

## ՀԻՂՐՈՇԻՐԱԲԱՆԱԿԱՆ

DOI: 10.54503/0515-961X-2024.77.1-2-79

### ԵՆԹԱՀՈՒՆԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՀԻՂՐՈՇԻՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՆԱԽԱԴՐՅԱԼՆԵՐԸ ԵՎ ՋՐԱՌԻ ՆՊԱՏԱԿՈՎ ԴՐԱՆՑ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ԵՐԿՐԱՖԻԳԻԿԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ (ԳԱՌՆԻՒ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

Մարկոսյան Գագիկ<sup>1</sup>, Նահապետյան Արա<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ԵՊՀ երկրաֆիզիկայի ջրաերկրաբանության  
և ճարտարագիտական երկրաբանության ամբիոն,  
e-mail: g.markos@ysu.am

<sup>2</sup>ՀՀ Հայռուսգագարդ ինժեներական կենտրոն,  
գագատարների էլեկտրաֆիզիկական պաշտպանության բաժին,  
e-mail: ara.nahapetyan@mail.ru

Հանձնված է խմբագրություն 09.01.2024

Հոդվածում քննարկվում է ենթահունային ջրհոսքերի առաջացման ջրաերկրաբանական նախադրյալները, դրանց հայտնաբերման ու քարտեզագրման համար կիրառվող երկրաֆիզիկական մեթոդների ընտրությունը և կիրառման մեթոդական առանձնահատկությունները: Որպես օրինակ բերված է Գառնի գյուղից 2.5 կմ դեպի հյուսիս գտնվող Չոր Մելավ գետի ենթահունային ջրերի հայտնաբերման և ջրառի նպատակով տեղադրվող հորատանցքի տեղի և խորության որոշման հարցերը:

**Բանալի բառեր.** ենթահունային ստորերկրյա ջրեր, հնահունային ստորերկրյա ջրեր, ստորերկրյա հոսք, ջրամերժ շերտ, ջրառ, երկրաֆիզիկական մեթոդներ:

## Ներածություն

Ստորերկրյա ջրերի ձևավորման, կուտակման և շարժման բարենպաստ տեղեր են համարվում ենթահունային ջրատար հորի-զոնները և գետերի հնահունները, որտեղ այլուվիալ-այրոյուվիալ ավազազլաքարային նստվածքները սնվում են գետային հոսքի, մթնոլորտային տեղումների-

րի և ջրհավաք ավազանի ստորերկրյա ջրերով՝ որոշ դեպքերում ձևավորել լոկալ տարածման ջրատար հորիզոններ: Տարածականորեն, ենթահունային հոսքերը ունենում են գետի ուղղությանը զուգահեռ շարժման ուղղություն, իսկ սնումը կարող է լինել նաև գետին ուղղահայաց ուղղությամբ, ինչպես գետից ջրի ներթափանցման շնորհիվ դեպի կողային ապարները, այնպես էլ ստորերկրյա ջրերի՝ դեպի գետ բեռնաթափման շնորհիվ:

Հայտնի փաստ է, որ սեզոնային կամ ցամաքած գետերի ենթահուները բարենպաստ տեղ և ուղի են հանդիսանում ստորերկրյա ջրահոսքերի ձևավորման և շարժման համար, ուստի դրանց քարտեզագրումը և ջրերի ինֆիլտրացիայի մասին տեղեկություններ ստանալը կարևոր դեր ունեն ջրառի նպատակով հորատանցքերի տեղադրման համար:

Նման խնդիրներ լուծելու համար նպատակահարմար է կիրառել երկրաֆիզիկական մեթոդներով հետազոտությունները, հատկապես էլեկտրահետախուզական ուղղաձիգ էլեկտրական զոնդավորում (ՈԻԷԶ), էլեկտրապրոֆիլացում (ԷՊ) և բնական էլեկտրական դաշտի (ԲԷԴ) մեթոդների կիրառումը: Ենթահուները գետահունից ներքև տեղադրված ջրատար ապարներն են, որտեղ ձևավորվում է ստորերկրյա հոսքը: Նշված խնդիրը կարող է լուծվել որոշակի ցանցով ՈԻԷԶ մեթոդի կիրառմամբ, որը թույլ է տալիս առանձին կետերում ստանալ ջրամերժ հորիզոնի տեղադրման խորությունը և վերին շերտերի ջրաֆիզիկական հատկանիշները: ՈԻԷԶ-ի տվյալներով կարելի է կառուցել հետազոտվող տեղամասի ջրամերժ հորիզոնի ռելիեֆի քարտեզը և ստանալ ենթահունի կամ հնահունի պատկերը:

Ինչ վերաբերվում է ջրերի ինֆիլտրացիայի առկայությանը, ապա այդ հարցին կարելի է պատասխանել ԲԷԴ մեթոդի օգնությամբ, քանի որ նման դեպքերում առաջանում են էլեկտրակինետիկական բնույթի բնական էլեկտրական դաշտեր, ինչը արձանագրվում է էլեկտրական դաշտի դրական պոտենցիալի գրանցմամբ (Плотников, 1985; Якубовский, Ляхов, 1974; Семенов 1980):

ԷՊ-ով երբեմն ստուգվում է համապատասխան խորությունում ջրատար (ջրհագեցած) ապարների առկայությունը, որը հաստատում է նախորդ երկու մեթոդների արդյունքները:

### **Հետազոտությունների մեթոդիկան և տեխնիկան**

Բնական էլեկտրական դաշտի (ԲԷԴ) մեթոդը հիմնված է բնական հաստատուն **էլեկտրական դաշտերի հետազոտման վրա**: Բնական հաստատուն էլեկտրական դաշտերը հիմնականում լինում են էլեկտրաքիմիական և էլեկրոկինետիկական բնույթի: Էլեկտրոքիմիական են համարվում այն դաշտերը, որոնք առաջանում են բնական միջավայրում

ընթացող օբսիդա-վերականգնման ռեակցիաներով, որոնք ընթանում են էլեկտրոնային և իոնային հաղորդիչների սահմաններում: Էլեկտրոնային հաղորդիչներ համարվում են հանքային միներալները, իսկ իոնային՝ շրջապատի ստորերկրյա ջրերը: Նման դաշտեր դիտվում են հատկապես սուլֆիդային, գրաֆիտային և ածխի հանքավայրերում:

Էլեկտոկինետիկական բնույթի բնական էլեկտրական դաշտերի առաջացումը պայմանավորված է ջրհագեցած ապարների դիֆուզիոնա-ադսորբցիոն և ֆիլտրացիոն հատկություններով:

Ստորերկրյա ջրերում անիոնները և կատիոնները, տարբեր շարժունակության շնորհիվ, տարբեր դեպքում կոնցենտրացիաների ստեղծվում է, լիցքերի անհավասարաչափ բաշխում է ստեղծվում, որի շնորհիվ էլ առաջանում են դիֆուզիոն բնույթի բնական էլեկտրական դաշտեր: Դիֆուզիոն պոտենցիալի նշանը և մեծությունը պայմանավորված է միներալների ադսորբցիոն հատկություններով:

Ծակոտկեն ապարներում ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրման հետևանքով դիտվում են բնական էլեկտրական դաշտի առաջացման երևույթներ: Ապարների ճեղքերը և ծակոտիկները դիտվում են որպես ծակոտիկներ, որոնց պատերը ընդունակ են ադսորբցելու բացասական նշանի իոններ: Ծակոտիկի ներսում պատերին մոտ հեղուկ միջավայրում կուտակվում են հակառակ նշանի լիցքերը և առաջացնում են կրկնակի էլեկտրական շերտեր:

Ծակոտիկով ջրի շարժումը ստիպում է դրական լիցքերի մի մասին տեղաշարժվել այդ ուղղությամբ, արդյունքում կապիլյարների ծայրերում առաջանում են պոտենցիալների տարբերություններ՝ համեմատական ճնշումների տարբերությանը: Ֆիլտրացիոն բնույթով առաջացած բնական դաշտերը նկարագրվում են պոտենցիալի դրական անոմալիայով (Плотников, 1985; Инструкция..., 1984, Якубовский, Ляхов, 1974; Семенов 1980):

ԲԷԴ մեթոդով հանույթի ժամանակ չբևեռացող էլեկտրոդների միջև չափվում են պոտենցիալների տարբերությունները՝ միլիվոլտերով, որի համար օգտագործվում են ստանդարտ էլեկտրահետախուզական սարքեր՝ պոտենցիոմետրեր: Տվյալ դեպքում օգտագործվել է АЭ-72 սարքը:

Կախված դրված երկրաբանական խնդրից, ուսումնասիրվող օբյեկտի բնույթից, նրա չափերից, տեղադրման խորությունից և այլ պայմաններից, ընտրվել է աշխատանքների մասշտաբը (Մ 1:500) և դրան համապատասխան դիտարկման կետերի ցանցը: Դիտարկումները կատարվել են երեք՝ արևմուտք-արևելք ուղղությամբ պրոֆիլներով, որոնք հատել են գետի ողողահունը: Պրոֆիլների միջև հեռավորությունը կազմել է ~50մ, իսկ դիտարկման կետերի միջև 5մ:

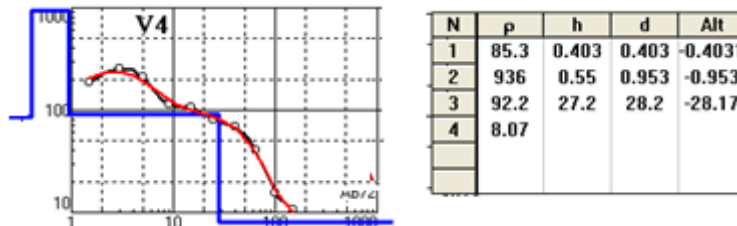
ԲԷԴ մեթոդով կատարված հանույթի արդյունքները ներկայացվել են պոտենցիալների իզոգծերի (իզոպոտենցիալների) քարտեզների տեսքով:

Ուղղահայաց էլեկտրական զոնդավորման (ՈւԷԶ) մեթոդը կիրառվել է ըստ խորության երկրաբանական կտրվածքի ուսումնասիրության նպատակով: Այս մեթոդով ուսումնասիրությունները իրականացվել են քառէլեկտրոդ (AMNB) սիմետրիկ տեղակայման տարբերակով (Ադինյան Հ., Ադինյան Ս., 2010; Плотников, 1985; физические..., 1990):

AB սնուցող էլեկտրոդների հեռավորության աստիճանաբար մեծացմանը զուգընթաց մեծանում է ուսումնասիրության խորությունը, որովհետև A և B էլեկտրոդներով անցնող հոսանքը ընդգրկում է ուղղաձիգ կտրվածքի ավելի մեծ խորություններ և արդյունքում ՈւԷԶ-ի կորերի վրա աստիճանաբար արտահայտվում են խորը տեղադրված շերտերը: Աշխատանքների կատարման ընթացքում AB բացվածքը հասցվել է մինչև 440մ և դա թույլ է տվել ուսումնասիրելու մինչև 90 մ խորությամբ երկրաէլեկտրական կտրվածքը:

ՈւԷԶ-ի կետերը, հավասարաչափ բաշխվել են հետազոտվող տեղամասում, իսկ կոորդինատները գրանցվել են GPS համակարգով:

Կորերի մեկնաբանման համար օգտագործվել է IPI2win համակարգչային ծրագիրը, որը հնարավորություն է տալիս որոշելու կտրվածքում առկա շերտերի դիմադրությունները և հզորությունները (նկ.1):



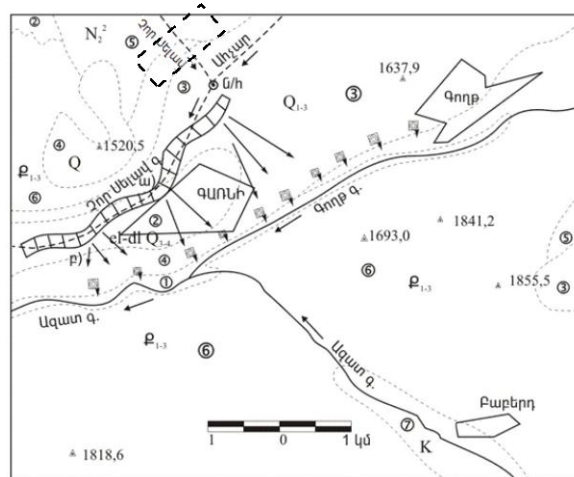
**Նկ.1 IPI2win ծրագրով ՈւԷԶ 4 կորի մեկնաբանման օրինակ**

Ունենալով երկրաէլեկտրական կտրվածքի դիմադրության և շերտերի հզորության վերաբերյալ տվյալներ, և օգտագործելով տվյալ տարածքի համար ունեցած երկրաբանական տեղեկությունները կազմվել են երկրաբանա-երկրաէլեկտրական կտրվածքներ և տարբեր խորությունների համար թվացող էլեկտրադիմադրության իզոհմերի քարտեզներ:

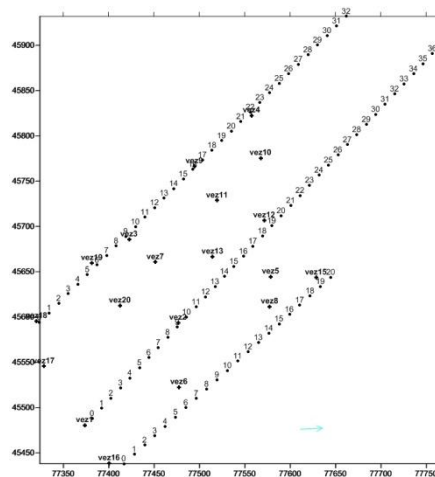
### **Հետազոտությունների արդյունքները**

Հետազոտությունները կատարվել են Կոտայքի մարզի Գառնի գյուղից մոտավորապես 2.5կմ դեպի հյուսիս՝ Չոր Սելավ գետի վերին հոսանքի ողողահունը ներառող տեղամասում: Նկ.2-ում բերված է տեղամասը ընդգրկող Գողթ-Գառնիի ստորերկրյա ջրհոսքի սխեմատիկ ջրաերկրաբանական քարտեզը: Հետազոտությունների տեղամասը նշված է քարտեզի հյուսիսարևմտյան հատվածում՝ ընդհատվող գծերով ուղղանկյունի տեսքով: Ինչպես երևում է սխեմատիկ քարտեզից հետազոտվող

տեղամասի երկրաբանական կառուցվածքում առկա են նեոգենի և չորրորդական հասակի առաջացումները: Նեոգենը ներկայացված է թույլ ջրատար միջին պլիոցենի ( $N_2^2$ ) հրաբխանստվածքային ապարների կոմպլեքսով՝ տուֆոբրեկչիաներ, տուֆոկոնգլոմերատներ, տուֆոավազաքարեր, իսկ չորրորդականը ( $Q_{1-3}$ ) ներկայացված է ջրատար հրաբխային ապարների կոմպլեքսով՝ անդեզիտաբազալտներ, բազալտներ, խարամներ, բեկորային բազալտներ (Աղինյան Հ., Աղինյան Ս., 2010):



**Նկ. 2** Գողթ-Գառնիի ստորերկրյա ջրհոսքի սխեմատիկ ջրաերկրաբանական քարտեզ (ըստ Ա.Հ. Աղինյանի)

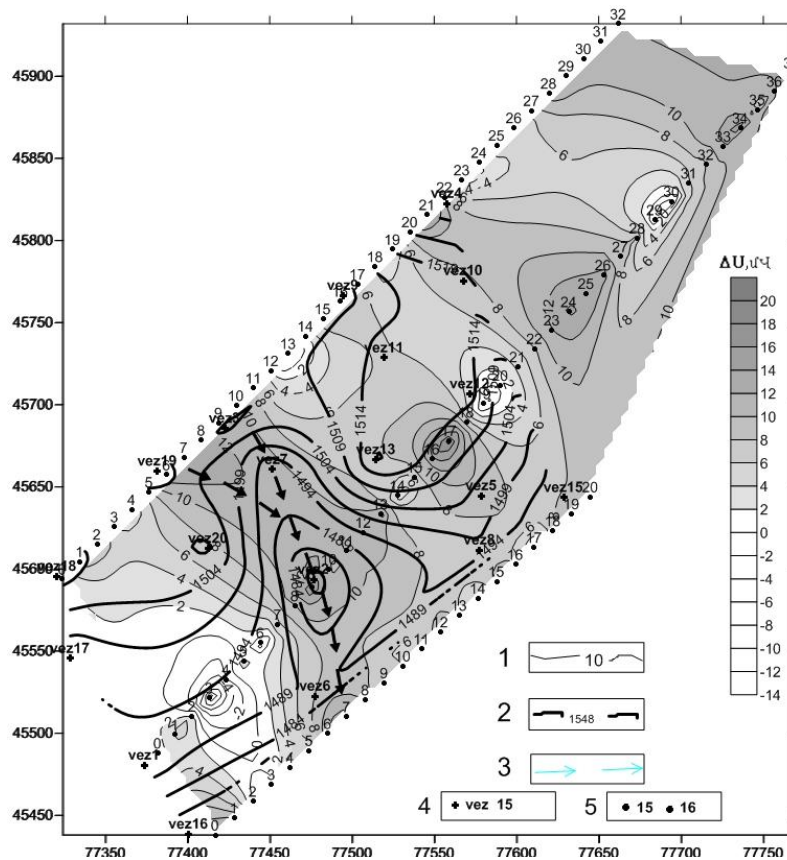


**Նկ. 3** ԲԷԴ պրոֆիլների և ՈԻԷԶ-ի կետերի փոխադարձ դասավորության սխեմատիկ պատկերը

Երկրաֆիզիկական հետազոտությունները նշված տարածքում իրականացվել են ԲԷԴ և ՈԻԷԶ մեթոդներով, որոնց դիտարկման կետերը և պրոֆիլները բերված են նկ. 3-ում: Ինչպես երևում է նկարից ՈԻԷԶ-ի կե-

տերը բաշխված են ԲԷԴ-ի պրոֆիլների հարավ-արևմտյան հատվածում, դա պայմանավորված է եղել Չոր Մելավ գետի ողողահունի ընդգրկման տիրույթով: ԲԷԴ-ի պրոֆիլների երկարացումը նպատակաուղղված է եղել ինֆիլտրացման գոտիների հայտնաբերմանը:

ՈւԷԶ-ի տվյալների մշակմամբ և մեկնաբանումներով, յուրաքանչյուր կետում որոշվել են ջրամերժ հորիզոնի տեղադրման խորությունները և հաշվարկվել է դրանց բացարձակ նիշերը: Որից հետո Surfer գրաֆիկական ծրագրով կառուցվել է ինչպես ջրամերժ հորիզոնի ռելիեֆի քարտեզը, այնպես էլ ԲԷԴ-ի տվյալներով կառուցվել է պոտենցիալի ( $\Delta U$ , մՎ) իզոգծերի կամ իզոպոտենցիալների քարտեզ (նկ.4):



**Նկ. 4**  $\Delta U$ , մՎ իզոպոտենցիալների քարտեզը վերադրված ջրամերժ հորիզոնի ռելիեֆի իզոգծերի հետ: 1- իզոպոտենցիալներ, 2- ռելիեֆի իզոգծեր, 3- հնարավոր ջրահոսքերի ուղղությունը, 4- ՈւԷԶ-ի կետեր, 5- ԲԷԴ-ի դիտարկման կետերը պրոֆիլներով

Ինչպես երևում է քարտեզից պոտենցիալի դրական արժեքներով՝ մինչև 20մՎ տեղամասերը, նշված մուգ գույնով, համարվում են ստորերկրյա ջրերի ինֆիլտրացիայի գոտիներ, այդպիսիք երեքն են, որոնցից հարավ արևմտյանը, գտնվում է գետի ողողահունի սահմաններում և

կարող է առնչություն ունենալ ենթահունային ջրերի ինֆիլտրացիայի հետ: Այդ նպատակով համադրելով իզոպոտենցիալների քարտեզը ջրամերժ հորիզոնի քարտեզի հետ, կարող ենք արձանագրել, որ ենթահունային ջրահոսքի ենթադրյալ ուղին, նշված սլաքներով, համընկնում է ԲԷԴ մեթոդով ստացված ինֆիլտրացիոն անոմալ տեղամասի հետ:

Ստացված տվյալների համատեղ վերլուծությունների և մեկնաբանումների արդյունքում որոշվել է ապագա ջրառի համար տեղադրվող հորատանցքի տեղը և հորատման անհրաժեշտ խորությունը: Համապատասխանաբար տեղը ընտրվել է ՈԻԷԶ 12-ի տիրույթ, որը գտնվում է ենթադրյալ ջրահոսքի ուղղության վրա, հաստատված նաև ԲԷԴ մեթոդով, իսկ խորությունը ընտրվել է նույն ՈԻԷԶ 12-ով ստացված ջրամերժ հորիզոնի խորությունը՝ 47մ:

### **Եզրակացություններ**

Այսպիսով վերլուծելով կատարված երկրաֆիզիկական հետազոտությունների արդյունքները գալիս ենք հետևյալ եզրակացություններին և առաջարկությանը:

- Ստորերկրյա ենթահունային և հնահունային ջրերի որոնման և ջրառի տեղի որոշման համար արդյունավետ մեթոդներ են հանդիսանում երկրաֆիզիկական էլեկտրահետախուզական մեթոդներից ՈԻԷԶ և ԲԷԴ մեթոդների համալիրը:
- ՈԻԷԶ մեթոդի կիրառմամբ բավարար ճշտությամբ որոշվում է ենթահունի տեղը, հոսքի ուղղությունը և խորությունը, իսկ ԲԷԴ մեթոդով՝ ինֆիլտրացիայից պայմանավորված ջրահոսքի առկայությունը:
- ՈԻԷԶ-ի տվյալներով առաջարկված շահագործական հորատանցքի տեղադրման արդյունքում 47.5 մետրից ջրառը կազմել է 1.3 լ/վ:
- Առաջարկվում է նմանատիպ ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման ժամանակ ջրաերկրաբանական մեթոդների համալիրում ներառել նաև նշված երկրաֆիզիկական մեթոդները:

### **Գրականություն**

- Ադինյան Հ.Ա., Ադինյան Ա.Հ.** 2010. Գողթ-Գառնի ստորերկրյա ջրհոսքի քաղցրահամ ջրերի բնական ռեսուրսների և շահագործական պաշարների ձևավորման և կուտակման առանձնահատկությունները, ԵՊՀ, Գիտական տեղեկագիր, Երկրաբանություն և աշխարհագրություն, Համ. 2, էջ 23–29:
- Ադինյան Հ.Ա., Ադինյան Ա.Հ.** 2012. Հայաստանի տարածքի ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի հանքավայրերի ձևավորման առանձնահատկությունների և նրանց շահագործական պաշարների գնահատումը, ԵՊՀ, Գիտական տեղեկագիր, Երկրաբանություն և աշխարհագրություն, 3, էջ 21–26:
- Плотников Н.И.** 1985. Поиски и разведка пресных подземных вод. М., Недра, с. 191–222.

- Инструкция по электроразведке, 1984. Недра, Л.
- Якубовский Ю.В., Ляхов Л.Л.** 1974, Электроразведка, Недра, М.
- Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. 1990, (петрофизика)
- Справочник геофизика. Москва «Недра».
- Семенов А.С.** 1980. Электроразведка методом естественного электрического поля. Ленинград, Недра, 446 с.

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ  
ФОРМИРОВАНИЯ ПОДРУСЛОВЫХ ВОД И  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИХ  
ВЫЯВЛЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ВОДООТБОРА  
(НА ПРИМЕРЕ ГАРНИ)**

**Маркосян Гагик, Нагапетян Ара**

Резюме

В статье рассматриваются гидрогеологические предпосылки возникновения подрусловых водотоков, выбор и методологические особенности применения геофизических методов применяемых для их выявления и картографирования. В качестве примера приводятся вопросы определения места и глубины скважины для обнаружения подрусловых вод реки Чор Селав, расположенной в 2.5 км к северу от села Гарни.

**HYDROGEOLOGICAL PREREQUISITES FOR THE  
SUBCHANNEL WATER OCCURENCE AND THE  
EFFECTIVENESS OF GEOPHYSICAL METHODS FOR THEIR  
IDENTIFICATION FOR THE PURPOSE OF WATER  
ABSTRACTION  
(ON THE EXAMPLE OF GARNI)**

**Markosyan Gagik, Nahapetyan Ara**

Abstract

The article examines hydrogeological backgrounds of the emergence of underchannel waterflows, selection and methodological features of the use of geophysical methods applied for their detection and mapping. As an example, the questions of determining the location and depth of the well for the revelation of underchannel waters of the Chor Selav river located 2.5 km North of the Garni village are put forth.