թթվային հատկություններով նմուշներ: ՍՀ նմուշներում պիրիտային ծծմբի միջակայքը կազմում էր 0.04%- 9.48% (5 նմուշ ունեն <0.1%, իսկ 11 նմուշ >4.0%): ՎՀ նմուշներում պիրիտային ծծմբի պարունակությունը տատանվում է 0.07%-0.13% միջակայքում:

GRE (2018a) մեծ ուշադրություն է դարձրել անկողմնակալությանը՝ փորձարկելով բարձր պիրիտային ծծումբ պարունակող նմուշներ: Ըստ GRE-ի՝ ԹԱԴ-ի բլոկային մոդելը ցույց է տալիս, որ ՍՀ մոտավորապես 15%-ն ունի բարձր պոտենցիալ թթվայնությամբ թափոն: Պիրիտային ծծմբի քիչ բարձր պարունակությամբ ՎՀ նմուշները չեն ենթարկվել դոյլի միջոցով փորձարկման:



Ապարները ձեռք են բերվել հին միջուկներով արկղերից, որոնց հորատման ամսաթվերը տատանվում են 2010-2012թթ և մեկ արկղ էլ 2007 թվականի միջուկով: Նկարներից երևում է, որ դույլերը սալաքարի չափի նյութից են: ABA անալիզները ձեռք են բերվել փորձարկման ենթակա բոլոր նմուշների համար: ABA անալիզի են ենթարկվել նաև լրացուցիչ 21 նմուշներ, որոնք դատարկ ապարներ են համարվում (8 ՎՀ և 13 ՍՀ նմուշ):

ԹԱԴ ճնշման թեստեր են կատարվում պիրիտային ծծմբի բարձր պարունակություն ունեցող նմուշների վրա՝ լավագույն փոփոխությունները որոշելու համար: 2018թ հունիսին դույլերով փորձարկման 20 թեստից 6 փոխարկվել են ճնշման փորձարկումների:

Դույլերով փորձարկումը սկսվել է 2017թ հոկտեմբերին (GRE, 2018a): Հատկանշական է, որ դրանք նախնական ողողման են ենթարկվել 2017թ. նոյեմբերին առանց ֆիլտրատի հավաքման: Առաջին ֆիլտրատի հավաքումը տեղի է ունեցել 2017թ. դեկտեմբերին, որին հաջորդել է ևս 4 հավաքում՝ 2018թ մայիսին և հունիսին (մեմորանդումի ամսաթիվը՝ 2018թ հուլիսի 2-ը): Դաշտային չափումների պարամետրերն են pH, օքսիդացման նվազեցման պոտենցիալը, հաղորդունակությունը և լուծված թթվածինը: 2017թ. դեկտեմբերի չափումները ցույց են տալիս ցածր pH ($<3,5$) ՍՀ 11 նմուշներում, իսկ հաղորդունակությունը ($\mu\text{S}/\text{cm}$) տատանվում է $1,000\pm 10,000$ միջակայքում: Մնացած ՍՀ նմուշներում pH տատանվում է 4.5-6.0 միջակայքում (տարբեր է յուրաքանչյուր նմուշում): 2018թ մայիսին ՎՀ նմուշներից մեկում գրանցվել է ցածր pH, որը կազմել է 4.0, իսկ մյուս երկու ՎՀ ապարներում pH տատանվում է 4.5-6.0 միջակայքում (տարբեր է յուրաքանչյուր նմուշում): ՎՀ նմուշների և ՍՀ նմուշների մեծ մասի հաղորդունակությունը 100 միջակայքում է եղել:

Ընդհանուր առմամբ, լավ համապատասխանություն է նկատվում ABA թեստի և դույլերով թեստի արդյունքների միջև, որտեղ 11 ՍՀ նմուշներում պիրիտային ծծմբի պարունակությունը բարձր է եղել 4%-ից, որտեղ pH ցածր է 4-ից: ՍՀ նմուշներից մեկը, որն ուներ 1% պիրիտային ծծմբի պարունակություն, ստեղծում է pH մակարդակ, որը տատանվում է 5-6 միջակայքում, որը նվազման հակում է ունեցել Մայիսին և Հունիսին: Պիրիտային ծծմբի ավելի ցածր տոկոսային հարաբերակցությունը ավելի բարձր pH,



որը տատանվում է 4.5-6.0 միջակայքում: ՎՀ այն նմուշը, որը ցածր 4.0 pH մակարդակ է ունեցել (4.6-5.75 մայիսին և հունիսին), ունի 0.13 պիրիտային ծծմբի պարունակություն: Այս արդյունքները ևս մեկ անգամ հաստատում են, որ անհրաժեշտ է ապարների ենթատեսակների ստորաբաժանում կատարել (երկրաքիմիական թեստի բաժինների), և որ ՎՀ նմուշները թթվագոյացման պոտենցիալ ունի, նույնիսկ պիրիտային ծծմբի ցածր տոկոսային պարունակության դեպքում (0.13%), որը երևում է բուն ABA թեստում (մինչև և ավելի քան 5%):

GRE (2018a) նշված է, որ հորատման գրաֆիկի պատճառով նոր ապարներ ձեռք չեն բերվել փորձարկման համար, որը ապարների հին միջուկների օգտագործման անհրաժեշտություն է առաջացրել: Բացի այդ, GRE (2018a) նշվում է, որ թթվայնության բարձր պոտենցիալ ունեցող ապարները օքսիդացվել էին միջուկների արկղերում, ապարների թթվագոյացման արագության որոշման նպատակը չէր իրականացվել, և որ անհրաժեշտ կլինի կրկնել փորձը: Միջուկների արկղերում նկատված օքսիդացումը, այդուհանդերձ, ցույց է տալիս թթվագոյացման արագությունը (հորատման ամսաթվերի համեմատ): 2017թ. նոյեմբերի նախնական ողողման հետևանքները, ինչպես նաև՝ ֆիլտրատի պարամետրերը հայտնի չեն: Հավանական է, որ երկրորդական միներալներում պահպանված թթվայնության զգալի անջատում տեղի կունենա: 9 նմուշներում 2018թ. մայիսին և հունիսին անցկացված չափման արդյունքները ցույց են տալիս pH-ի դանդաղ, աննշան բարձրացում: Աննշանից մինչև չափավոր անկում է նաև գրանցվել: Միայն թե պարզ չէ, թե որքան օքսիդացում է տեղի ունեցել 2017թ. դեկտեմբերից մինչև 2018թ. մայիս ընկած ժամանակահատվածում, և թե արդյոք pH մակարդակի աճն այս նմուշներում մայիսին և հունիսին երկրորդական նստվածքային միներալների շարունակական լուծում է ներկայացնում, թե շարունակական պիրիտային օքսիդացում զուգորդված մերկացած մակերեսային տարածքի նվազմամբ:

Բնութագրման ամբողջ ծրագրի արդյունքներն անհրաժեշտ է ուսումնասիրել զգուշությամբ: Չնայած բնութագրման բոլոր հիմնական տեսակներն իրականացվել են, մոտեցումների ծրագրման և տևողության պակաս է նկատվում:

Հատկանշական է, որ ԹԱԴ բլոկ մոդելի վերջին տարբերակում (GRE, 2018b), որը ինկորպորացնում է ՍՀ ենթադասակարգում՝ հիմնվելով ընդհանուր ծծմբի



տոկոսայնության վրա: Նախկինում, ՍՀ-ները ենթադրվում էին, որ ՊԹԳ են և կառավարվում էին նույն կերպ: Մոդելը հիմնականում հիմնվում է կոնսերվատիվ այնպիսի ենթադրության վրա, որ ընդհանուր ծծումբը հանդիսանում է սուլֆիդային ծծմբի ցուցանիշ, և երբ ընդհանուր ծծումբն ավելի մեծ է, քան 2 տոկոսը, այն ուժեղ թթվագոյացնող է (ՈԻԹԳ): Այս մոտեցումը բարելավվում է ՍՀ-ների ԹԱԴ կառավարումը, սակայն չի ուղղում վերոնկարագրյալ բնութագրերում առկա թերությունները:

Բլոկային մոդելը միայն ենթադասակարգում է ՍՀ-ները: Բոլոր ՎՀ-ները դեռևս ընկալվում են որպես ոչ թթվագոյացնող ապարներ: Այն եզրակացությունը որ ԹՀՀ տվյալների գոտեգծույթը (GRE, 2018b, Նկար 1) “հաստատում է”, որ որոշ ՍՀ նմուշներ “սխալ էին մուտքագրվել” որպես ՎՀ կամ որ “որոշ ՎՀ նմուշներ ունեն շատ բարձր սուլֆատային ծծումբ” կասկածելի է: Եթե նույնիսկ ՎՀ-ներում բարձր ընդհանուր ծծումբը սուլֆատային ծծումբ է, որը պարտադիր չէ, որ ճիշտ է (կարող է նաև լինել ՎՀ-ներում սուլֆիդներ), բլոկ մոդելը բացառում է այս նմուշները (որովհետև դրանք ենթադրաբար սուլֆատներ են և ՎՀ-ներ):

Բնութագրման համար համակարգված ջանքեր պետք է իրականացվեն՝ սկսած ապարների տեսակների մանրակրկիտ մակրո-նույնացմամբ ուսումնասիրվող միջուկի հիման վրա երկրաքիմիական թեստի բաժինների պոտենցիալ սահմանման համար: Այս քայլից հետո պետք է պետրոգրաֆական անալիզ և ռենտգենյան դիֆրակցիա իրականացնել տարբերակված լիթոլոգիան, տեքստուրան, հանքաբանությունը և փոփոխությունները հատատելու համար: Պոտենցիալ թեստի բաժինների երկրաքիմիական բնութագիրը կարող է հաստատել, պակասեցնել կամ ավելացնել երկրաքիմիական թեստերի բաժինների քանակը: Յուրաքանչյուր երկրաքիմիական թեստի նմուշներն այնուհետև ենթարկվում են մի շարք երկրաքիմիական թեստերի (բացառությամբ HC թեստի)՝ երկրաքիմիական յուրաքանչյուր թեստի համար հանքաբանական տվյալներով հանդերձ: Բնութագրման վերջնական քայլը կինետիկ թեստն է երկրաքիմիական թեստի բաժիններից յուրաքանչյուրից վերցված մի շարք նմուշների վրա՝ շեշտը դնելով այն ապարների վրա, որոնք ստատիկ թեստի արդյունքում դասակարգվել են որպես անհստակ: Կինետիկ թեստի նմուշների հանքաբանությունը կարևոր է:



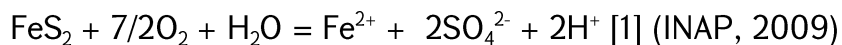
4-5 միջակայքում գտնվող pH ունեցող ԹԱԴ չի կարելի անտեսել որպես խնդիրներ չառաջացնող: Թթվայնությունը նպաստում է ապարների քիմիական հողմահարման արագությանը, որն իր հերթին նպաստում է ֆիզիկական հողմահարման արագացմանը: Արագացած հողմահարումը նպաստում է ապարների բոլոր տեսակներում պիրիտի մերկացման արագությանն Ամուլսարում: Պիրիտի բավականաչափ մերկացման դեպքում շատ ցածր pH լուծույթներ են առաջանում, որոնք մոբիլիզացնում են մետաղները, ինչպես նկատվել է ՀՀ թեստերում:

2.1.1.2.3.3. ԹԱԴ երկրաքիմիայի գնահատումը

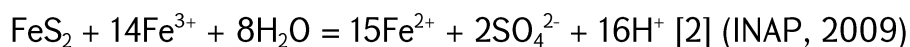
2.1.1.2.3.3.1. Երկրաքիմիական ռեակցիաներ/փոխազդեցություններ

ԹԱԴ կառավարման պլանը (GRE, 2017, Բաժին 3.9.1.) ասում է հետևյալը ԹԱԴ ռեակցիաների մասին.

ԹԱԴ ռեակցիայի կինետիկան շատ կարևոր է բնապահպանական ազդեցությունները սահմանելու համար: Երկու տարբեր քիմիական ռեակցիաներ են սովորաբար կազմում ԹԱԴ պիրիտի օքսիդացումից: Հավասարում 1 ընդգրկում է պիրիտի օքսիդացումը ջրի առկայությամբ:



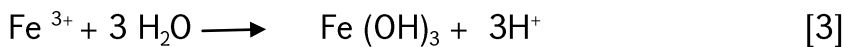
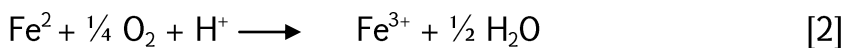
Այս ռեակցիան սովորաբար տեղի է ունենում հիմնականում Ամուլսարի տարածքում փորձարկված ՍՀ նյութերում: Ինչևէ, կինետիկ բջիջներում երկրորդ ռեակցիան է գերիշխում փորձարկման ժամանակ: Այս հավասարումը ներառում է պիրիտի օքսիդացում եռավալենտ երկաթով (Fe^{3+}): Այս ռեակցիան շատ ավելի արագ է ընթանում և ունի ավելի բարձր ստոխսիոմետրիկ հարաբերակցություն պիրիտի և թթվայնության միջև (նշված է որպես H^+):





Հավասարում 2 կատալիզացված է thiobacillus ferroxidans բակտերիաներով [sic]⁴: Հաջորդ պարբերության մեջ Հավասարում 1 գերիշխող ԹԱԴ-ի փոխակերպումը Հավասարում 2 գերիշխող ԹԱԴ-ի ներկայացված է հետևյալ կերպ. «Եռավալենտ երկաթի օքսիդացում», քանի որ եռավալենտ երկաթը ռեազենտի դեր է կատարում պիրիտի օքսիդացման մեջ:

Այն պնդումը, թե երկու ռեակցիաները պատասխանատու են թթվայնության համար, սխալ է: GRE (2017; Բաժին 3.9.1) անտեսում է երկվալենտ երկաթը (Ferrous iron (Fe(II))) թթվագոյացման մեջ: GRE (2017) կողմից տրամադրված ռեակցիաների շղթայում ամբողջ թթուն առաջանում է սուլֆիդից սուլֆատ օքսիդացման արդյունքում, որտեղ երկաթը լուծված է մնացել որպես երկվալենտ երկաթ (Fe(II)): GRE (2017) Բաժին 3.9.1-ում քննարկումը հիմնվում է ԹԱԴ-ի GARD Guide մասի վրա (INAP, 2009): GARD Guide իր հերթին հիմնվում է պիրիտի օքսիդացման քննարկման վրա (Stumm and Morgan, 1981), որտեղ ռեակցիաները ներկայացված են տարբեր հաջորդականությամբ:



1 և 2-3 ռեակցիաները պիրիտի օքսիդացման մեջ թթվայնության հիմնական աջակիցներն են: GARD Guide հակառակն է ներկայացրել ռեակցիաների հերթականությունը, այնպես որ երկվալենտ երկաթի Fe(II) օքսիդացումը որպես 3-րդ ռեակցիա, որն ուղղակի գրելու ոճ է: Սակայն, GRE (2017) թողնում է երկվալենտ երկաթի օքսիդացման ռեակցիան միասին, իսկ այդպես անելով՝ բաց է թողնում ԹԱԴ – ում թթվագոյացնող ռեակցիաների կեսը: Այս կարևոր բացթողումը հարցականի տակ է դնում Լիդիանի կողմից ապարների թթվագոյացնող պոտենցիալի գնահատումը և ԹԱԴ-ում ջրի որակի գնահատումը:

Եռավալենտ երկաթով պիրիտի օքսիդացումը (4-րդ ռեակցիան) Ստամի և Մորգանի (Stumm and Morgan, 1981) ռեակցիայի շղթայի մեջ տեղի է ունենում միայն այն բանից

⁴Thiobacillus Ferrooxidans

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական



հետո, երբ պիրիտի օքսիդացումը լավ որոշված է, քանի որ ռեակցիայի մեջ ընդգրկված եռավալենտ երկաթը լուծվում է միայն շատ ցածր pH միջավայրում: Եռավալենտ երկաթի և պիրիտի միջև տեղի ունեցող ռեակցիան ավելի արագ է ընթանում, քան պիրիտի և թթվածնի միջև ռեակցիան, և այն կգերիշխի, եթե այնտեղ շատ լուծված եռավալենտ երկաթ լինի: Վիլյամսոնը (Williamson et al., 2006) առաջարկում է, որ եռավալենտ երկաթի և պիրիտի միջև տեղի ունեցող ռեակցիան, երբ pH ցածր է 3.2-ից, որտեղ թթվածինը գերիշխող ռեագենտ է, իսկ պիրիտը բարձր է pH մակարդակից: GARD Guide տալիս է pH-ի արժեք, որի ներքո ռեակցիան տեղի է ունենում մոտ 3.2 Նկար 2-16 (INAP, 2009): Եռավալենտ երկաթը 4-րդ ռեակցիայում պիրիտի օքսիդացման արդյունք է առաջին հերթին, ռեակցիայի հետևանքով այլևս թթու չի առաջանում պիրիտի յուրաքանչյուր մոլի համար, քան առաջին երեք ռեակցիաներում: Ստամի և Մորգանի (Stumm and Morgan, 1981) շղթայական ռեակցիայի առաջին երեք ռեակցիաներն են հիմնական թթվագոյացնող ռեակցիաները: Մի անգամ նշվել է, որ եռավալենտ երկաթը թթվագոյացման պոտենցիալ ունի հիդրոլիզի կամ տեղումների՝ որպես ջրածնային երկաթի օքսիդ (Ռեակցիա 3) կամ լրացուցիչ պիրիտի հետ ռեակցիայի մեջ մտնելով (Ռեակցիա 4):

GRE (2017) ուշադրություն է դարձնում միայն եռավալենտ երկաթի և FeS_2 (եռավալենտ երկաթի օքսիդ), այդ իսկ պատճառով օգտակար է նայել 4-րդ ռեակցիային ավելի մանրամասնորեն: Ենթադրաբար պիրիտը լուծված երկաթի և սուլֆատի բուն աղբյուրն է: Այնուհետև եռավալենտ երկաթը առաջանում է պիրիտից ազատված երկվալենտ երկաթի (Fe(II)) օքսիդացումից: Եռավալենտ երկաթը առաջանում է պիրիտի օքսիդացումից արձակված երկվալենտ երկաթի օքսիդացումից: Երբ եռավալենտ երկաթը հասնում է բավարար կոնցենտրացիայի լուծույթի մեջ, քանի որ pH նվազում է, այն սկսելու է ռեակցիայի մեջ մտնել լրացուցիչ պիրիտի հետ:

Մենք կարող ենք միավորել պիրիտի և թթվածնի միջև տեղի ունեցող բուն ռեակցիաները (1-ին ռեակցիան), երկվալենտ երկաթի (Fe(II)) և թթվածնի միջև տեղի ունեցող ռեակցիան եռավալենտ երկաթ ստանալու համար (2-րդ ռեակցիան) և եռավալենտ երկաթի և պիրիտի միջև տեղի ունեցող ռեակցիան (4-րդ ռեակցիան) եռավալենտ երկաթով պիրիտի օքսիդացման համար ընդհանուր ռեակցիան ստեղծելու համար, ինչպես ցույց է տրված ստորև.

Ամուլսարի ոսկու հանք

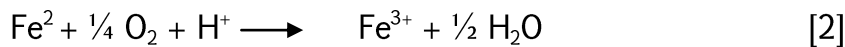
Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

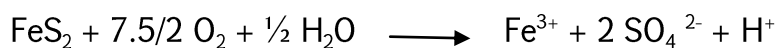
Հունիսի 22, 2019 թվական



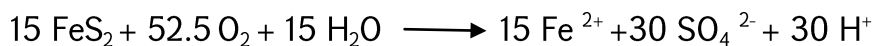
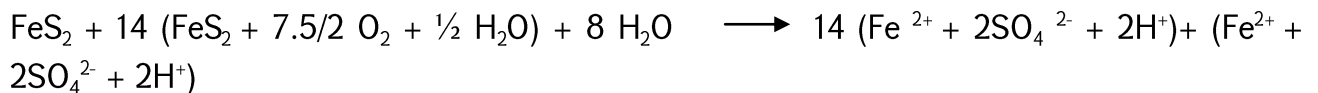
Թթվածնի, պիրիտի և երկվալենտ երկաթի (Fe(II)) և թթվածնի միջև տեղի ունեցող ռեակցիան՝



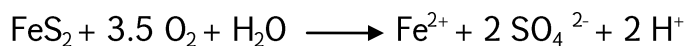
Համակցված ստացվում է՝



Մեզ անհրաժեշտ է 14Fe^{3+} պիրիտն օքսիդացնելու համար, այդ իսկ պատճառով պիրիտը եռավալենտ երկաթով (Fe^{3+}) օքսիդացնելու ռեակցիայի հավասարումը կլինի հետևյալը՝



Պարզեցնելով այս հավասարումը, ստացվում է՝



Այս ռեակցիան նույնն է, ինչ պիրիտի և թթվածնի միջև տեղի ունեցող ռեակցիան (1-ին ռեակցիան): Այլ կերպ ասած, պիրիտի և թթվածնի կամ եռավալենտ երկաթի միջև տեղի ունեցող ընդհանուր ռեակցիան նույնն է: Եռավալենտ երկաթի հետ ռեակցիան ավելի արագ է, իսկ եռավալենտ երկաթը նույն ձևով կատալիզատորի նման է գործում կատալիզատորի նկատմամբ/գործում է որպես կատալիզատոր, բայց այն չի փոխում ընդհանուր քիմիական կազմը և ընդհանուր ստոխիոմետրիկ կազմը մնում է նույնը: Երկու դեպքերում էլ վերջնական օքսիդանտը թթվածինն է: Սուլֆատի և երկվալենտ երկաթի հարաբերակցությունը 2:1 է ռեակցիայի ավարտին: Մեկ ռեակցիայի գերակայությունը մյուսի նկատմամբ չի կարող սահմանվել վերջնական երկաթի կամ սուլֆատի կոնցենտրացիաներից կամ վերջնական pH:

Ամուլսարի ոսկու հանք

Զրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական

Պիրիտի մեջ երկաթն ու ծծումբը նպաստում են թթվայնության: Ծծումբն առաջին հերթին նպաստում է պիրիտի օքսիդացմանը (Ռեակցիա 1), բայց նախնական օքսիդացումից հետո այն մնում է որպես սուլֆատ և չի նպաստում հետագա թթվայնությանը: Երկվալենտ երկաթը (Fe(II)) նպաստում է թթվայնությանը, քանի որ այն օքսիդանալով վերածվում եռավալենտ երկաթի և այնուհետև ենթարկվում է հիդրոլիզի⁵ (օրինակ՝ $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe(OH)}^{2+} + \text{H}^+$) կամ նստվածք է տալիս երկաթի հիդրօքսիդի⁶ տեսքով (օրինակ՝ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe(OH)}_3 + 3\text{H}^+$):

Պիրիտի և եռավալենտ երկաթի միջև ռեակցիան (4-րդ ռեակցիան Ստամի և Մորգանի (Stumm and Morgan, 1981) աբիոտիկ է: 2-րդ ռեակցիան (երկվալենտ երկաթի օքսիդացում) դանդաղ է թթվագոյացնող pH արժեքներում, բայց կարող է կատալիզացվել բակտերիայով⁷: Երկու ռեակցիաներն էլ՝ 1 և 2 դանդաղ են, երբ աբիոտիկ են, այնպես որ բակտերիայով կատալիզացված օքսիդացումը մեծ չափով ավելացնում է չափը, որով ԹԱԴ-ն առկա է:

Երկվալենտ երկաթը (Fe(II)) կարող է տեղաշարժվել ԹԱԴ ազդեցության ներքո գտնվող ջրերում, մինչև ջուրը թթվածնով չհարստանա և երկաթը չօքսիդանա: Դա կարող է տեղի ունենալ որոշակի հեռավորության վրա, որտեղ պիրիտը օքսիդացվել է (օրինակ՝ որտեղ ստորգետնյա ջրերը ներթափանցում են հոսքի մեջ):

Եռավալենտ երկաթը կարող է երկաթի ջրածնային օքսիդի նստվածք տալ և թթու գոյացնել, ինչպես դա ցույց է տրված 3-րդ ռեակցիայում: Այն կարող է նաև նստվածք տալ փոխանցիկ, երկաթի հիդրօքսի-սուլֆատների տեսքով, ինչպես օրինակ՝ յարոզիտն է ($\text{KFe}_3(\text{OH})_8(\text{SO}_4)_2$) կամ schwertmannite ($\text{KFe}_3(\text{OH})_8(\text{SO}_4)_2$), որը պիրիտի օքսիդացման դրենաժի՝ «դեղին տղա» բնութագրման մաս է կազմում: Յարոզիտ է հայտնաբերվել տեղանքի ապարներում: Այս միներալները կայուն վարքագիծ են դրսևորում ցածր pH միջավայրում, այդուհանդերձ, երբ pH 3 (յարոզիտ) - 4 (schwertmannite) միջակայքում է լինում, դրանք վերալուծվում են երկաթի ջրածնային օքսիդի, սուլֆատի և թթվի, և

⁵ $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe(OH)}^{2+} + \text{H}^+$

⁶ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe(OH)}_3 + 3\text{H}^+$

⁷ GRE (2017) նշված *Thiobacillus ferrooxidans* բակտերիան կարող է օքսիդանալ սուլֆիդի կամ երկվալենտ երկաթի, և այն հնարավոր է ներգրավված լինի պիրիտի կամ պիրիտի տարրալուծման արդյունքում առաջացած երկվալենտ երկաթի նախնական օքսիդացմանը:

Ամուլսարի ոսկու հանք

Ջրային ռեսուրսների, երկրաբանության, կենսաբազմազանության

և օդի որակի վրա ազդեցությունների երրորդ կողմի անկախ գնահատում

Հունիսի 22, 2019 թվական