

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՄԿՐՏՉՅԱՆ ՄԱՐԻՆԵ ՍԱՐԳՍԻ

ՋՐԱՄԱՏԱԿԱՐԱՐՄԱՆ ՆՊԱՏԱԿՈՎ ՀՆԱՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ, ՊԱՅՄԱՆԱՎՈՐՎԱԾ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԱՅԻՆ
ԵՎ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԲԱԺԱՆՆԵՐԻ ՓՈԽԱԴԱՐՁ ԿԱՊՈՎ
(ԱՐԱԳԱԾԻ ԼԵՌՆԱԶԱՆԳՎԱԾԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆ

ԻԴ.01.01 «Ընդհանուր երկրաբանություն» մասնագիտությամբ
երկրաբանական գիտությունների
թեկնածուի գիտական
աստիճանի համար

Գիտական ղեկավար՝
Ե.գ.դ., պրոֆ. Ռ.Ս.Մինասյան

ԵՐԵՎԱՆ – 2017

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ.....	4
ԳԼՈՒԽ 1 ՀՐԱԲԽԱՅԻՆ ՄԱՐԶԵՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԱՅԻՆ ԵՎ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԲԱԺԱՆՆԵՐԻ ՓՈԽԱԴԱՐՁ ԿԱՊԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՆՊԱՏԱԿՈՎ	8
ԳԼՈՒԽ 2 ՀՐԱԲԽԱՅԻՆ ՄԱՐԶԵՐԻ ՀՆԱՌԵԼԻԵՖԻ ՔԱՐՏԵԶԱԳՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՈՒՆՔՆԵՐ.....	14
2.1 Մակերևույթային մեթոդների կիրառման հիմնավորում	14
2.1.1. Հնաերկրաձևաբանական մեթոդ	14
2.1.2. Երկրաբանա-տեկտոնական մեթոդ	19
2.1.3 Հնաջրաերկրաբանական մեթոդ	22
2.2. Հեռահար մեթոդների կիրառման հիմնավորում.....	27
2.2.1. Օդալուսանկարների վերծանման մեթոդ	27
2.2.2. Ջրաերկրաֆիզիկական մեթոդներ	32
2.3. Հաշվարկային - մաթեմատիկական մեթոդների կիրառման հիմնավորում	37
ԳԼՈՒԽ 3 ԱՐԱԳԱԾԻ ԼԵՌՆԱԶԱՆԳՎԱԾԻ ԽՈՇՈՐ ԳԵՏԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ ԽՈՐՔԱՅԻՆ ՀՈՍՔԻ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՏԱՐԱԾԱԿԱՆ ԲԱՇԽՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՃՇԳՐՏՈՒՄ ՋՐԱՀԱՇՎԵԿՇՌԱՅԻՆ ՄԵԹՈԴՈՎ.....	44
3.1. Արագածի լեռնազանգվածի խոշոր գետավազանների ջրային ռեսուրսների ուսումնասիրվածության արդի վիճակը	44
3.2 Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան	46
3.2.1 Ժամանակակից ջրհավաք ավազանի ջրահաշվեկշռի բաղադրիչների որոշում	46
3.2.2 Ջրհավաք ավազանի "ինվերսիոն" տարածքի խորքային հոսքի մեծության և տարածական բաշխվածության ճշգրտում	55
3.3 Քասախ գետի ջրհավաք ավազան.....	67

3.3.1	Ժամանակակից ջրհավաք ավազանի ջրահաշվեկշռի բաղադրիչների որոշում	67
3.3.2	Ջրհավաք ավազանի "ինվերսիոն" տարածքի խորքային հոսքի մեծության և տարածական բաշխվածության ճշգրտում	69
3.4.	Կարկաչուն գետի ջրհավաք ավազան.....	74
3.4.1	Ժամանակակից ջրհավաք ավազանի ջրահաշվեկշռի բաղադրիչների որոշում	74
3.4.2	Ջրհավաք ավազանի "ինվերսիոն" տարածքի խորքային հոսքի մեծության և տարածական բաշխվածության ճշգրտում	76
ԳԼՈՒԽ 4	ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾՎՈՂ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻՑ ԵՎ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻՆ ԿԻՑ ՏԵՂԱՄԱՍԵՐԻՑ ԼՐԱՑՈՒՑԻՉ ՋՐԱՌԻ ՀԻՄՆԱՎՈՐՈՒՄ.....	84
4.1.	Ստորերկրյա ջրերի շահագործվող հանքավայրերից լրացուցիչ ջրառի հիմնավորում մաթեմատիկական (ջրաերկրաբանական) մոդելավորման հիման վրա.....	85
4.1.1.	Արևիկի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի ջրաերկրաբանական մոդելավորման արդյունքները.....	87
4.1.2.	Ապարանի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի ջրաերկրաբանական մոդելավորման արդյունքները (Արագածի լեռնազանգվածի հյուսիս-արևմտյան տարածք)...	99
4.2.	Ստորերկրյա ջրերի լրացուցիչ ջրառի հիմնավորում աղբյուրների բեռնաթափման կից տեղամասերից ցամաքուղային կառույցների միջոցով	106
4.3.	Արագածի լեռնազանգվածում նոր ջրառ կառույցների տեղադիրքերի սխեմա, հիմնավորված ժամանակակից և հնառելիքների փոխադարձ կապով	117
	ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ.....	121
	ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ.....	123
	ՀԱՎԵԼՎԱԾՆԵՐ.....	132

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Թեմայի արդիականությունը - Զրային ռեսուրսները շարունակում են մնալ կարևոր գործոն աշխարհի բոլոր երկրների տնտեսության զարգացման և մարդկանց ապրելակերպի համար: Այդ ռեսուրսների անհրաժեշտությունը անվիճելի է դարձել ներկայումս, երբ տեղի է ունենում երկրագնդի կլիմայի գլոբալ փոփոխություն, որի հետևանքով սպասվում է ջրային ռեսուրսների բազմադարյա պաշարների կրճատում: ԱՊՀ-ի, Իտալիայի, Իսլանդիայի, Ճապոնիայի, ԱՄՆ-ի և այլ երկրների մասնագետների ուշադրությունը սևեռված է հրաբխականության առանձին շրջանների վրա, նկատի ունենալով հատկապես Երկրի բնական ջերմության, հանքային աղբյուրների օգտագործման, ինչպես նաև օգտակար հանածոների որոնման խնդիրները: Վերջին տարիներին տարբեր երկրներում բավականին սրվել են նաև հակասությունները բնակչության աճող պահանջարկի և տարածքների էկոլոգիական վիճակի բնագավառներում: Նման իրավիճակը պահանջում է տարածքների ջրաերկրաբանական ուսումնասիրությունների զգալի ընդլայնում, հաշվի առնելով մասնավորապես դրանցում ժամանակակից տեխնալոգիաների ու սարքավորումների ներդրումը: Հրաբխային մարզերի ստորերկրյա ջրերի որոնման և հետախուզման համար հատուկ ուշադրության են արժանի կայնոզոյի ժամանակաշրջանի հրաբխականության տեղամասերը, որոնց բնորոշ օրինակ է հանդիսանում Հայաստանի Կենտրոնական հրաբխային լեռնաշխարհը: Ուսումնասիրությունների արդյունավետությունը և ստացված արդյունքները առավել հիմնավորված են դառնում, երբ ջրաերկրաբանական աշխատանքները զուգակցվում են մասնավորապես օդատիեզերական, հնաերկրաձևաբանական և, հատկապես, ջրաերկրաֆիզիկական մեթոդների համատեղ կիրառմամբ:

Ներկայումս հրաբխային շրջաններում ջրաբանա-ջրաերկրաբանական հարցերի լուծման համար կարևոր հիմնախնդիրներից է ջրավազանների ժամանակակից և հնառելիքների փոխադարձ կապի պարզաբանումը և վերլուծությունը, որը գտնվում է տարբեր գիտությունների խաչմերուկում ու պահանջում է կիրառել մեթոդներ՝ հիմնված տարբեր ֆիզիկական դաշտերի ուսումնասիրության վրա:

Աշխատանքի նպատակն ու խնդիրները - Աշխատանքի նպատակն է Արագածի լեռնազանգվածի օրինակով հիմնավորել ՀՀ տարածքի հրաբխային շրջանների խոշոր գետավազանների ժամանակակից և հնառելիքների փոխադարձ կապով պայմանավորված ստորերկրյա ջրերի տարածական բաշխվածության ճշգրտման անհրաժեշտությունը, շահագործվող հանքավայրերից լրացուցիչ ջրառի հնարավորությունները և նոր ջրառների արդյունավետ տեղադիրքերի որոշումը:

Դրված նպատակին հասնելու համար լուծված են հետևյալ խնդիրները.

- Հրաբխային տարածքների հնաջրաերկրաբանական քարտեզագրման մեթոդաբանության կատարելագործում:

- Արագածի լեռնազանգվածի խոշոր գետավազանների ժամանակակից և հնառելիքների կապի ճշգրտում:

- Ուսումնասիրված գետավազանների "ինվերսիոն" տարածքների ջրահաշվեկշռային նոր հաշվարկներ, մասնավորապես, դրանց խորքային ջրերի քանակական գնահատում:

- Զրամատակարարման նպատակով ուսումնասիրված տարածքներից ստորերկրյա ջրերի լրացուցիչ ջրառների հիմնավորում:

Աշխատանքի գիտական նորույթը.

- Առաջարկված է հրաբխային տարածքների հնաջրաերկրաբանական քարտեզագրման արդյունավետ համալիր:

- Առաջին անգամ հրաբխային տարածքների ժամանակակից և հնառելիքի փոխկապակցվածությունը օգտագործված է գետավազանների ջրահաշվեկշռային բաղադրիչների մեծությունների (մասնավորապես խորքային հոսքի) ճշգրտման համար (Արագածի լեռնազանգվածի օրինակով):

- Առաջին անգամ տեղեկատվական տեխնոլոգիաների և ժամանակակից համակարգչային ծրագրերի հիման վրա կազմվել են ուսումնասիրված տարածքների ջրաերկրաբանական կտրվածքներ և նպատակային քարտեզներ:

- Ապացուցված է լրացուցիչ ջրառների հնարավորությունը ստորերկրյա ջրերի շահագործվող հանքավայրերից և բնական աղբյուրների բեռնաթափման կից տեղամասերից:

- Կազմված է ուսումնասիրված տարածքի համար նոր ջրառների տեղադրման սխեմա-քարտեզ:

Պաշտպանվող հիմնական դրույթները.

- Առաջարկված և հիմնավորված է հրաբխային տարածքների հնաջրակրաբանական քարտեզագրման մեթոդաբանություն, որը ներառում է՝ **մակերևույթային** (հնաերկրաձևաբանական, երկրաբանա-տեկտոնական, հնաջրակրաբանական), **հեռահար** (օդալուսանկարների վերծանման, ջրակրաֆիզիկական) և **հաշվարկային-մաթեմատիկական** մեթոդների համալիր:

- Հիմնավորված է ՀՀ հրաբխային տարածքների առանձին գետավազանների ջրային հաշվեկշիռների վերահաշվարկի անհրաժեշտությունը, պայմանավորված ժամանակակից և հնառելիքների փոխադարձ կապով:

- Ջրահաշվեկշռային նոր տվյալներով որոշված են Արագածի լեռնազանգվածի խոշոր գետավազանների ստորերկրյա ջրերի քանակական մեծությունները և տարածական բաշխվածությունը:

- Հիմնավորված է ուսումնասիրված տարածքների ստորերկրյա ջրերի արդյունավետ ջրառների տեղադիրքերը, շահագործվող հանքավայրերից և բնական աղբյուրներին կից տարածքներից լրացուցիչ ջրառի հնարավորությունները:

Օգտագործված նյութերը - Աշխատանքի հիմքում դրված է 1995-2016թ.թ. Ջրային հիմնահարցերի և հիդրոտեխնիկայի ինստիտուտի, առանձին հարցերի լուծման համար՝ ԵՊՀ երկրաբանական ֆակուլտետի նպատակային ուսումնասիրությունների նյութերը, որոնց անմիջական մասնակցություն է ունեցել հեղինակը: Աշխատանքի առանձին բաժիններում օգտագործված են ՀՀ ԿԳՆ Գիտության պետական կոմիտեի թիվ 15T-1E361 գիտական աշխատանքի շրջանակներում կատարված (Գ.Մ.Մխիթարյան, Գ.Ս.Թորոսյան, Մ.Ս.Մկրտչյան) ուսումնասիրությունների տվյալները:

Աշխատանքի կառուցվածքն ու ծավալը - Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, չորս գլուխներից, եզրակացությունից, օգտագործված 99 անուն գրականության ցանկից: Այն շարադրված է 131 էջի վրա, ընդգրկում է 54 նկար, 33 աղյուսակ և ունի հավելված:

Աշխատանքի արդյունքների տպագրումը և քննարկումները - Աշխատանքի հիմնական դրույթներն ու արդյունքները զեկուցվել և տպագրվել են մի շարք միջազգային և հանրապետական կոնֆերանսներում՝ 5-ый Международный конгресс ЭКВАТЕК-2002 – Москва, Международная конференция, посвященная Международному Году Пресной Воды-2003 – Ереван, Երկրաբանության և աշխարհագրության ժամանակակից հիմնահարցերը, 2008 – Երևան, Կիրառական երկրաբանության և աշխարհագրության արդի հիմնահարցերը, 2010 - Երևան, ինչպես նաև Երկրաբանական ֆակուլտետի հիմնադրման 70–ամյակին և Աշխարհագրության ֆակուլտետի հիմնադրման 70–ամյակին նվիրված գիտաժողովներում: Ատենախոսությունը քննարկվել է ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի գիտական խորհրդի նիստում, երկրաֆիզիկայի և ջրաերկրաբանության ու ճարտարագիտական երկրաբանության ամբիոնների համատեղ սեմինարներում:

Ատենախոսության թեմայի շրջանակներում տպագրված են 9 գիտական հոդվածներ:

Երախտագիտություն - Խորին երախտագիտությունս եմ հայտնում իմ գիտական ղեկավար դոկտոր, պրոֆեսոր Ռ.Ս.Մինասյանին աշխատանքի ընթացքում ցուցաբերած ուշադրության և աջակցության համար:

Շնորհակալություն եմ հայտնում ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի ղեկան, դոցենտ Մ.Ա.Գրիգորյանին, երկրաֆիզիկայի և ջրաերկրաբանության ու ճարտարագիտական երկրաբանության ամբիոնների պրոֆեսորա-դասախոսական անձնակազմին՝ աշխատանքին աջակցելու համար:

ԳԼՈՒԽ 1

ՀՐԱԲԽԱՅԻՆ ՄԱՐԶԵՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԱՅԻՆ ԵՎ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ԶՐԲԱԺԱՆՆԵՐԻ ՓՈԽԱԴԱՐՁ ԿԱՊԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆ ԶՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՆՊԱՏԱԿՈՎ

Հրաբխային պրոցեսները հետամտվում են Երկրի ողջ պատմության ընթացքում, ինչի հետևանքով բազմաթիվ տարածքների երկրաբանական կտրվածքների վերին հատվածները ներկայացված են լավային ապարներով [12, 36, 58, 71]: Նման տարածքներում ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման տեսանկյունից առավել հետաքրքրություն են ներկայացնում կայնոզոյան ժամանակաշրջանի հրաբխային շրջանները, քանի որ հիմնականում այդ հասակի ապարներում են տեղակայված տարբեր մայրցամաքներում օգտագործվող ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսները:

Հայտնի է, որ հրաբխականության հետ են կապված լեռնագոյացման պրոցեսները Կովկասում, Բալկանյան թերակղզու հարավային մասերում, Ապենինյան թերակղզում, Փոքր Ասիայում: Հյուսիսային կիսագնդում կայնոզոյի ընթացքում առավել հզոր հրաբխային պրոցեսներ տեղի են ունեցել Ալեուտյան, Օխոտի-Չուկոտյան, Կուրիլ-Կամչատկայի, Հյուսիսային ու Կենտրոնական Ամերիկայի (Նիկարագուա, Գվատեմալա, Կոստա-Ռիկա) տարածքներում: Կայնոզոյան հրաբխականությունը Հարավային Ամերիկայում լավ արտահայտված է Մեքսիկայում, Պերույում և Չիլիում: Ալպ-Միջերկրածովյան գոտում հզոր ժայթքումներ տեղի են ունեցել Արևելյան Պոնտի (Թուրքիա), Իրանի, Աֆղանստանի, և հատկապես, Հայկական լեռնաշղթայի տարածքներում [30, 31, 37, 47]: Տվյալ բնագավառին վերաբերվող հրատարակված աշխատանքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ հրաբխային շրջանների ջրաերկրաբանական հարցերին նվիրված ուսումնասիրությունները համեմատաբար քիչ են: Այդ ուղղությամբ աշխատանքներ կատարվել են Կամչատկայում, Անդրկարպատներում, Վրաստանում և, հատկապես, Հայաստանում, ինչպես նաև ԱՄՆ-ում, Ճապոնիայում, Իսլանդիայում, Հնդկաստանում և Սիրիայում [40, 46, 86]:

Ընդունված է հրաբխածին շրջաններն առանձնացնել որպես առաջին կարգի ջրաերկրաբանական կառույցներ՝ զանգվածներ ու արտեզյան ավազաններ: Դրանց

թվին են պատկանում այն տարածքները, որոնք բաղկացած են հրաբխածին ապարներից (լավաներից, տուֆերից, հրաբխային բրեկչիաներից և այլն), և պարունակում են շերտային, ճեղքա-երակային ջրեր, որոնք ըստ կտրվածքի բնութագրվում են բաշխման բազմահարկայնությամբ, իսկ ըստ մակերեսի՝ տարածման անհավասարաչափությամբ [48]: Ժամանակի ընթացքում մետազենեզի և մետամորֆոզիայի պրոցեսների հետևանքով հնաջրհավաք ավազանները կորցնում են իրենց բնորոշ հատկությունները և վեր են ածվում ջրաերկրաբանական զանգվածների: Օրինակ, կավճի և ավելի երիտասարդ հասակի էֆֆուզիվ առաջացումները մասնակցում են ջրհավաք ավազանների կազմավորմանը, իսկ յուրայի և առավել հին հասակի առաջացումները՝ կազմում են ջրաերկրաբանական զանգվածներ: Նշենք, որ հրաբխային գործունեության ազդեցությամբ առանձին երիտասարդ հրաբխային համակարգերում ձևավորվում են ստորերկրյա ջրերի տարբեր տիպերի հանքավայրեր՝ քաղցրահամ, հանքային և թերմալ:

Ընդհանրապես հրաբխածին տարածքների ջրաերկրաբանական առանձնահատկությունները հիմնականում սահմանափակ են ուսումնասիրված, չնայած աշխատանքները կատարվել և կատարվում են տարբեր ուղղություններով: Հայտնի են ուսումնասիրություններ, որոնք կատարվել են Ի.Կ.Ջայցևի (1964), Ա.Ա.Տեր-Մարտիրոսյանի (1968), Մ.Վ.Գոլուբովսկու (1972), Վ.Ա.Կիրյուխինի և Ն.Ի.Տոլստիխինի (1987) և այլոց կողմից: Լավային ջրերի ռեժիմի առանձնահատկությունների և դրանց պաշարների ձևավորմանն են նվիրված Ա.Բ.Ռազդիվինի (1965), Ա.Ա.Տեր-Մարտիրոսյանի (1968), Դ.Լ.Գորեյկոյի (1971), Մ.Վ.Գոլուբովսկու (1972) և Յա.Վ.Նեիզվեստնովի (1972), Վ.Օ.Սարկիսյանի (1981) և այլոց աշխատանքները: Հատկապես մեծ ուշադրություն է դարձվում ջրաերկրաթերմալ համակարգերի ուսումնասիրմանը: Նման հարցերով են զբաղվել Գ.Ս.Բոդվարսոնը (1961, 1974), Վ.Վ.Ավերևը (1966), Ի.Գ.Դոնալդսոնը (1968), Վ.Մ.Սուգրոբովը (1970, 1976), Յա.Բ.Սմիրնովը (1974), Բ.Արանսոնը (1974), Յո.Ֆ.Մակրուխինը (1976), Վ.Դ.Պամպուրը (1981), Ա.Վ.Կիրյուխինը (1987) և այլք:

Զգալի աշխատանքներ են կատարվել հատկապես ՀՀ-ում: Դեռևս 1926-1932թ.թ. հրաբխային տարածքում համեմատաբար լիարժեք ջրաերկրաբանական

ուսումնասիրություններ կատարել են Վ.Ֆ.Զախարովը, Է.Ի.Սարգսյանը: 1955-1962թ.թ. Վ.Ա.Ավետիսյանի, Ս.Պ.Բալյանի, Ա.Լ.Անանյանի, Պ.Մ.Կապլանյանի, հետազայում Հ.Ա.Աղինյանի, Հ.Գ.Կտիկյանի, Պ.Վ.Սողոմոնյանի, Լ.Բ.Բախշինյանի, Ա.Ա.Խաչատրյանի և այլ մասնագետների կողմից ՀՀ հրաբխային տարբեր շրջաններում կատարել են ջրաերկրաբանական հետազոտական և հանույթային-որոնոդական աշխատանքներ [12, 81]:

Առանձնակի ուշադրության են արժանի կատարված ջրահաշվեկշռային ուսումնասիրությունները, որոնք ջրաերկրաբանության մեջ հիմք են հանդիսանում այնպիսի խնդիրների լուծմանը, ինչպիսիք են ջրային ռեսուրսների ձևավորման օրինաչափությունների պարզաբանումը, դրանց քանակական գնահատումը, տարածքի ջրային ռեժիմի կառավարման միջոցառումների հիմնավորումը, ջրային ռեժիմի վրա անթրոպոգեն ազդեցության գնահատումը և գետային ջրհավաք ավազաններում ջրատնտեսական միջոցառումների հնարավոր ազդեցության կանխատեսումը [5, 82]: Նման աշխատանքների հեղինակներ են Վ.Կ.Դավիդովը, Լ.Ա.Վլադիմիրովը Փ.Թ.Սարգսյանը, Հ.Հ.Փախչանյանը, Բ.Պ.Մնացականյանը, Լ.Ա.Չիլինգարյանը, Վ.Օ.Սարգսյանը և այլք: ՀՀ տարածքում հնաջրաերկրաբանական ուսումնասիրություններ խորքային ջրերի հայտնաբերման նպատակով համարյա թե չեն կատարվել: Կան որոշակի արդյունքներ [10, 62] աշխատանքներում: Մինչդեռ մի շարք երկրներում ներկայումս այդ ջրերը հայտնաբերված և օգտագործվում են ջրամատակարարման նպատակներով :

Հրաբխային շրջաններում զգալի ծավալի աշխատանքներ են կատարվել երկրաֆիզիկական մեթոդների կիրառմամբ՝ Սեպոյան Ռ.Պ., Գուլոյան Ե.Գ., Եպիշկո Լ.Ա., Մինասյան Ռ.Ս., Կոստանյան Վ.Ա., Վարդանյան Վ.Պ. և ուրիշներ [33]: Հիմնականում լուծված են հետևյալ խնդիրները.

- տարածքների հնառելիեֆի կառուցվածքի ուսումնասիրում,
- ստորերկրյա ջրերի տարածական բաշխվածության պարզաբանում,
- միջ- և լավատակ ջրատար հորիզոնների հայտնաբերում:

Այդ խնդիրները լուծելիս փնտրվում են գենետիկական կապեր խորքային կառուցվածքի առանձնահատկությունների և մակերեսի մորֆոկառուցվածքների միջև:

Նման կապը կարևոր է ստորերկրյա ջրերի որոնողա-հետախուզական աշխատանքների ժամանակ, քանի որ մորֆոկառուցվածքային շատ խնդիրներ բնութագրում են շրջանի ռեգիոնալ ջրաերկրաբանական առանձնահատկությունները: Օրինակ, որոշ շրջաններում ընդլավային ջրամերժ ռելիեֆը տեկտոնական փոփոխության է ենթարկվել՝ իրեն ծածկող լավաների հետ միասին [19]:

Երկրաֆիզիկական մեթոդներից էլեկտրահետախուզությամբ առաջին աշխատանքները (ջրաերկրաբանական հարցերի լուծման նպատակով) կատարվել են 1942 թվականին Արագածի լեռնազանգվածի հարավային լանջերում: 1945, 1946, 1948 թ.թ. ինժեներա-երկրաբանական խնդիրների լուծման նպատակով և, գլխավորապես, լավատակ առաջացումների տեղադրման պայմանների ուսումնասիրման համար կատարվել են աշխատանքներ Ախուրյան գետի տարածքում: Կազմված երկրաէլեկտրական կտրվածքները թույլ են տվել անել եզրակացություններ լավային ծածկոցի տեղադրման խորության վերաբերյալ [3, 26, 28]:

Սկսած 1957թ. Հայկական Կենտրոնական հրաբխային լեռնաշխարհի տարածքում կատարվել են պլանային երկրաբանա-երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություններ առանձին տեղամասերի ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսների և դրանց բաշխվածության հայտնաբերման ուղղությամբ:

1957-58թ.թ. ընթացքում քարտեզագրվել է Հրազդան գետ – Սևանա լիճ տեղամասի ջրամերժ ապարների ընդլավային ռելիեֆը: Ճշտվել է, որ էոցենի գոյանստվածքները խորասուզվում են Վարսեր գյուղից դեպի Լճաշեն գյուղը և ենթադրվում է, որ ամենախոր խորասուզման շրջանը կապված է Հրազդան գետի հնահունի հետ (Պալեոհրազդան) [11, 18]:

1962թ. կատարվել են աշխատանքներ Քասախ գետի հնառելիեֆի քարտեզագրման համար: Քարտեզագրված լավատակ առաջացումների ծածկոցի բացարձակ նիշերը տատանվում են 2000մ–ից մինչև 1400-1500մ:

1999-2003թ.թ. ՀՀ տարբեր տարածքների համար կազմվել են հնա- և ժամանակակից ռելիեֆների քարտեզները, որոնց համադրման արդյունքում առանձնացվել են գետային ջրհավաք ավազանների «ինվերսիոն» տարածքները [27, 28, 63]:

Կատարված են որոշ աշխատանքներ, որոնք վերաբերվում են լեռնա-ծալքավոր գոտիների (որոնց թվին է դասվում նաև ՀՀ տարածքը) մակերևույթային և ստորերկրյա ջրերի փոխկապակցվածության հարցերին: Մասնավորապես Ի.Կ.Նևեչերիայի աշխատանքում հիմնավորված են ջրային ռեսուրսների տարածական բաշխվածության կանխագուշակման գիտա-մեթոդական ժամանակակից մոտեցումները [76]: Յու.Ֆ.Չեմակովի աշխատանքում դիտարկված են հնառելիեֆի ուսումնասիրման երկրաբանական, պալեոջրաերկրաբանական, երկրաֆիզիկական, պալեոերկրաձևաբանական, երկրաձևաբանական մեթոդների կիրառման հնարավորությունները [94]:

Լ.Ա.Վլադիմիրովի կողմից 1973թ. ուսումնասիրվել են Վրաստանի որոշ շրջաններում մակերեսային և ստորերկրյա ջրերի ու դրանց կապի դերը ջրավազանների ջրային հաշվեկշռում: Ուսումնասիրված են ստորերկրյա ջրերի բարձրությունների գոտայնությունը և որոշված է դրանց դիֆերենցացված կախվածությունը ավազանների միջին բարձրություններից:

Բ.Ս.Ուստյուժանինի աշխատանքներում հիմնավորված է, որ ստորերկրյա ջրերի երկարաժամկետ շահագործման ժամանակ ջրբաժանների դեպրեսիոն դատարկությունների տարածման սահմաններում նկատվում է մակերեսային ջրերի ռեսուրսների կրճատում, որի մեծությունը հավասար է ստորերկրյա հոսքերից ջրառի գումարային մեծությանը [88]:

Ա.Կ.Անանյանի աշխատանքում ապացուցված է, որ երկրաֆիզիկական մեթոդների կիրառումը թույլ է տալիս որոշել ընդլավային ջրամերժ ապարների ռելիեֆի բնույթը, հին ջրբաժանների տեղադրումը և ջրհավաք ավազանների մակերեսները, ինչի միջոցով պարզաբանվում են հնարավոր խորքային ստորերկրյա հոսքի բաշխման հարցերը: Գործնականում խնդրի լուծմամբ ապացուցվում է շրջանի մակերեսային և ստորերկրյա հոսքերի միջև փոխադարձ կապի գոյությունը [15]:

Ընդհանրացնելով նմանատիպ աշխատանքներում կատարված եզրահանգումները, նշենք, որ մակերեսային և ստորերկրյա ջրերի կապի բնորոշ առանձնահատկություններով են պայմանավորված լեռնային ապարների ջրաֆիզիկական հատկությունների փոփոխության սահմանները: Դիտարկված

գործոնների ընդհանրությունը ցույց է տալիս մակերեսային և ստորերկրյա ջրերի փոխազդեցության ուսումնասիրություններում երկրաֆիզիկական մեթոդների առաջնային դերը, որը հիմնավորված է պետրոֆիզիկական բնութագրերի և լեռնային ապարների ջրաֆիզիկական հատկությունների փոփոխություններով, ինչպես նաև հրաբխային տարածքների ջրավազանների ջրաերկրադինամիկական և ջրաերկրաքիմիական առանձնահատկություններով [25, 63]:

Չնայած կատարված բազմաթիվ ուսումնասիրություններին, դիտարկվող հիմնախնդրի շրջանակներում լուծված չեն կամ լրացուցիչ ուսումնասիրությունների կարիք ունեն հետևյալ խնդիրները.

- հրաբխային տարածքների հնաջրաերկրաբանական շրջանացումը պայմանավորված մակերևույթային և հնա- ջրբաժանների փոխադարձ կապի առանձնահատկություններով,

- հրաբխային մարզերի հնառելիեֆի քարտեզագրման մեթոդաբանության կատարելագործում,

- ջրահաշվեկշռային վերահաշվարկներ առանձին ջրհավաք ավազանների «ինվերսիոն» տարածքների խորքային հոսքերի մեծությունների ու տարածական բաշխվածության պարզաբանման և ճշգրտման նպատակով,

- ստորերկրյա ջրերի շահագործող հանքավայրերից լրացուցիչ ջրառի հիմնավորում, մասնավորապես, մաթեմատիկական մոդելավորման հիման վրա,

- գործող աղբյուրների կից տարածքներից ստորերկրյա ջրերի լրացուցիչ ջրառի հիմնավորում դրենաժային կառույցների միջոցով,

- ջրամատակարարման նպատակով Արագածի լեռնազանգվածի տարածքի համար հորատանցքային նոր ջրառ կառույցների տեղադիրքերի սխեմայի կազմում:

ԳԼՈՒԽ 2

ՀՐԱՔԽԱՅԻՆ ՄԱՐԶԵՐԻ ՀՆԱՌԵԼԻԵՖԻ ՔԱՐՏԵԶԱԳՐՄԱՆ ՄԵԹՈԴԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՈՒՆՔՆԵՐԸ

Դրված հիմնախնդրի լուծման նպատակով ներկայումս կիրառվում են գիտագործնական տարբեր մոտեցումներ: Դրանց դասակարգման հիմքում դրված են տարբեր չափանիշներ: Առավել տարածված են քարտեզագրման այն մոտեցումները, որոնք հիմնվում են տարբեր մեթոդների համալիրի կիրառման վրա: Մասնավորապես մեր կողմից առաջարկվող մեթոդների դասակարգման հիմքում օգտագործված են լեռնա-ծալքավոր տարածքների համար օգտագործվող մոտեցումները [48], որոնք լրացված են մերընդհանրացումներով և կատարելագործված առաջարկություններով: Մեթոդաբանությունում առաջարկվում է մեթոդների հետևյալ համալիրը. **մակերևույթային**՝ հնաերկրաձևաբանական, երկրաբանա-տեկտոնական և հնաջրաերկրաբանական, **հեռահար**՝ օդատիեզերական, ջրաերկրաֆիզիկական, և **հաշվարկային - մաթեմատիկական**: Դիտարկենք առաջարկված և առանձին տեղամասերում կրառված համալիրի էությունը ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման նպատակով:

2.1. Մակերևույթային մեթոդների կիրառման հիմնավորում

2.1.1. Հնաերկրաձևաբանական մեթոդ

Հրաբխային շրջանների գլխավոր առանձնահատկություններից մեկն այն է, որ այդ տարածքներում երկրակեղևի պինդ զանգվածի շարժումը չի կարելի առանձնացնել և դիտարկել մագմատիկ զանգվածների շարժումներից անկախ, քանի որ դրանք հանդիսանում են երկրակեղևի համար հատուկ և բացառապես շարժուն տեղամասերի հետևանքներ [2]: Հրաբխականությանը, որպես ռելիեֆակազմավորման գործոնի, բնորոշ է ցիկլայնությունը, ինչն էլ հիմնականում ուղեկցվում է տեկտոնիկայի պարբերականությամբ [36, 93]: Հրաբխականության արդյունքում շատ տարածքներում հաճախ նկատվում է լարվածության ճեղքերի առաջացում, որոնցով կարող են

տեղաշարժվել ջրահոսքեր [14, 77, 95]: Առանձին ռեգիոններում հրաբուխների մոտ, մինչ ժայթքումը, նկատվել է լոկալ տեղամասերի բարձրացում և դրանց տարբեր կարգի ճեղքավորվածություն, ինչը պայմանավորված է եղել մագմայի՝ դեպի մակերես շարժմամբ և ժայթքման ավարտից հետո, հանգեցրել է այդ տարածքների իջեցմանը: Օրինակ, Արագածի ռեգիոնում որպես հանգած հրաբուխների գոտի մի դեպքում նկատվում է ընդհանուր բարձրացում (հյուսիսային մաս) և հրաբխային ռելիեֆի կոտրատվածություն, իսկ առանձին հատվածներում (հարավային մաս)՝ նկատվում է տեղանքի խորասուզում: Այսպիսով, յուրաքանչյուր հրաբխային ձևաբանակառուցվածքի պատմությունը պետք է դիտարկել կոնկրետ տվյալ ռեգիոնալ պայմաններում և տվյալ ժամանակաշրջանում: Երկրաձևաբանական մեթոդը թույլ է տալիս ժամանակակից ռելիեֆի ձևերի ուսումնասիրման հիման վրա բացահայտել առանձին ռելիեֆակազմավորման գործոնները, որոշել դրանց հաջորդականությունը և պարզել առաջացման ժամանակաշրջանը [32, 70]: **Հրաբխային ռելիեֆը շատ մարզերում հիմնականում բնորոշվում է որպես կառուցվածքային, որն իր ձևով կրկնում է երկրաբանական կառուցվածքների սկզբնական տեսքը:** Ենթադրվում է տեկտոնիկայի, հրաբխականության և դենուդացիայի հարաբերակցության երեք ձև [38,72].

- ինտենսիվ տեկտոնական վերելք, երբ հրաբխային կուտակումները գերազանցում են քայքայման ուժին և տեղի է ունենում լանդշաֆտի բարձրացում էռոզիոն մասնատման հետ մեկտեղ,
- պրոցեսների հավասարակշռությունը առաջացնում է լավային սարավանդների կայուն ռեժիմ, որոնք շատ չեն բարձրացել ծովի մակերևույթից և ծածկված են հրաբխային առաջացումներով,
- երկրի մակերեսի ընդհանուր մակարդակի իջեցում հրաբխատեկտոնական իջեցման և դենուդացիայի հաշվին՝ հավասարակշռող թեքությունների առաջացմամբ, որոնք լցված են հրաբխածին-նստվածքային ապարներով:

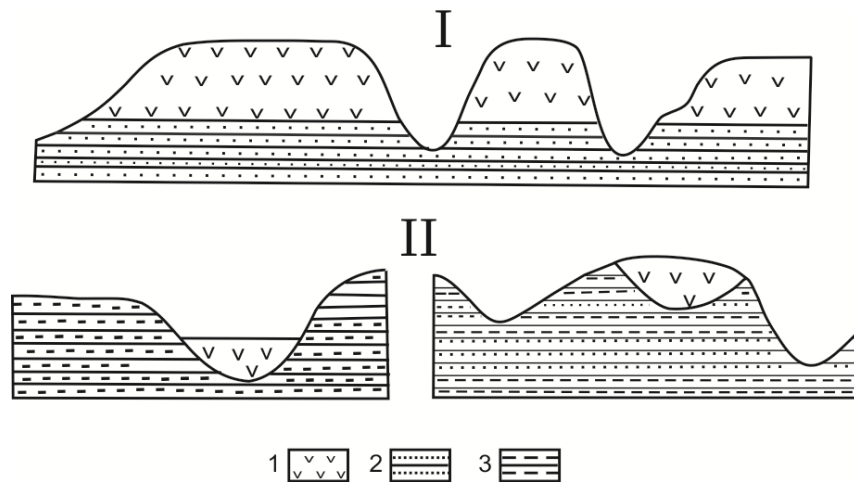
Մասնավորապես ջրաերկրաբանական (հնաջրաերկրաբանական) խնդիրների լուծման նպատակով հնաերկրաձևաբանական մեթոդը հիմք է հանդիսանում նորագույն ձևաբանակառուցվածքների ու դրանց համապատասխանող նեոգեն-

չորրորդական նստվածքների ուսումնասիրման համար: Տվյալ դեպքում հրաբխային ժայթքման համար որպես հիմք դիտարկվում են հողմնահարման մակերեսները, գետային ու ծովային դարավանդները և այլ երկրաձևաբանական մակարդակներ [17]: Մասնավորապես, մեր կողմից ուսումնասիրված Արագածի լեռնագանգվածի խոշոր գետավազանների ձևափոխությունը սկսվել է տարածքի հնառելիեֆի կառուցվածքից, որի հիման վրա բացահայտվել են առանձին տարածքների ձևաբանակառուցվածքի ժառանգականություն: Արդյունքում ստեղծվել են ջրաերկրաբանական բարենպաստ պայմաններ:

Ընդհանուր առմամբ ՀՀ տարածքում լեռնագոյացման պրոցեսը իր զարգացման ընթացքում ուղեկցվել է ընդլավային մակերեսի արմատական վերակառուցմամբ և ռելիեֆի նոր՝ երիտասարդ ձևերի առաջացմամբ: Հրաբխային շերտերի երկրաձևաբանությունը առաջին հերթին առնչվում է հնաերկրաձևաբանության խնդիրների հետ, իսկ հրաբխային ռելիեֆի ուսումնասիրումը պահանջում է արմատական ապարների (հիմքի) իմացություն, քանի որ դրա վրա են տեղի ունենում հրաբխային և դենուդացիոն պրոցեսները [57]: Այս տեսանկյունից կարևորել ենք երեք խնդիրներ. ա) նախկինում ինչ տեսք ուներ և մինչև հրաբխականությունը ինչպես է ձևավորվել շրջանի ռելիեֆը, բ) ինչ ձև է ստացել ռելիեֆը հրաբխային գործունեությունից հետո, գ) ինչ փոփոխություններ է կրել ռելիեֆը դենուդացիայից հետո:

Հրաբխային ապարների ձևավորման ռեգոնալ պայմանները թույլ են տալիս դիտարկել ընդլավային ռելիեֆը ռեգիոնի տարբեր կառուցվածքների հետ փոխկապակցված: Հրաբխային ռեգիոնների լոկալ պայմանները (դրանց քարտեզագրումը) տեսական և գործնական հետաքրքրություն են ներկայացնում հատկապես լավատակ գետային ավազանների և առանձին հնահունների հայտնաբերման տեսանկյունից [53]: Լեռնային երկրներում, ինչպիսին է ՀՀ տարածքը, ջրագրական ցանցը բավական տարբեր է կախված հրաբխա-տեկտոնական բարձրացումներից և իջեցումներից: Հին և հրաբխային ռելիեֆի վրա տեղադրված ժամանակակից գետային ցանցերի համատեղ ուսումնասիրումը թույլ է տալիս գնահատել էռոզիոն մասնատումներն ու դեֆորմացիաները: Հորիզոնական

տեղադրված հրաբխային առաջացումների երկրաձևաբանական զարգացումը պայմանավորված է քայքայման պրոցեսներով, որոնք զարգանում են ծայրամասային հատվածներում և դրանց մեջ: Լավային սարավանդի դեպքում ստորև տեղադրված ապարները սովորաբար անկայուն են, ենթարկվում են ինտենսիվ քայքայման: Նման դեպքերում, մասնավորապես, ապարների էլեկտրադինամիկության արժեքների միջև եղած տարբերությունները բացատրվում են ռելիեֆի ինվերսիայով, լավային հոսքերի հուներով, որոնք անցնում են նստվածքային ապարների վրայով և քայքայման ժամանակ կարող են հանդես գալ որպես բարձրացումներ (նկար 2.1): Հրաբխային ռելիեֆի բնույթը և դրա զարգացման ձևերը ցայտուն արտահայտվում են հատկապես ջրագրական ցանցի վրա:



I - Լավային սարավանդի էրոզիա, II - Լավային հոսքի ազդեցությամբ ռելիեֆի ինվերսիայի ձևեր,
1 - Լավային ապարներ, 2, 3 - Լավատակ ապարներ

Նկար 2.1. Հրաբխային առաջացումների ժամանակակից ռելիեֆի ձևաբանական փոփոխության օրինակներ

Ընդլավային ռելիեֆի մակերես դուրս գալու (ելքերի) տարածքների ուսումնասիրումը թույլ է տալիս հին ապարների «կտորներով» և դրանց ձևաբանությամբ վերականգնել տվյալ տարածքի պատկերը մինչև հրաբխային ապարներով դրանց ծածկվելը: Օրինակ՝ Արագածի լեռնազանգվածում Քասախ գետի

հունը, որը հատել է լավային ծածկոցը, արմատական ապարներում առաջացրել է խոր իջվածքներ [42]:

Մեր կողմից դրված խնդրի լուծման հարցում շատ կարևոր է **հրաբխային կառուցվածքի ժառանգականության** պարզաբանումը: Հրաբխային մարզերի ստորերկրյա ջրերի հայտնաբերման ուսումնասիրություններում, այդ թվում նաև ժամանակակից և հնառելիքների միջև փոխադարձ կապի բացահայտման խնդրում, ժառանգականության սկզբունքը կարևոր երկրաձևաբանական հիմնահարց է, որն արտահայտում է ռելիֆի արտաքին ձևի և ներքին կառուցվածքի հարաբերակցությունը (նման օրինակներ կան Արագածի, Գեղամա և Վարդենիսի լեռնաշղթաներում): Տվյալ դեպքում ժառանգականության սկզբունքը համարվում է հիմնական ինչպես ձևաբանական հրաբխականության, այնպես էլ պալեոհրաբխականության համար: Սկսած լավային սարավանդների ձևաբանությունից, որտեղ դրանց մակերեսը հանդիսանում է լավային հոսքի շերտայնության անմիջական արտահայտում, կարելի է խոսել ռելիեֆի հրաբխածին ձևերի ժառանգականության մասին: Բազմաթիվ մասնագետների կողմից հաստատված է, որ հրաբխային կառուցվածքի երկրաձևաբանական մակերեսը ծածկող ռելիեֆը ներքին ժառանգականության դրսևորում է: Հետևաբար, ժառանգականությունը երկրի խորքային կառուցվածքներում զարգացող պրոցեսի արտահայտումն է և թույլ է տալիս վերլուծել այդ խորքային կառուցվածքները մակերեսի ռելիեֆի հիման վրա: Մինչդեռ, ինչպես ցույց են տալիս առանձին ուսումնասիրությունների արդյունքները, այդ թվում կատարված նաև մեր կողմից, առկա են նշված ռելիեֆների ինվերսիոն դեպքեր, որոնց բացահայտումը կարևոր է ջրաերկրաբանական հարցերի լուծման համար:

Լիթոլոգո-պալեոաշխարհագրական և պալեոերկրաբանական քարտեզների վերլուծության մեթոդ - Նշված քարտեզները պետք է վերլուծել ինչպես պալեոերկրաձևաբանական ուսումնասիրությունների առաջին, այնպես էլ վերջին փուլերում: Դրանց հետ սկզբնական ծանոթացումը հնարավորություն է տալիս կազմել ընդհանուր պատկերացումներ հնառելիքի և դրա փոփոխությունների մասին՝ երկրաբանական անցյալի տարբեր փուլերում:

Ժամանակային կտրվածքի պալեոերկրաբանական քարտեզների և վերը տեղադրված շերտերի իզոպախիտ քարտեզների համեմատական վերլուծությունը թույլ է տալիս պարզել ռելիեֆի այնպիսի առանձնահատկություններ, ինչպիսիք են դրանց բարձրացումների և իջեցումների առկայությունը, մակերևույթի մասնատվածության խորությունը, տարածության մեջ անհարթությունների ձևն ու տեղադրումը: Հետևաբար հնարավոր է դառնում որոշել դրանց տարիքը, բացահայտել դրանց զարգացման որոշ օրինաչափություններ [21]:

Նստվածքների հզորության և իզոպախիտ քարտեզների համատեղ վերլուծությունը թույլ է տալիս վերականգնել տարածքի հնառելիեֆը, որը գոյություն է ունեցել մինչև սեդիմենտացիայի (նստվածքագոյացման) սկիզբը, ստանալ դրա ձևաբանական բնութագիրը, առանձնացնել առանձին ձևերը, պարզել ռելիեֆագոյացման որոշակի էտապում դրանց տարածման և զարգացման օրինաչափությունները: Իզոպախիտները քարտեզի վրա գծագրում են գետի վտակները, սակայն հրաբխային հնահուների որոնումը բավականին դժվար է և պահանջում է համալիր մեթոդների օգտագործում:

Այսպիսով դիտարկված ուսումնասիրությունների համալիրում առաջարկվող պալեոձևաբանական մեթոդը, չնայած առանձին դժվարությունների, հանդիսանում է հրաբխային մարզերի հնառելիեֆի կառուցվածքի ուսումնասիրության մեթոդաբանության հիմնական տարատեսակներից մեկը:

2.1.2. Երկրաբանա-տեկտոնական մեթոդ

Հնաերկրաձևաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ առավել կարևոր է հատկապես երկրաբանա-տեկտոնական մեթոդի կիրառումը: Ստացված նյութերի վերլուծությունը թույլ է տալիս պարզաբանել հնառելիեֆի կառուցվածքը, դրա առաջացումը, հասակի որոշումը և զարգացման պատմությունը: Հաշվի առնելով տեկտոնամագմատիկ շարժումների դերը լեռնաբարձրացումների համար, դժվար է սահմանափակել տեկտոնիկայի և հրաբխատեկտոնիկայի դերը հրաբխային տարածքների երկրակեղևի շարժումներում: Տեկտոնիկան, որպես այդպիսին

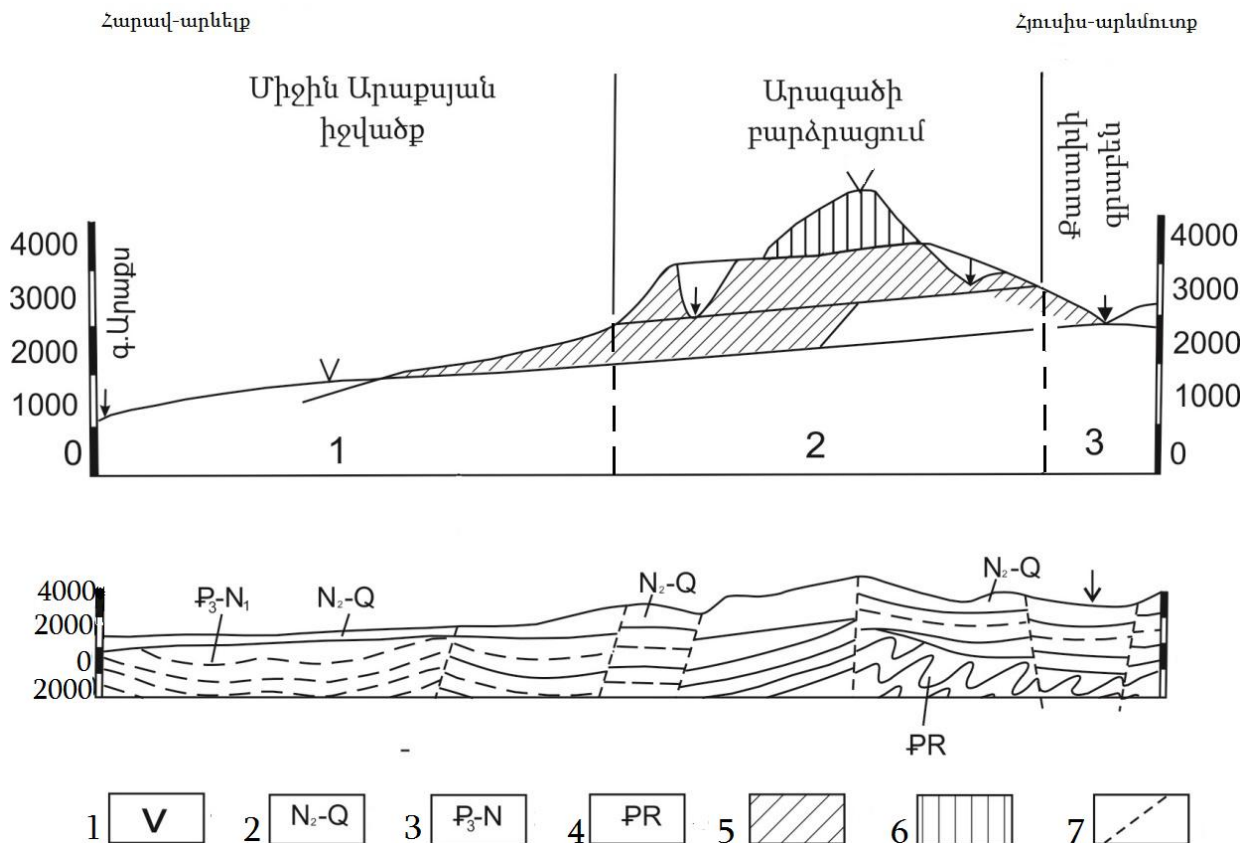
արտահայտվում է միայն այն շրջաններում, որոնք չունեն հրաբխականություն [58, 68]: Եթե նման տեկտոնական շրջանների ձևաբանակառուցվածքների հիմքում ընկած է ռելիեֆի նկատմամբ տեկտոնական կառուցվածքի ժառանգականության աստիճանը, ապա հրաբխային շրջաններում հրաբխային տեկտոնիկական կրկնակի ժառանգականության օրինակ է, երբ սուբհրաբխային մարմինը ժառանգական է իրեն շրջափակող տեկտոնական կառուցվածքին, և դրանք միասին կազմում են մի ձևակառուցվածք, որը ժառանգական է ռելիեֆին: Դիտարկվող մեթոդի սահմաններում այն իրականացվում է առանձին տարատեսակներով:

Դիտարկվող երկրաբանա-տեկտոնական մեթոդի տվյալների վերլուծության արդյունքում հաճախ կառուցվում են պալեոտեկտոնական քարտեզներ և կտրվածքներ [21]: Պալեոտեկտոնական քարտեզների վրա երևում են երկրաբանական անցյալում տարածքի տեկտոնական զարգացման առանձնահատկությունները, որոնք պետք է հաշվի առնել պալեոերկրաձևաբանական վերլուծության ժամանակ և արդյունքում այն օգտագործել պալեոջրաերկրաբանական շրջանացման համար: Մասնավորապես, նկար 2.2-ում բերված գ.Արաքս-Արագած լեռ-գ.Քասախ պրոֆիլի երկրաբանական կառուցվածքում և ռելիեֆում առանձնացվում են երեք բնորոշ տեղամասեր: Առաջին - Միջինարաքսյան իջվածք, որը ներկայացված է նեոգեն-չորրորդական առաջացումներով: Ռելիեֆում դրան համապատասխանում է հարթավայր, որը հյուսիսում հանդարտորեն բարձրանում է և, որի սահմանն, ամենայն հավանականությամբ, համընկնում է Արագածի բարձրացման հետ: Հաջորդ տեղամասը Արագածի նախալեռնային գոտին է, որը համեմատաբար բարձրացած հիմքի վրա է տեղադրված: Պրոֆիլը սահմանափակվում է Քասախի գրաբենով, որը ներկայացվում է ուշ պլիոցեն-չորրորդական հրաբխածին ապարներով:

Երկրա- և մորֆոցիկլերի վերլուծության մեթոդ - Տվյալ մեթոդը, հիմնվում է տարածքների ցիկլայնության վերլուծության վրա [39]: Այն բացահայտում է ինչպես Երկրի զարգացման ցիկլայնության ընդհանուր օրինաչափությունները, այնպես էլ, մասնավորապես, հրաբխային ռեգիոնների զարգացման լոկալ ռիթմայնությունը: Մեթոդը թույլ է տալիս համակարգել երկրաբանական և պալեոերկրաձևաբանական նյութերը, բացահայտել տեկտոնական տարբեր կարգի ցիկլերը, դրանց

առանձնահատկությունները, որոշել հրաբխականության հասակը, որը հաճախ պայմանավորված է հնաջրաերկրաբանական ավազանների և հնահունների զարգացմամբ, կատարել ստորերկրյա ջրերի որոնման և կանխագուշակման գնահատումներ:

Ցիկլերի ուսումնասիրումը տալիս է տեղեկություններ, մասնավորապես ռելիեֆի թաղված ձևերի, ինչպես նաև դրանց ձևավորման պայմանների մասին:



1. Միջին-ուշ չորրորդական հարկ, 2. Ուշ պլիոցենյան – չորրորդական հարկ, 3. Վերին օլիգոցեն – ստորին միոցենյան հարկ, 4. Բայկալո-կալեդոնյան մետամորֆային համալիր, 5. Միոպլիոցենյան հրաբխային ապարներ, 6. Չորրորդական հրաբխային ապարներ, 7. Ռելիեֆում արտահայտված ակտիվ խզվածքներ, ստացված ձևաբանական (մորֆոլոգիական) տվյալներով:

Նկար 2.2 Մխենատիկ երկրաբանական պրոֆիլ ըստ գ.Արաքս-Արագած լեռ-գ.Քասախ ուղղության, [ըստ Հ.Հ.Սարգսյանի]

Բնօրինակի մասշտաբը - հորիզ. 1:50 000

ուղղահ. 1:20 000

Ընդհանրացնելով դիտարկված մեթոդի կիրառման հնարավորությունները, նշենք հետևյալը.

- Տեկտոնիկան շատ դեպքերում որոշում է տարածքի ձևաբանակառուցվածքի ռելիեֆը, այն հիմնական գործոնն է, որը փոփոխության է ենթարկում հնառելիեֆը: Կառուցված պալեոտեկտոնական քարտեզներն օգտագործվում են պալեոջրաերկրաբանական խնդիրների վերլուծության նպատակով:
- Տեկտոնիկայի ազդեցությունը առանձին դեպքերում ընդլավային ռելիեֆը ենթարկում է դեֆորմացիաների՝ իրեն ծածկող լավաների հետ միասին: ՀՀ տարածքում նման դեպքերը հանդիպում են երրորդական և ուշ չորրորդական լավաների տարածման շրջաններում: Նման տեղամասերը կապված են հիմքի ապարների տեկտոնական կառուցվածքների հետ, կամ որոշվում են հրաբխատեկտոնական շարժումներով:
- Նորագույն տեկտոնիկան մասնակցում է հրաբխային շրջանների ժամանակակից ռելիեֆի ձևավորմանը, խախտելով տարածքների զարգացման ձևաբանակառուցվածքների ուղղվածության ժառանգականությունը:

Նշված ռելիեֆառաջացման գործոնները կարևոր են ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման համար:

2.1.3. Հնաջրաերկրաբանական մեթոդ

Ստորերկրյա ջրերի ժամանակակից վիճակը պայմանավորված է երկրաբանական զարգացման պատմությամբ: Դրանց ձևավորման պայմանների բացահայտման համար միակ ճիշտ ճանապարհը զարգացման պատմա-ջրաերկրաբանական՝ պալեոջրաերկրաբանական վերլուծությունն է:

ՀՀ առանձին շրջանների պալեոջրաերկրաբանական խնդիրներ ուսումնասիրվել են Ա.Պ.Դեմյոխինի (1944, 1952), Լ.Ն.Բարաբանովի (1961), Մ.Պ.Խոջոյանի (1965), Ռ.Գ.Հարությունյանի (1966), Է.Ի.Սարգսյանի (1975) կողմից: Արդյունքում բացահայտված են առանձին տարածքների հրաբխային լեռնաշխարհի պալեոջրաերկրաբանական պայմանները: Այդ պայմանների վերականգնման համար

մասնագետների կողմից ընդունված են ստորերկրյա ջրերի երեք հիմնական գետնտիկական տիպեր՝ ինֆիլտրացիոն, սեդիմենտացիոն և ջրեր, որոնք ձևավորվել են պալեոհրաբխային գործունեության հետևանքով [35]:

Հրաբխային լեռնաշխարհի ստորերկրյա ջրերի զարգացման պատմության մեջ, երկրատեկտոնական պրոցեսների բնույթից կախված, գոյություն ունեն մի շարք ջրաերկրաբանական ցիկլեր [45]: Յուրաքանչյուր ցիկլի սահմաններում տեղի են ունենում ստորերկրյա ջրերի ձևավորման առանձին ժամանակաշրջաններ.

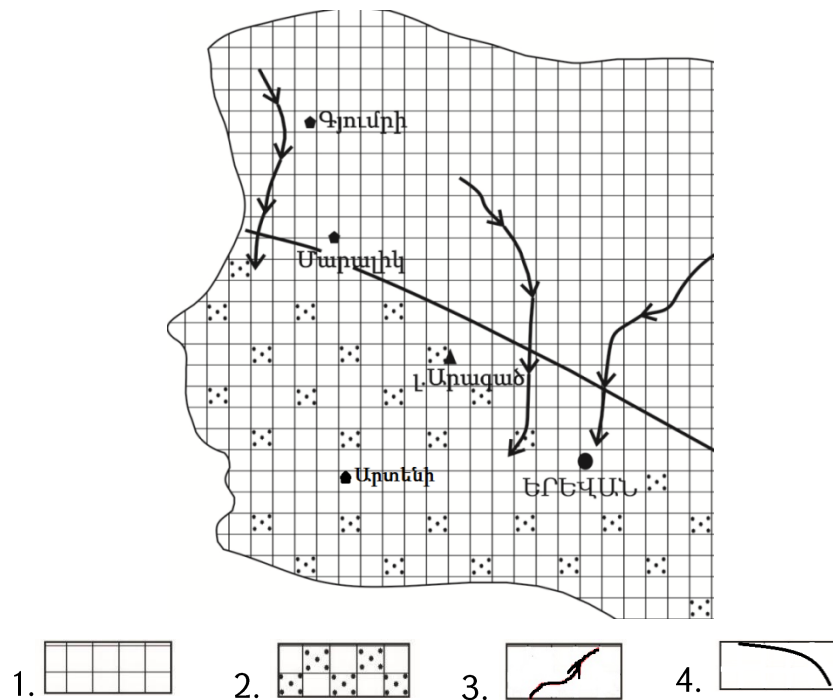
- սեդիմենտացիայի ժամանակաշրջան, որի ընթացքում ձևավորվում են սեդիմենտացիոն ջրեր, որոնք ըստ կազմի և հանքայնացման մոտ են ծովի ջրերին,
- ինֆիլտրացիոն ժամանակաշրջան, որի ընթացքում առաջանում են քաղցրահամ ջրեր և տեղի է ունենում ապարների մասնակի լուծում;
- մագմածին ժամանակաշրջան, որը պայմանավորված է պալեոհրաբխային գործունեությամբ, որի հետևանքով էլ առաջանում են թերմալ ջրեր:

Փոքր Կովկասում, այդ թվում ՀՀ տարածքում նստվածքառաջացման պատմության երկրատեկտոնական զարգացումը պայմանավորված է տեկտոնական ռեժիմների տիպերի անընդհատ փոփոխմամբ և լարված տեկտոնական գործունեության ժամանակ հրաբխային պրոցեսների արդյունքների՝ նստվածքային առաջացումների վրա, վերադրմամբ: Այդ իսկ պատճառով նստվածքառաջացման պայմանների բացահայտման համար անհրաժեշտ է պարզել բոլոր երկրորդային փոփոխությունները, որոնք պայմանավորված են ապարների մետամորֆիզմով և հրաբխային պրոցեսներով, ինչպես նաև վերականգնել բուն հրաբխային պրոցեսների բնույթը [74]:

Դիտարկենք նշված զարգացումները մեր կողմից ուսումնասիրված տարածքների համար [12, 72]:

Հետկալեդոնյան տեկտոնոգենեզի հետևանքով Արագածի լեռնազանգվածի բավական մեծ տարածքը ենթարկվել է բարձրացման և *վերին պալեոզոյ – սյորին մեզոզոյում* գերիշխում է մայրցամաքային ռեժիմը (նկար 2.3): Բարձրացման տենդենցի ի հայտ գալուն զուգընթաց աղային սեդիմենտացիոն ջրերը աստիճանաբար դուրս են

մղվում ինֆիլտրացիոն ջրերի կողմից: Մայրցամաքային ընդմիջման մեծ տևողությունը (300 – 350 մլն տարուց ավել) ենթադրում է, որ ապարները տվյալ ժամանակահատվածում ինտենսիվ լվացվել են սեդիմենտացիոն ջրերից (տարածքի հյուսիսային հատված) և այստեղ ձևավորվել են աղայնացված գրունտային ջրերը (տարածքի հարավային հատված): *Յուրա-սյորին* կավճում դեռ շարունակվում է ապարների լվացում ծովային սեդիմենտացիոն ջրերից և վերին կավճի վերջում, տեկտոնական շարժումների հետևանքով, տարածքի մեծ մասն իրենից ներկայացնում է ցամաք: Արտենի և Մարալիկ բարձրացումների սահմաններում մինչքեմբրի-պալեոզոյի նստվածքների հողմնահարման և ինտենսիվ լվացման պրոցեսների տևողությունը նպաստում է այստեղ ստորին-միջին օլիգոցենի ընթացքում ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի ձևավորմանը:



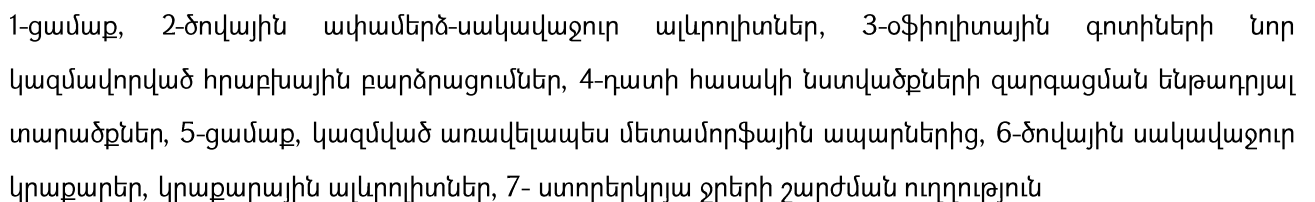
- 1- ցամաք (հավաստի տվյալներ), 2-փոքր հզորության նստվածքների գոտի (ոչ հավաստի տվյալներ), 3 – ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն, 4-ծովի և ցամաքի սահման

Նկար 2.3 Արազածի լեռնազանգվածի հնաերկրաբանական պատկերը վերին պալեոզոյ-ստորին մեզոզոյում

Վերին սարմապում տեղի է ունենում Երևանյան և Ստորինախուրյանի իջվածքի հետագա զարգացումը, որտեղ շարունակվում է ծովային նստվածքների կուտակումը

The map illustrates the Araks river basin with the following features:

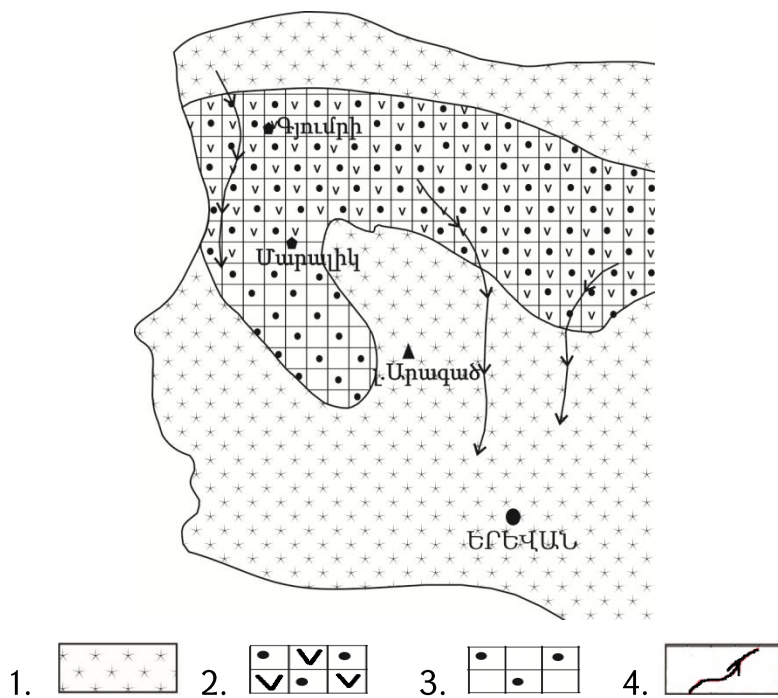
- Geographical Labels:**
 - Գյումրի (Gyumri):** Located in the upper left, marked with a black dot.
 - Երևան (Yerevan):** Located in the center, marked with a black dot.
 - Եղեգնաձյուն (Yeghghayats):** Located in the lower right, marked with a black dot.
- Flow Direction:** Indicated by arrows along the river's course, flowing from north to south.
- Shaded Regions:**
 - A region in the upper left with a vertical dashed line pattern.
 - A region in the center-left with a cross-hatch pattern.
 - A region in the center-right with a wavy line pattern.
 - A region in the lower right with a star pattern.
- Other Features:** A dotted line separates the upper and middle sections of the basin. A small triangle labeled "Արաքս" (Araks) is located near the center.



Պիոնգենի ժամանակահատվածի հրաբխային գործունեության կարճաժամկետ թուլացման ընթացքում, կրկին տեղի է ունենում տարածքի բարձրացում և սեդիմենտացիոն ջրերի փոխարինում քաղցրահամ ջրերով (նկ.2.5): Այստեղ մեկ և ավելի կմ հզորությամբ լավային հոսքերը, որոնք առավելապես ներկայացված են

բազալտներով, անդեզիտո-բազալտներով, լիպարիտներով, դացիտներով և այլն, կազմում են համատարած ծածկոց, որն իրենից ներկայացնում է ժամանակակից լեռնաշխարհի սկզբնական ռելիեֆը:

Ինտենսիվ հրաբխականության ժամանակաշրջանի վերջում՝ պլիոցեն - ստորին հետպլիոցենում, ռեգիոնը նորից ենթարկվում է բարձրացման, որտեղ ռելիեֆի մասնատման պրոցեսների ֆոնի վրա ձևավորվում է Արագածի հրաբխային լեռնազանգածը, որի ծայրամասերում՝ Ստորինախտությանի և Երևանյան իջեցումներում, տեղի են ունենում քաղցրահամ լճային նստվածքակուտակումներ [54, 67]: Ավազա-կավային նստվածքներն իրենց կուտակման ընթացքում հագեցնում են ստորերկրյա ջրերով, որոնք ժամանակի ընթացքում դուրս են մղվում կավային առաջացումներից դեպի ստորերկրյա ջրավազներ, որտեղ էլ ձևավորվում են հիդրոկարբոնատային-սուլֆատային, նատրիում-կալցիումային ջրատար հորիզոններ:



1-առաելապես մայրցամաքային կարմրագույն առաջացումներ՝ կավեր, ավազաքարեր, կոնգլոմերատներ, ալևրոլիտներ, 2-ցամաք, կազմված հրաբխային, մետամորֆային և նստվածքային ապարներից, 3-ցամաք, կազմված մետամորֆային և նստվածքային ապարներից, 4- ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն

Նկար 2.5 Արագածի լեռնազանգվածի հնաերկրաբանական պատկերը պլիոցենում

Հետևաբար, տեկտոնական շարժումների հետևանքով հին մինչպլիոցենյան ստորերկրյա ջրերը, որոնք փակված էին ալպիական արտեզյան ավազաններում, առավել ինտենսիվորեն փոխարինվում են ինֆիլտրացիոն ջրերով, որն իր արտահայտությունն է գտնում նաև Արագածի հրաբխային լեռնաշղթայի տարածքում:

Նկարագրված Արագածի լեռնազանգվածի և հարակից տարածքների հրաբխային ռեգիոնների պալեոջրաերկրաբանական զարգացման վերաբերյալ բերված տվյալներից երևում է, որ ստորերկրյա ջրերի զարգացման պատմությունը երկար և բարդ բնապատմական գործընթաց է, բայց այն կարևոր է տարածքների հնաջրաերկրաբանական քարտեզագրման համար և հիմք է հանդիսանում, մասնավորապես, ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի տարածական բաշխվածության պարզաբանման համար:

2.2. Հեռահար մեթոդների կիրառման հիմնավորում

2.2.1 Օդալուսանկարների վերծանման մեթոդ

Ընդհանուր դրույթներ. Ինչպես արդեն նշվել է, ջրաերկրաբանական տեսանկյունից հատուկ հետաքրքրություն են ներկայացնում այն տարածքները, որտեղ առկա է կայնոզոյան դարաշրջանի հրաբխականությունը, քանի որ շատ երկրներում ստորերկրյա ջրերը գլխավորապես տեղակայված են այդ ժամանակաշրջանի առաջացումներում: Նման շրջաններում ստորերկրյա ջրերի հայտնաբերման և յուրացման մի շարք գործնական խնդիրների լուծման համար առաջնային մեթոդներից են օդալուսանկարահանումները՝ որպես հեռահար մեթոդներ [9, 41, 83, 85, 92]: Հայտնի է, որ հեռահար կոչվում են այն մեթոդները, որոնց միջոցով կատարվում են երկիր մոլորակի ուսումնասիրություններ տարբեր բարձրություններից: Այդ մեթոդները բաժանվում են արբանյակային (բարձրությունը 150կմ և ավել) և աերոերկրաֆիզիկական (բարձրությունը մինչև 15կմ): Որոշ դեպքերում հեռահար մեթոդների թվին են պատկանում նաև երկրաֆիզիկական մեթոդները, նկատի ունենալով այն հանգամանքը, որ դրանցով ուսումնասիրվող օբյեկտները, մասնավորապես ստորերկրյա ջրերը (հնահովիտները), գտնվում են երկրի մակերեսից

որոշակի խորության վրա (միջինը 1.5-2 կմ) և դրանց բաժանող միջավայրը (լեռնային ապարների հաստվածքը) ունի տարբեր ֆիզիկական բնութագրեր:

Հեռահար մեթոդներով ջրաերկրաբանության բնագավառում լուծվում են հետևյալ խնդիրները [13, 34, 56, 66, 73]՝

- Ապարների լիթոլոգիական մասնատումը ըստ ֆիզիկական հատկությունների (այդ թվում ըստ խոնավության);
- Լինիամենտների տեսքով պայմանավորված խզվածքային գոտիների հայտնաբերում, որպես ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղիներ;
- Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի բարենպաստ տեղամասերի որոնում:

Հրաբխային շրջաններում ստորերկրյա ջրերի հայտնաբերման և հետախուզման համար արդյունավետ է օդալուսանկարահանումների վերծանման նյութերի և ջրաերկրաֆիզիկական մեթոդների տվյալների համատեղ վերլուծությունը (Սադով Ա.Վ., Թորոսյան Գ.Ա. և այլք) [78, 87]: Տարբեր ֆիզիկական դաշտերի վրա հիմնված այդ մեթոդների համալիրը զգալիորեն մեծացնում է խնդիրների լուծման հավաստիությունն ու գործնական արդյունավետությունը: Տվյալ մոտեցումը հնարավորություն է տալիս հրաբխային շրջաններում լուծել հետևյալ ջրաերկրաբանական խնդիրները.

- Ստորերկրյա ջրերի տարածման ռեգիոնալ օրինաչափությունների պարզաբանում:
- Մակերեսային և ստորերկրյա ջրերի փոխադարձ կապի պայմանների ուսումնասիրություն:
- Տարածքի ջրաերկրաբանական (պալեոջրաերկրաբանական) շրջանացում:

Օդալուսանկարների վերծանման ժամանակ ստորերկրյա ջրերի հեռանկարային տարածքների որոշման համար օգտագործվում են այնպիսի գործոններ, ինչպիսիք են՝ աղբյուրները, բուսականությունը, ռելիեֆի ձևը, ինչպես նաև խզվածքների և ճեղքավորվածության գոտիների հայտնաբերումը [44]:

Հեռահար ուսումնասիրությունների տվյալների վերծանման ժամանակ պետք է նկատի ունենալ, որ ստորերկրյա ջրերի ձևավորման բաշխվածության և դրանց

շարժման պայմանների պարզաբանման համար նպատակահարմար է առանձնացնել հետևյալ ջրաերկրադինամիկական գոտիները [80].

- Ինտենսիվ ջրափոխանակման գոտի (վերին հարկ - էկտոհարկ);
- Դժվարացված ջրափոխանակման գոտի (միջին հարկ - մեզոհարկ);
- Բոլորովին դժվարացված կամ ջրափոխանակման բացակայության գոտի (ստորին հարկ - էնդոհարկ):

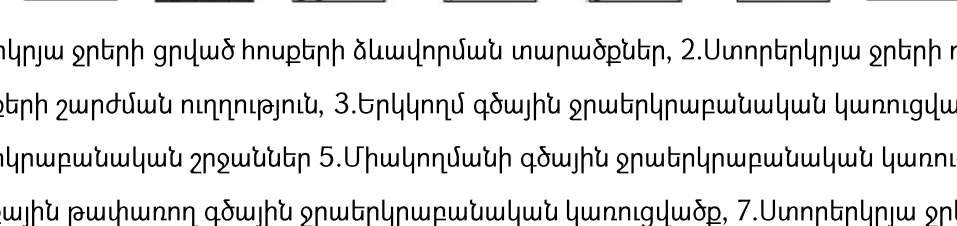
Ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրման նպատակով հեռահար զոնդավորման ժամանակ հաճախ որոշվում են ցուցանիշներ, որոնք բնութագրում են միջավայրի ջրաֆիզիկական վիճակը: Սակայն միայն բացառիկ դեպքերում է, որ ուսումնասիրվող մարմնի և ուսումնասիրման համար օգտագործվող սարքավորումների միջև հեռավորությունը թույլ է տալիս անմիջականորեն որոշել դրանց անհրաժեշտ բնութագրերը: Այսպես, օրինակ, ջրահոսքերի ֆիզիկական տվյալները (ջրատարությունը, ապարների ճեղքավորվածությունը և այլն) կարող են բնութագրվել միջավայրի էլեկտրամագնիսական հատկությունների օգնությամբ: Էլեկտրամագնիսական ալիքներից ստացված տեղեկատվությունը փոխանցվում է հեռահարի ընդունիչին, որն էլ գրանցում է ուսումնասիրման արդյունքները [59]:

Ստորերկրյա ջրերի տարբեր տիպերի հանքավայրերի որոնման ժամանակ օդալուսանկարների վերժանման մեթոդների օգտագործման փորձի ընդհանրացումը բերված է Ա.Վ.Սադովի, Ս.Վ.Վիկտորովի և այլոց աշխատանքներում [79]: Դրանցում նշվում է, որ հեռահար մեթոդները հնարավոր է կիրառել ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի որոնման ժամանակ՝ գետահուններում, ավազնային զանգվածներում, առանձին խախտումներում, կարստի զարգացման շրջաններում, արտեզիան ավազաններում և այլն: Համեմատաբար քիչ են այն աշխատանքները, որոնք վերաբերում են հրաբխային շրջանների ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրմանը: Ինչպես ցույց է տալիս փորձը, հրաբխային մարզերում ստորերկրյա ջրերը անմիջականորեն չեն արտահայտվում հեռահար հանույթի նյութերում: Այդ տարածքներում օդալուսանկարահանումների ժամանակ բացահայտման առավել կարևոր չափանիշներից են ռելիեֆի առանձնահատկությունները՝ գենետիկական տեսակը, բացարձակ նիշերը, խորությունն ու մասնատվածության խտությունը, բնորոշ մեզո-

միկրոձևեր, ջրագրական և էոզոգիոն ցանցի պատկերը, ինչպես նաև մակերեսին մերկացած լավային ապարների լիթոլոգիան: Լադշաֆտա-ինդիկացիոն վերլուծության ընդհանուր սկզբունքների օգտագործման դեպքում առավել կարևորություն են ստանում դրա ձևակառուցվածքային և լիթո-ձևաբանական ասպեկտները, այսինքն վերլուծվում են ռելիեֆի ձևերը երկրաբանական կառուցվածքի համադրությամբ [29, 87]: Հրաբխային լանդշաֆտի ռելիեֆի ձևերը պամանավորված են լինում հրաբխային ապարների տիպով, ինչպես նաև դրանց ջրաերկրաբանական հատկություններով: Այդ իսկ պատճառով կատարել մեկնաբանում միայն նկարահանումների վերծանմամբ ռիսկային է [69]: Դիտարկված դրույթները մեր կողմից օգտագործված են Արագածի լեռնազանգվածի հրաբխային տարածաշրջանների ստորերկրյա ջրերի որոնման և տարածական բաշխվածության ժամանակ: Լայնական խախտումները բացահայտվում են ըստ ռելիեֆի ձևի փոփոխման և ըստ դրանց ուղղության տարբեր նշանի տեկտոնական շարժումների առկայության: Երկայնական խախտումները հաստատուն կերպով ուղեկցում են լեռնաշղթան հատող հունների շղթայով և ռելիեֆի այլ գծային ձևերով (տես օրինակ նկար 2.6): Հայտնի է, որ ռելիեֆի կառուցվածքի վրա առանձնակի ազդեցություն են ունենում ապարների կազմն ու ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները: Օրինակ, մեր դիտարկումներով խիստ մասնատված ռելիեֆ նկատվում է համեմատաբար ամուր ապարների տարածման տեղամասերում, իսկ առավել հարթ ռելիեֆը հարում է նստվածքային, էֆֆուզիվ-նստվածքային ապարների տարածման տեղամասերին: Հարկ է նշել, որ լուսանկարահանման պատկերի կառուցվածքը, որը պայմանավորված է ռելիեֆի միկրոձևերից, հանդիսանում է առավել տեղեկատվական և կայուն գործոն, հատկապես թաղված հնահունների՝ նեոգեն և ավելի ուշ հասակի, հնահունների վերծանման ժամանակ [89]: Այն թույլ է տալիս ստանալ տեղեկատվություն ոչ միայն հնահունների գոյության և դրանց կառուցվածքի, այլև լավային հոսքի ստորերկրյա ջրերի կուտակման տեղամասերի մասին:

Մեր վերլուծությունների ժամանակ թաղված հունների և ստորերկրյա ջրահոսքերի բացահայտման հուսալի նախանշան են հանդիսացել աղբյուրները, որոնք կենտրոնացված ելքերի ձևով հարում են լավային հոսքերի ծայրամասերին: Օրինակ, Արագածի լեռնազանգվածի օդալուսանկարահանումների նյութերի վերծանման

~~11~~ ~~11~~



1. *Journal of Management Studies*, 1990, 27, 1, 1-14.

լավաների երեք տարիքային խմբեր, որոնք միմյանցից տարբերվում են իրենց տարածքային զարգացմամբ և ջրատարության աստիճանով: Ինչպես ցույց են տալիս նշված տարածքում կատարված ջրաերկրաֆիզիկական աշխատանքները, օդատիեզերական լուսանկարահանումներով լավային հոսքերի անջատումը կրկնում է թաղված հնահուների պատկերը, իսկ դրանց հարող ստորերկրյա ջրահոսքերն ունեն միջլավային բնույթ:

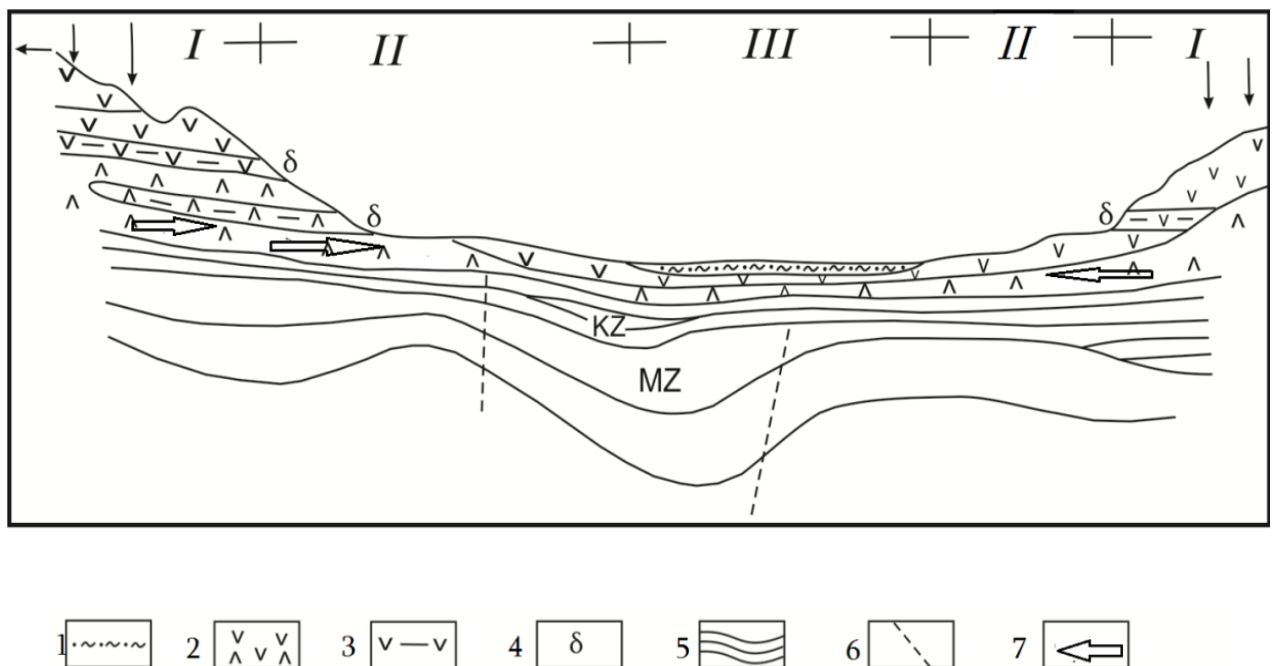
Օդալուսանկարների վերծանումը թույլ է տալիս հրաբխածին տարածքներում լուծել ջրաերկրաբանական խնդիրներ, պայմանավորված, մասնավորապես, ժամանակակից և հնառելիքի հնարավոր կապով:

2.2.2. Ջրաերկրաֆիզիկական մեթոդներ

Երկրաֆիզիկական մեթոդների և դրանց համալիրի կիրառման հնարավորությունները կախված են տարածքի ֆիզիկա-երկրաբանական պայմաններից և կտրվածքի ապարների պետրոֆիզիկական հատկություններից [60]: Տարբեր դաշտային մեթոդների կիրառման հնարավորությունների գնահատման փուլում նպատակային տվյալներ կարելի է ստանալ հրաբխային տարածքների ընդհանրացված ֆիզիկա-երկրաբանական մոդելներից: Հրաբխային շրջանի ջրաերկրաբանական կտրվածքի առանձնահատկությունների, ինչպես նաև ստորերկրյա ջրերի սնման, հոսքի և բեռնաթափման տարածքների ապարների պետրոֆիզիկական հատկությունների վերլուծման հիման վրա (աղյուսակ 2.1) մեր կողմից հրաբխային շրջանների համար կազմված է ընդհանրացված ֆիզիկա-ջրաերկրաբանական մոդել (ՖՋԵՄ) [65, 98]: Այն միավորում է հրաբխային լեռնաշղթաներն ըստ բարձրության երեք տեղամասերի (տես նկար 2.7):

ՖՋԵՄ-1 մոդելը բնութագրում է հրաբխային կառույցների արտաքին սնման շրջանները: Դրանք բարձր լեռնային ջրբաժանային տարածքներն են, որտեղ բերվածքային առաջացումները գործնականում բացակայում են կամ ունեն փոքր հզորություն: Այդ իսկ պատճառով մթնոլորտային տեղումները և կոնդենսացիոն խոնավությունը ճեղքավորված և ծակոտկեն լավաներով թափանցում են Երկրի

խորքերը՝ ձևավորելով խորքային հոսք: Նման տարածքների ուսումնասիրման ժամանակ կիրառվում են օդալուսանկարահանման, լադաֆտա-ինդիկացիոն, հնաերկրաձևաբանական և հնաջրաերկրաբանական մեթոդներ: Ջրաերկրաբանական խնդրի լուծումը տվյալ պարագայում բերվում է ստորերկրյա հոսքի ուղղվածության որոշմանը և ժամանակակից ու թաղված ջրբաժանների փոխկապակցվածության պարզաբանմանը: Ուսումնասիրված տարածքի ՖՋԵՄ-1-ի երկրաբանական կտրվածքում լավային ապարների ընդհանուր հզորությունը գերազանցում է 500 և ավել մետրեր (մասնավորապես տարածքի հարավային լանջերին):



1. Ժամանակակից էլովիալ-պրոլուվիալ առաջացումներ, 2. Ջրաթափանց լավային ապարներ, 3. Համեմատաբար ամուր միջլավային նստվածքներ (լոկալ ջրամերժ շերտ), 4. Աղբյուրներ, 5. Ռեգիոնալ ջրամերժ շերտ, 6. Տեկտոնական խախտումներ, 7. Ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություններ, I - Սնման տարածք, II - Տեղափոխման (հոսքի) տարածք, III - Բեռնաթափման տարածք:

Նկար 2.7 Հրաբխային շրջանների ընդհանրացված ֆիզիկա-ջրաերկրաբանական մոդել

Հրաբխային շրջանների ֆիզիկա-ջրաերկրաբանական մոդելների (ՖՋԵՄ) ընդհանրացված բնութագրերը

Աղյուսակ 2.1

Մասնավոր մոդելներ	Կտրվածքը կազմող ապարների հաստվածք	Հաստվածքի հզորություն, մ	Պետրոֆիզիկական հատկությունների փոփոխման սահմանները								
			$\sigma_{\text{միջ}}, \text{գ/սմ}^3$	$M \cdot 10^5, \text{ՏՆ միավոր}$	$J_h, \text{Ա/մ}$	$V_p, \text{կմ/վրկ}$	$V_s, \text{կմ/վրկ}$	$\rho, \text{օհմ.մ}$	$K_\delta, \%$	$K_{\text{թփ}}, \text{մկմ}^2$	$K_\phi, \text{մ/օր}$
ՖՋԵՄ-1- Ստորերկրյա ջրերի ձևավորման տարածք	1-ժամանակակից հաստվածքի ապարները գործնականում բացակայում են կամ ունեն շատ փոքր հզորություն	Մինչև 10	--	--	--	400-600	150-200	Միջինը 20-50	--	--	--
	2- տարբեր կազմի լավաներ	Միջինը 50 – 250մ և ավելի	կայնոտիպի լավաներ - 1,9-2,9	900-1500	1500-2200	4-6	2,5-3,5	ջրատար 150-600, չոր 700-10000	1,07-4,2	100-2000	70-1300
			պալեոտիպի լավաներ - 2,65-2,95	8000-10000	1100-2300	--	--		1-5	10-50	10-40
	3-ջրամերժ ապարներ /նստվածքային և հրաբխա-նստվածքային/	մոտ 100	կավեր 1,2-3	50-250	--	1,5-3	--	2-20	15-30	0,01	0,005
			ավազաքարեր 2-2,9	20-220	--	2-3,5	--	20-60	7-10	0,5-1,2	0,1-0,5
			պորֆիրիտներ 2,5-2,7	200-2000	350-1500	3-5	1,8-3	100-300	2-5	40-10	0,2-0,4
	ՖՋԵՄ-2- Տեղափոխման (հոսքի) տարածք	5-ից մինչև 50	1,8-2,2	12	--	0,3-0,5	0,2-0,3	50-150	30-45	0,01-0,1	0,03-0,06
			1,41-2,54	15	--	0,3-0,45	0,15-0,25	200-600	30-36	40-60	30-45
	2-տարբեր տիպի լավային ապարներ	Միջինը 50-250;մեծա նում է հնահունե-րում	Երկրորդ և երրորդ համալիրի ապարների ֆիզիկական և ջրաֆիզիկական հատկությունները համանման են ՖՋԵՄ-1 ապարներին: Նկատվում է ստորերկրյա ջրերի հանքայնացում 0,03-ից մինչև 0,2 գ/լ								

ՖՋԵՄ-3 - ստորերկրյա ջրերի բեռնա թափման տարածք	1 - փխրաբեկոր ջրատար և կավա յին ապարներ	Միջինը 50- ից մինչև 300	Երկրորդ և երրորդ համալիրի ապարների ֆիզիկական և ջրաֆիզիկական հատկությունները համանման են ՖՋԵՄ- 1 , 2 ապարներին: Նկատվում է ստորերկրյա ջրերի հանքայնացում 0,3-ից մինչև 0,5 գ/լ, երբեմն ավելին:
	2 - ճեղքավորված, ջրատար և համեմատա բար անուր ապարներ	200-300	
	3 - նույն ապարներն են, ինչ ՖՋԵՄ-1-ում և 2-ում	100-ից մեծ	

Բացադրություն - $\sigma_{\text{միջ}}$ - ապարների միջին խտություն (գ/սմ^3), $\text{M} \cdot 10^5$ - մագնիսացվածություն է (ՏԼ միավորներ), J_h - մնացորդային մագնիսականություն, V_p - երկայնական ալիքի տարածման արագություն (կմ/վրկ), V_s - լայնական ալիքի տարածման արագություն (կմ/վրկ), ρ - տեսակարար էլեկտրական դիմադրություն (օհմ.մ), K_s - ապարի ծակոտկենության գործակից (%), $K_{\text{թվ}}$ - թափանցելիության գործակից (մկմ^2), $K_{\text{ֆ}}$ - ֆիլտրացիայի գործակից (մ/օր):

ՖԶԵՄ-2 մոդելը ընդհանրացնում է միջլեռնային տեղամասերը և ջրաերկրաբանական տեսանկյունից բնորոշում է ստորերկրյա ջրերի տեղափոխման (հոսքի) շրջանները: Նշված տարածքներում ուսումնասիրությունները ուղղված են ստորերկրյա հոսքի բաշխվածության բացահայտմանը և միջ- ու լավատակ ջրահոսքերի հայտնաբերմանը: Անհրաժեշտության դեպքում իրականացվում են մանրակրկիտ հետազոտություններ համեմատաբար բարձր հիպսոմետրիկ նիշերում ստորերկրյա ջրերի հայտնաբերման և ջրառ-հորատանցքերի տեղադրման նպատակով:

ՖԶԵՄ-3-ը բնորոշում է ստորերկրյա ջրերի կուտակման և բեռնաթափման շրջանները: Դրանք հիմնականում միջլեռնային ավազաններն են իրենց ճնշումային և գրունտային ջրատար հորիզոններով: Տվյալ տարածքների լիթոլոգիական կտրվածքը համեմատաբար բարդ է: Այստեղ լավային ապարները ծածկող առաջացումներն ունեն մեծ հզորություն և կտրվածքում առկա են մի քանի ջրատար հորիզոններ: Զրաերկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունները կատարվում են ջրաերկրաբանական հանույթի սկզբնական փուլում, նպատակ ունենալով ճշգրտել ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի կառուցվածքն ու գնահատել ջրատար հորիզոնների ջրա-ֆիզիկական հատկությունները:

Զրաերկրաֆիզիկական մեթոդների կիրառումը ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի թաղված ձևերի վերականգնման նպատակով և պալեոերկրաձևաբանական վերլուծության հետ միասին տալիս է տվյալներ ոչ միայն հին ջրագրական ցանցի, այլև հնարավոր օգտակար հանածոների որոնման և հետախուզման կանխագուշակման համար:

Ստորերկրյա ջրերի շարժման և ձևավորման պայմանների ուսումնասիրման նպատակով առանձին հետաքրքրություն է ներկայացնում **երկրաթերմիկ մեթոդների** կիրառումը, որոնք դիտարկվում են որպես յուրահատուկ երկրաֆիզիկական դաշտեր՝ հիմնվելով ստորերկրյա ջրերի բարձր ջերմունակության և շարժունակության վրա [90, 91]: Որոշելով երկրաջերմաստիճանային դաշտի մակարդակը (ֆոնը) և դրանում բացահայտելով անոմալ տեղամասերը՝ պայմանավորված ստորերկրյա ջրերի գործունեությամբ, կարելի է ստանալ պատկերացումներ ջրաերկրաբանական

պրոցեսների մասին, որոնք բերել են այդ անոմալիաների առաջացմանը: Նշված մոտեցումները կարևոր են հատկապես մակերեսային և ստորերկրյա ջրերի փոխադարձ կապի պայմանների ուսումնասիրման համար:

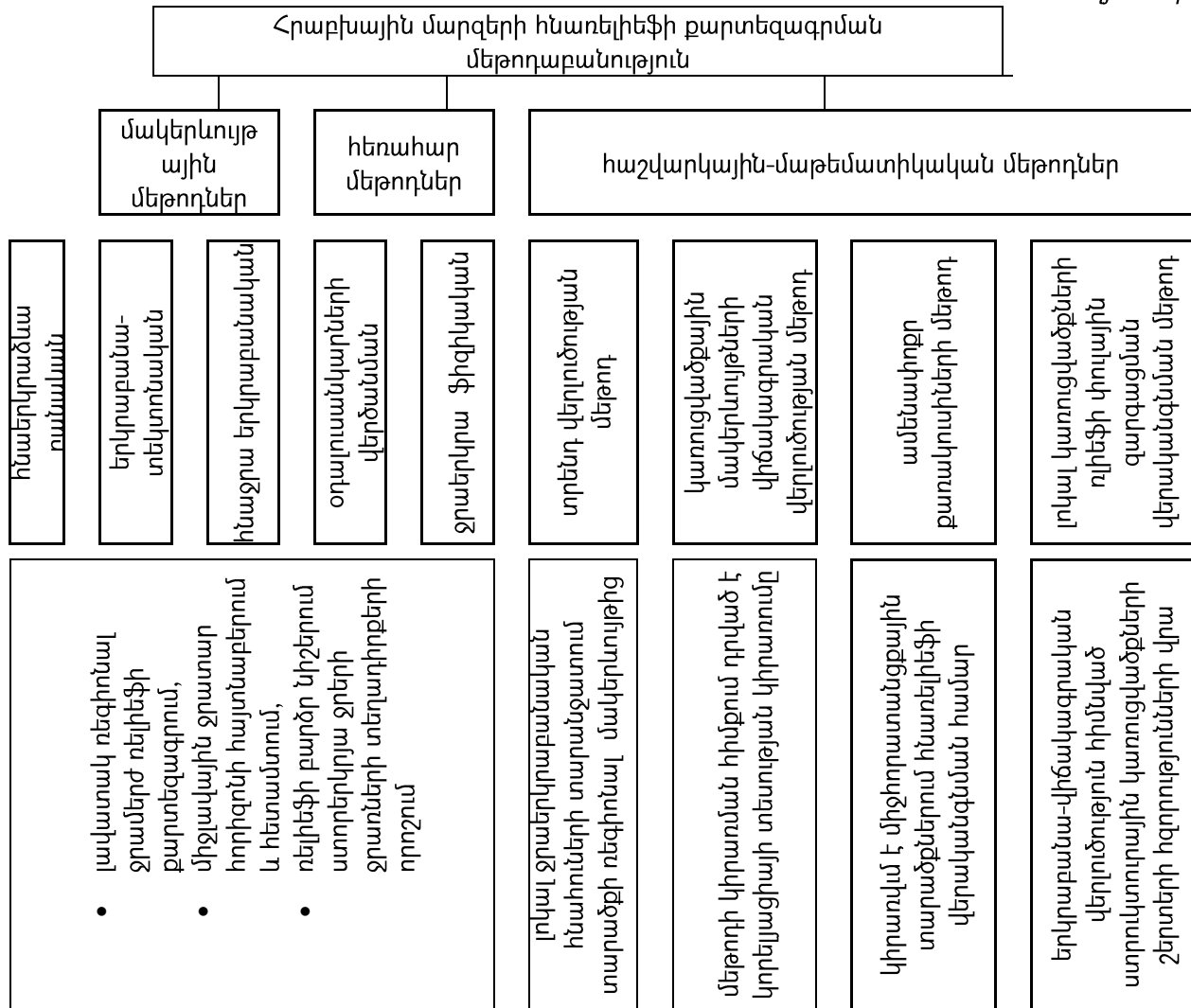
Դիտարկված հրաբխային տարածաշրջանների ընդհանրացված ՖՋԵՄ-ների ջրաերկրաբանական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ գործնական լուծվող կարևոր խնդիրներից մեկը դա ընդլավային (լավատակ) ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի ռելիեֆի քարտեզագրումն ու ստորերկրյա հոսքի բաշխման ուսումնասիրումը [18, 19]: Կատարված վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ջրաերկրաֆիզիկական և ջրաերկրաբանական համալիր մեթոդներով լուծվում են հետևյալ խնդիրները.

- հրաբխային տարածքների ջրաերկրաբանական կառուցվածքի ճշգրտում որպես ստորերկրյա ջրային ռեսուրսների ձևավորման տեղամասեր,
- ստորերկրյա ջրերի հոսքերի ձևավորման ջրադինամիկական և ջրաքիմիական օրինաչափությունների պարզաբանում,
- հիպոսմետրիկ բարձր նիշերում ստորերկրյա ջրերի տարածքների բացահայտում ու համապատասխան որոնողա-հետախուզական հորատանցքերի տեղերի որոշում ջրամատակարարման նպատակներով:

2.3. Հաշվարկային-մաթեմատիկական մեթոդների կիրառման հիմնավորում

Հայտնի են մաթեմատիկական մեթոդներ, որոնք կիրառություն են գտել հնառելիեֆի ուսումնասիրման աշխատանքներում: Դրանցից են տրենդ վերլուծության, կառուցվածքային մակերեսների վիճակագրական մեթոդները, լոկալ կառուցվածքների ռելիեֆի փուլային զարգացման վերստեղծումը, ամենափոքր քառակուսային մեթոդով ռելիեֆի վերականգնման մեթոդները (աղյուսակ 2.2) [43]:

Հայտնի է, որ բացի դաշտային ուսումնասիրություններից ժամանակակից և պալեոռելիեֆների միջև անհրաժեշտ տվյալների առկայության դեպքում, կարելի է հաստատել որոշակի կոռելյացիոն կապեր:



Մասնավորապես, նման կախվածություններ ստացվում են ուսումնասիրվող ռելիեֆների բարձրությունների բաշխման ֆունկցիայի վերլուծության հիման վրա: Կապը, որը ստացվում է ուսումնասիրված տարածքի համար որոշ վերապահումներով կարելի է տարածել նաև դժվարանցանելի և չուսումնասիրված տարածքների վրա (բարձրլեռնային, խիստ կտրատված ռելիեֆային տեղամասեր և այլն):

Ժամանակակից ռելիեֆի բարձրությունների բաշխման ֆունկցիայի վերլուծության ժամանակ ցանկալի է ընտրել մակերեսների օպտիմալ չափսեր, քանի որ դրանց համեմատաբար ոչ մեծ փոփոխությունները հանգեցնում են բաշխվածության կորի փոփոխմանը [96]: Բարձրությունների բաշխման օրինաչափությունների պարզաբանման համար ընտրվում են մակերեսներ, որոնք ընկած են ռելիեֆի երկու

հարևան իզոհիպսերի միջև: Օրինակ, մեր կողմից ուսումնասիրված տարածքի հրաբխային կառույցների ժամանակակից ռելիեֆի բարձրությունների բաշխման հիստոգրամները սիմետրիկ մոնոմոդալ են [49]: Որպես օրինակ դիտարկենք Արագածի լեռնազանգվածի արևելյան լանջի (հիմնականում Քասախ գետի ջրհավաք ավազանի) ժամանակակից և պալեոռելիեֆների միջև կապը, որը բավականին մանրակրկիտ ուսումնասիրվել է երկրաֆիզիկական, պալեոերկրաձևաբանական և հորատման աշխատանքների տվյալներով: Ռելիեֆների միջև կոռելյացիոն կապի մեծությունը գնահատվել է K գործակցով, ընդ որում, եթե $K=+1$ նկատվում է երկու ռելիեֆների լրիվ համընկնում (ժառանգականություն), եթե K -ն մոտ է զրոյին, ապա կոռելյացիոն կապ գոյություն չունի, իսկ եթե $K=-1$, ապա ժամանակակից և պալեոռելիեֆների միջև կա ինվերսիա՝ տեղաշարժ (հակադարձ կապ) [52, 64]:

Առանձին դեպքերում հրաբխային շրջանների ժամանակակից ռելիեֆի և հնառելիեֆի մակերևույթների միջև առկա նմանությունը մենք համարում ենք էնդո- և էկզոդինամիկական ռելիեֆառաջացման պրոցեսների միջև գոյություն ունեցող փոխազդեցության արդյունք: Միևնույն ծագման (գենեզիսի) թաղված և ժամանակակից ձևերն ունեն միևնույն ձևաբանական գծերը: Սակայն միշտ չէ, որ ժամանակակից և թաղված ռելիեֆները կրկնում են մեկը մյուսին: Այս հարցի իմացությունը հատկապես կարևոր է ստորերկրյա ջրերի ջրահաշվեկշռային հաշվարկների ժամանակ: Ջրբաժանների միջև ինվերսիան հանգեցնում է մակերեսային ինֆիլտրացիոն հոսքի վերաբաշխման (տվյալ հարցը մանրակրկիտ դիտարկված է 3 գլխում):

Ժամանակակից և թաղված ռելիեֆների միջև կորելյացիոն կապի բացահայտումը թույլ է տալիս կանխատեսել պալեոռելիեֆների բնույթն ու գնահատել ոչ բավարար ուսումնասիրված տարածքների լավաների հզորությունները {7}:

Նկատի ունենալով դրված խնդրի կարևորությունը և դրա լուծման գործնական նշանակությունը, ներքո այն դիտարկված է համեմատաբար մանրամասնորեն:

Եթե X_1 և X_2 կոորդինատներով կետում ուսումնասիրման արդյունքը նշանակենք $U(X_1, X_2)$, ապա քննարկվող մոդելը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$U(x; y) = U_{\square\square\square\square\square} + U_{\square\square\square\square\square\square\square} = U_{\square\square\square\square\square\square\square} + U_{\square\square\square\square\square\square}$$

որտեղ $U_{\square\square\square\square\square\square} = f(X_1, X_2)$ -ը համակարգի բաղադրիչն է՝ տրենդը; $U_{\square\square\square\square\square\square}$ -դաշտային ուսումնասիրությունների պատահական բաղադրիչ է: Տվյալ դեպքում $f(X_1; X_2)$ ֆունկցիան ընտրվում է այնպես, որ «ճնշի» $U_{պատահական}$ -ին և վերացնի համակարգի ուղղորդվածությունը: Օգտագործելով $f(X_1, X_2)$ ֆունկցիայի համար ստացված արտահայտությունը, հաշվվում են ուսումնասիրվող կետում տրենդի արժեքները: Մեթոդը թույլ է տալիս կառուցել քարտեզներ, որոնք ստացել են տրենդ մակերևույթների և փոփոխականի մնացորդային արժեքների (“շեղումների” կամ “մնացորդային բաղադրիչի”) քարտեզներ անվանումը:

Քանի որ երկրաբանական ուսումնասիրությունների արդյունքները հիմնականում տարածության մեջ անհամաչափ են բաշխված, ապա նման դեպքերում օգտագործվում է սխեմա, ըստ որի կոորդինատային համակարգի զերոյական կետը տեղադրվում է ընտրված տեղամասի վերին ձախ անկյունում, ընդ որում X_1 կոորդինատի արժեքները մեծանում են դեպի հարավ, իսկ X_2 կոորդինատինը՝ դեպի արևելք: (X_1, X_2) կետի դիրքը քարտեզի վրա կարելի է արտահայտել հեռավորության որևէ միավորներով: Մեր ուսումնասիրությունների դեպքում, երբ առկա են անհավասարաչափ բաշխված փոփոխականներ, տրենդ մակերևույթների կառուցման համար, կատարվել են մատրիցային հաշվարկներ, և ոչ թե հավասարաչափ ցանցի համար կիրառվող օրթոգոնալ պոլինոմների հաշվարկներ:

Առաջին աստիճանի տրենդի՝ գծային տրենդի, հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը.

$$H_b = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2, \quad (1)$$

որտեղ (X_1, X_2) -ը աշխարհագրական կոորդինատներն են, H_b –ն՝ ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի տեղադրման խորությունը, b_0, b_1, b_2 –ը՝ հավասարման պոլինոմային գործակիցները:

Առաջադրված խնդիրը լուծված է համակարգչային համապատասխան ծրագրով: Հավասարումների համակարգն ունի հետևյալ տեսքը.

$$\begin{aligned} \sum H_b &= b_0 n + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 \\ \sum H_b X_1 &= b_0 \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 \\ \sum H_b X_2 &= b_0 \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 \end{aligned} \quad (2)$$

Հաշվարկը կատարվում է $i=1$ -ից մինչև n արժեքների համար: Հավասարում (2)-ը գրված է մատրիցայի ձևով.

$$\begin{bmatrix} n & \sum X_1 & \sum X_2 \\ \sum X_1 & \sum X_1^2 & \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum H_b \\ \sum H_b X_1 \\ \sum H_b X_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Արագածի լեռնազանգվածի Սելավմաստարա գետի տարածքում մեր ունեցած $n=121$ կետերի համար (տվյալները բերված են հավելված 1-ում) (3) արտահայտությամբ ստացված հաշվարկային մեծություններն են.

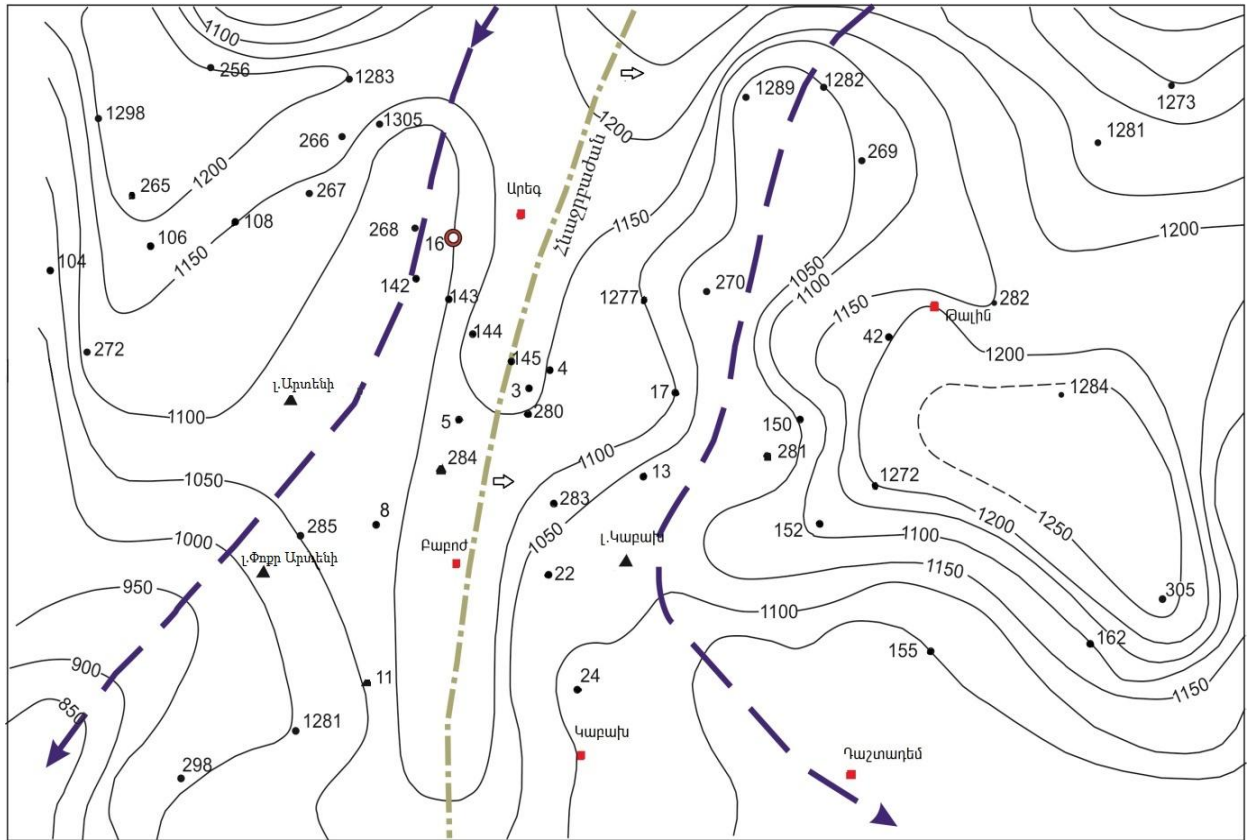
$$\begin{aligned} \sum X_1 &= 3.0 & \sum X_2 &= 3.02 & \sum X_1 X_2 &= 0.076 \\ \sum X_1^2 &= 0.11 & \sum X_2^2 &= 0.10 & \sum H_b &= 146125 \\ \sum H_b X_1 &= 3936.9 & \sum H_b X_2 &= 3786.1 \end{aligned} \quad (4)$$

(4) արտահայտության արժեքները տեղադրելով մատրիցայի մեջ և լուծելով այն, ստանում ենք. $b_0 = 864.6$ $b_1 = 4360.8$ $b_2 = 9354.8$

Այսպիսով տրենդի գծային մակերևույթի բանաձևը հետևյալն է.

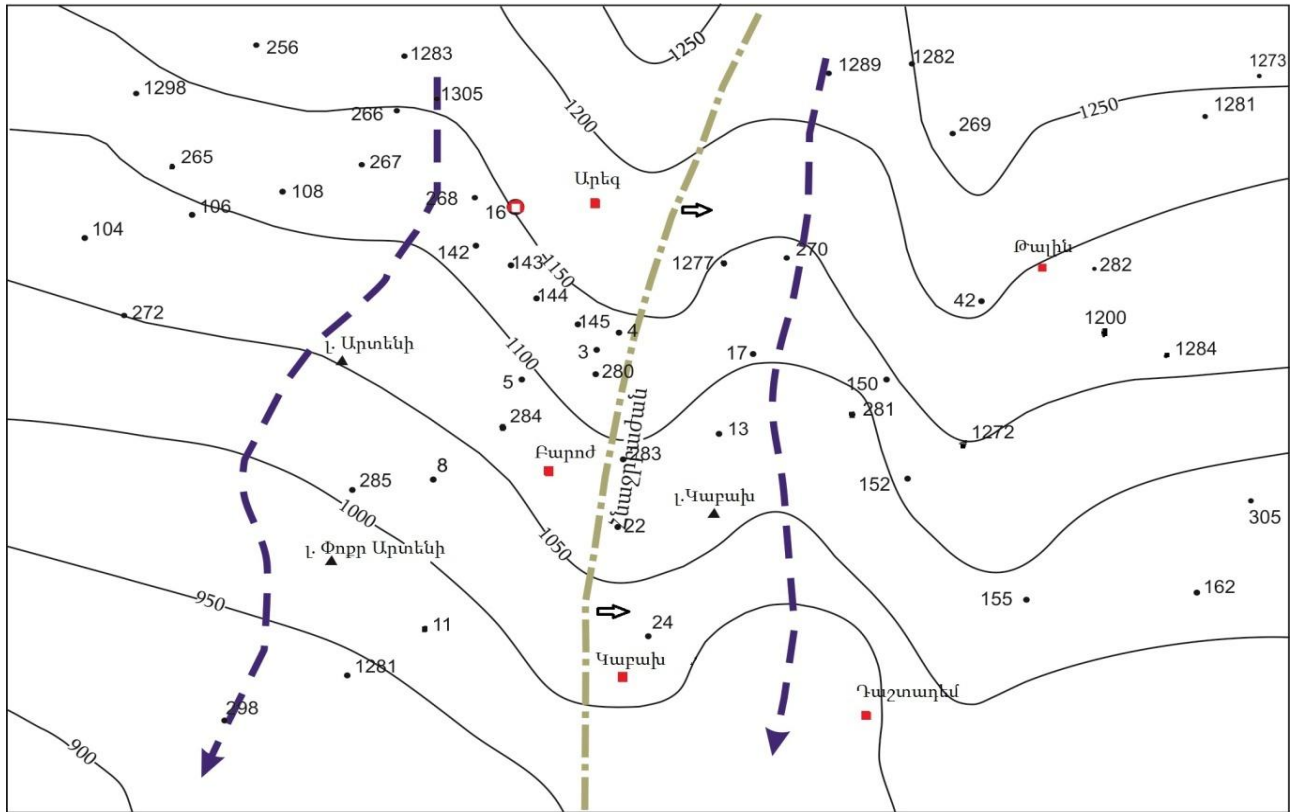
$$H_p = 864.6 + 4360.8X_1 - 9354.8X_2 \quad (5)$$

Այս բանաձևի օգնությամբ հաշվարկվել են ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի տեղադրման խորության արժեքները $\overline{H_p}$, և $\Delta H' = H_b - \overline{H_p}$ (տես հավելված 1): Այդ տվյալների օգնությամբ կազմված են քարտեզներ՝ ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի ռելիեֆի՝ H_b -ի (նկար 2.8) և գծային տրենդի մակերևույթի կամ առաջին աստիճանի տրենդի (նկար 2.9): Ստացված քարտեզների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ $\Delta H'$ տարբերությունները պատահական չեն և կարող են պարունակել տրենդ վերլուծության երկրորդ և ավելի բարձր աստիճանների բաղադրիչներ, սակայն կիրառված է առաջին աստիճանի տրենդը, որը ընդհանուր առմամբ բավարարում է դրված խնդրի լուծմանը:



1-հնառելիքի իզոգծեր (իզոհիպսեր), 2-հորատանցքեր, 3-ՈՒԷԶ-ի կետեր, 4-հնաջրբաժան, 5-ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն

Նկար 2.8 Ջրամերժ շերտի ռելիեֆի քարտեզ ըստ դաշտային տվյալների,
լեռ Արտնի-Թալին-Դաշտաղն տեղամաս, 2002թ,
(բնօրինակի մասշտաբը 1:50000)



1. հնառելիքի իզոգծեր (իզոհիպսեր), 2. հորատանցքեր, 3. ՈԻԷԶ-ի կետեր, 4. հնաջրբաժան,
5. ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն

Նկար 2.9 Ռեգիոնալ ջրամբոժ շերտի առաջին աստիճանի տրենդի տարբերությունների քարտեզ, լեռ Արտենի-Թալին-Դաշտադեմ տեղամաս 2015թ., (բնօրինակի մասշտաբը 1:50000)

Ստացված տվյալներից արված է եզրահանգում, որ հաշվարկային - մաթեմատիկական մեթոդի (մասնավորապես տրենդ վերլուծության) կիրառմամբ ճշգրտվում է ստորերկրյա հնահունների տարածական տեղադիրքերը, որը հատկապես կարևոր է նոր ջրառ-հորատանցքերի ճշգրիտ տեղադրման համար:

ԳԼՈՒԽ 3

ԱՐԱԳԱԾԻ ԼԵՌՆԱԶԱՆԳՎԱԾԻ ԽՈՇՈՐ ԳԵՏԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ ԽՈՐՔԱՅԻՆ ՀՈՍՔԻ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՏԱՐԱԾԱԿԱՆ ԲԱՇԽՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՃՇԳՐՏՈՒՄ ՋՐԱՀԱՇՎԵԿՇՈՒՅԻՆ ՄԵԹՈԴՈՎ

3.1. Արագածի լեռնազանգվածի խոշոր գետավազանների ջրային ռեսուրսների ուսումնասիրվածության արդի վիճակը

Արագածի լեռնազանգվածի ջրային ռեսուրսների արդյունավետ օգտագործման հիմնահարցը միշտ եղել է մասնագետների ուշադրության կենտրոնում: Տվյալ հանգամանքը բացատրվում է նրանով, որ լեռնազանգվածի սահմաններում են ձևավորվում ՀՀ քաղցրահամ ստորերկրյա ջրերի 50%-ից ավելին, որոնք կարելի է օգտագործել ջրամատակարարման նպատակով [99]: 1988թ. Սպիտակի երկրաշարժից հետո, երբ աղետի գոտում հայտնվեցին Արագածի լեռնազանգվածի լանջերին գտնվող Ապարանի, Արագածի, Արթիկի, Անիի և Թալինի շրջանները, որոնցից շատերը խմելու և ոռոգման ջրի պակաս ունեին դեռ վաղուց, իսկ երկրաշարժի հետևանքով առավել դժվարացավ դրանց սոցիալ-տնտեսական զարգացումը:

Հայտնի է, որ ուսումնասիրվող տարածաշրջանի քաղաքների և շատ բնակավայրերի ջրամատակարարումը կատարվում է առաջին հերթին կենտրոնացված՝ խոշոր աղբյուրների կապտածի հաշվին, իսկ ջրարբիացման և արոտավայրերը ջրով ապահովելու նպատակով լայնորեն օգտագործվում է, մասնավորապես, մակերևութային (գետային) հոսքը: Ընդհանրապես Արագածի զանգվածի շատ շրջաններ ունեն ջրի խիստ պակաս (դեֆիցիտ) և տարածաշրջանում ջրի քանակը, որը հասնում է բնակչության մեկ շնչին, հանրապետության միջին մեծությունից ցածր է: Տարածաշրջանում տեղի է ունեցել ջրային ռեսուրսների (մակերևութային և ստորերկրյա) վերաբաշխում, հատկապես անթրոպոգեն գործոնի ազդեցության հետևանքով (ջրատեխնիկական շինարարություն, ոռոգվող տարածքների ավելացում և կլիմայական փոփոխություններ և այլն): Դրանք ներկայումս հանգեցրել են լարված և բարդ ջրատնտեսական իրավիճակի: Այդ

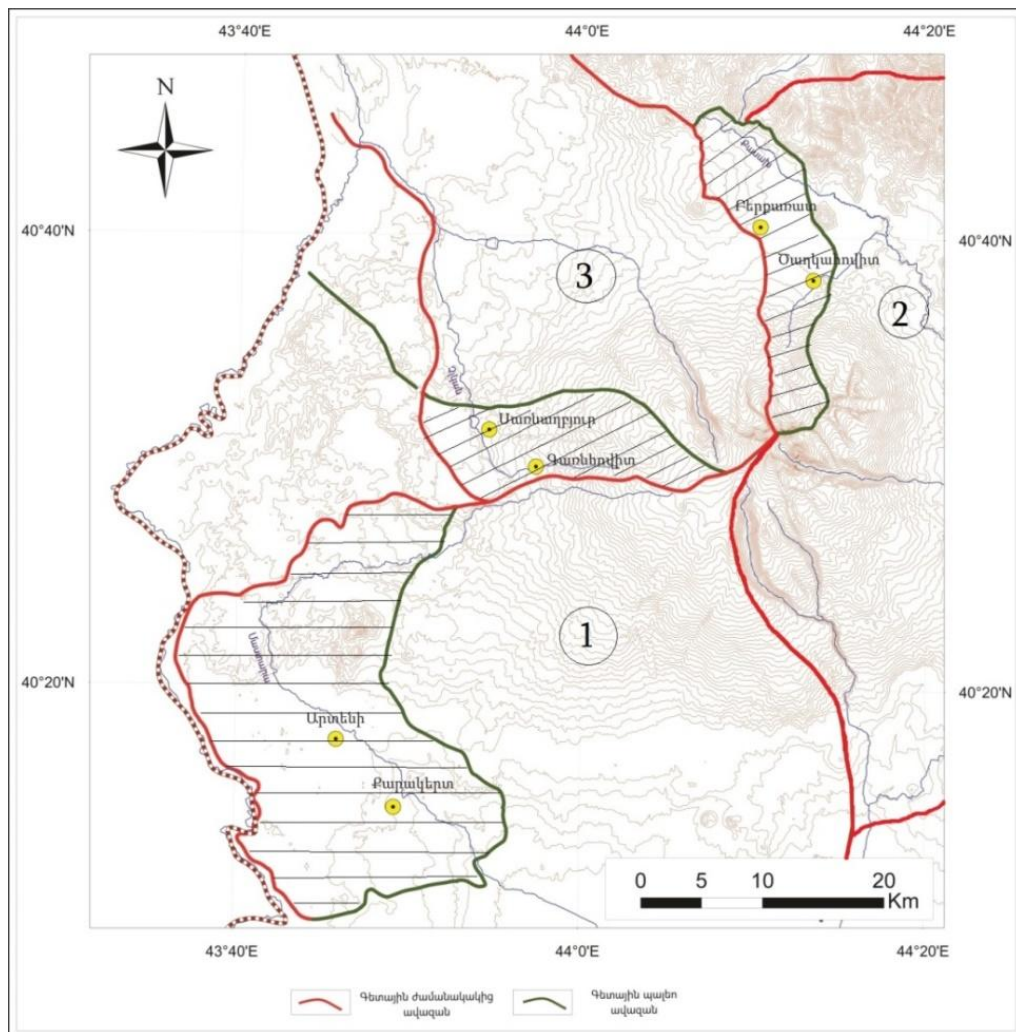
պատճառով ներկա պայմաններում Արագածի լեռնազանգվածի ջրային ռեսուրսների նպատակային օգտագործման և ջրատնտեսական միջոցառումների գործնական առաջարկների համար անհրաժեշտ է կատարել ջրահաշվեկշռային նոր հաշվարկներ՝ հաշվի առնելով առաջին հերթին, ժամանակակից և հին (թաղված) ջրբաժանների հարաբերակցությունը, ինչը չի եղել նախկին տարիներին, ինչպես նաև նոր (լրացուցիչ) ջրաղբյուրների հայտնաբերումը և օգտագործումը [97]: Ներքո բերված հաշվարկներում հիմնական ուշադրությունը կենտրոնացված է խորքային հոսքի հաշվառքային մեծության, դրա տարածական բաշխվածության որոշման հարցերին, հաշվի առնելով բնական և արհեստական գործոնների ժամանակային փոփոխությունները: Դիտարկված են, մասնավորապես, լեռնազանգվածի խոշոր գետավազանները՝ Սելավմաստարա, Քասախ և Կարկաչուն: Տվյալ տարածքների ստորերկրյա ջրերի և դրանց բաշխվածության՝ ըստ տեղանքի բարձրության ճշգրտումը թույլ է տվել որոշել նաև ջրառների տեղադրման (հորատանցքային և կապտաժային) բարենպաստ տեղամասերը: Նախկինում առանձին մասնագետների կողմից [8, 61] կատարված են Սելավմաստարա, Քասախ և Կարկաչուն գետերի ջրավազանների ջրային հաշվեկշռային հաշվարկների՝ մթնոլորտային տեղումների, գետային հոսքի, գոլորշիացման, ջրամատակարարման և ջրարբիացման մեծությունների որոշման ժամանակ, ընդունված է եղել ժամանակակից և հին (պալեո) ջրբաժանների համընկնումը, մինչդեռ այն չի համապատասխանում տարածքների իրական վիճակներին:

Օգտագործելով ուսումնասիրությունների մեր նյութերը և հաշվի առնելով առաջին հերթին խոշոր գետավազանների ժամանակակից ու հին (թաղված) ջրբաժանների կապը և տարածքների հնառելիեֆի ճշգրտված կառուցվածքը, մեր կողմից ներքո բերված են Արագածի լեռնազանգվածի խոշոր գետերի ջրավառ ավազանների ջրահաշվեկշռի բաղադրիչները և, առաջին հերթին, խորքային հոսքի մեծություններն ու տարածական բաշխվածությունը:

3.2. Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան

3.2.1 Ժամանակակից ջրհավաք ավազանի ջրահաշվեկշռի բաղադրիչների որոշում

Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազանում, քարտեզագրված է ժամանակակից և հին ջրբաժանների տարածքային ամենամեծ շեղումը (նկար 3.1):



- ① Սելավմաստարա գետի ժամանակակից ջրհավաք ավազան
- ② Քասախ գետի ժամանակակից ջրհավաք ավազան
- ③ Կարկաչուն գետի ժամանակակից ջրհավաք ավազան
- ▨ "Ինվերսիոն" տարածքներ

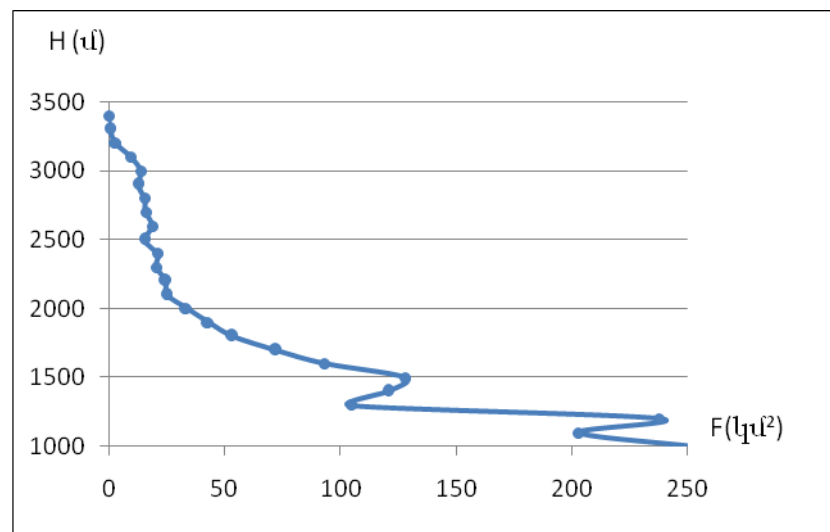
Նկար 3.1 Արագածի լեռնազանգվածի խոշոր գետերի ջրհավաք ավազանների ժամանակակից և "ինվերսիոն" մակերեսները, 2015թ (բնօրինակի մասշտաբը 1:100000)

Տվյալ տարածքի ջրահաշվեկշռային բաղադրիչների մեծությունների որոշման (գնահատման) խնդիրը քննարկված է համեմատաբար մանրամասն՝

- տարածքի ջրային հաշվեկշիռը բերված է ժամանակակից (աշխարհագրական) ջրհավաք ավազանի համար [8],

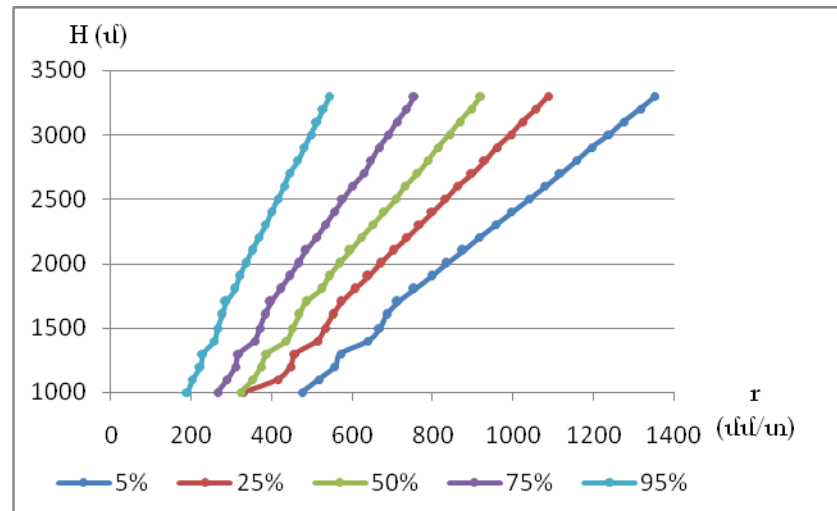
- առաջին անգամ կատարված է ջրահաշվեկշռի հաշվարկ հնառելիեֆի ՚ինվերսիոն՝ տարածքի համար:

Մթնոլորտային տեղումները գետավազանում - Արագած լեռան հարավ-արևմտյան լանջում տեղակայված գետավազաններում մթնոլորտային տեղումները բաժանվում են՝ Մաստարա հեղեղատի տարածքի համար՝ մակերեսը 1458,35կմ² և Ախուրյանի գետավազանի տարածքի համար՝ մակերեսը 78,15կմ² [8]: Նշված գումարային մակերեսների (1536,5 կմ²) բաշխումն ըստ բարձրության բերված է նկար 3.2-ում: Միջին տարեկան տեղումներն ըստ տեղանքի բարձրությունների բերված են նկար 3.3-ում:



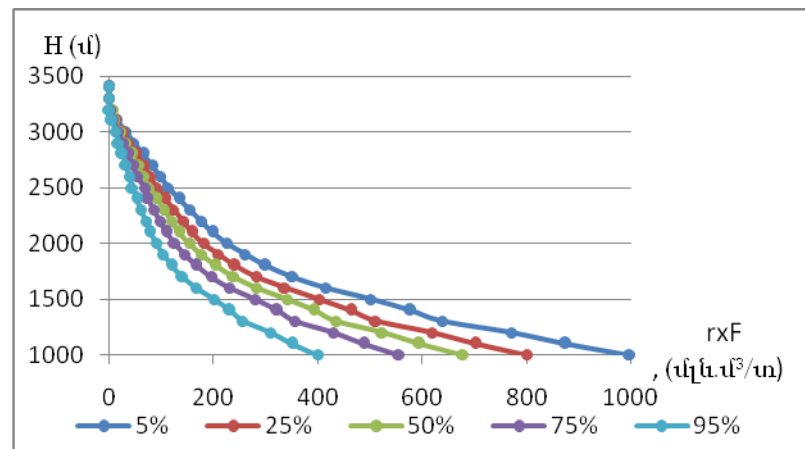
Նկար 3.2 Մակերեսների բաշխումն ըստ բարձրության, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազանի (1536,50 կմ²) մթնոլորտային տեղումների գումարային փոփոխումն ըստ տարբեր բարձրությունների և տարբեր ապահովվածությունների բերված է նկար 3.4-ում:



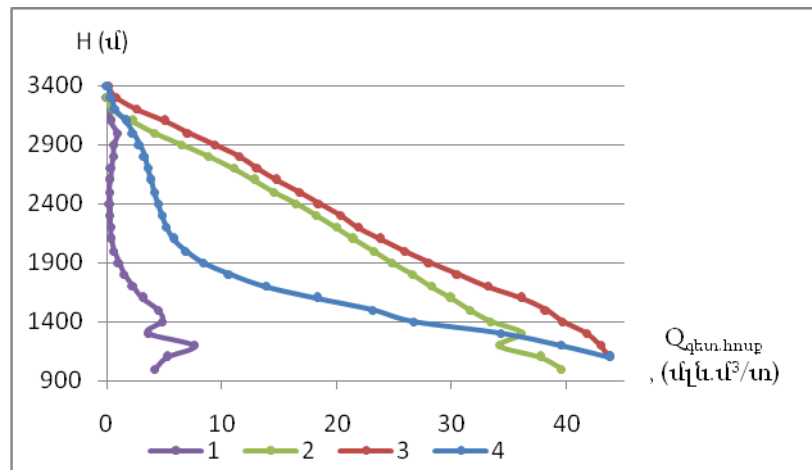
Նկար 3.3 Մթնոլորտային տեղումներն ըստ բարձրության՝ տարբեր ապահովվածությունների դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

Գետային և աղբյուրային հոսքերի գնահատումը - Գետային և աղբյուրային գումարային հոսքը գնահատված է տարածքի վերին նիշերից և բաշխվում է անընդմեջ աճող մեծություններով՝ 0,12-ից հասնելով 43,76 մլն.մ³/տարի մեծությունների:



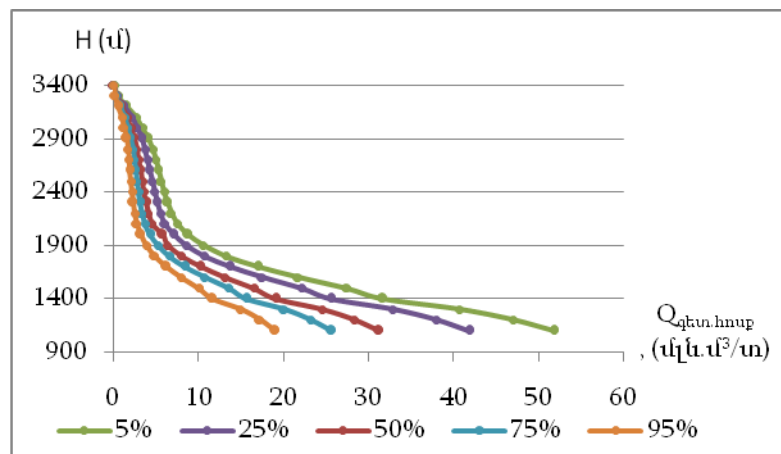
Նկար 3.4 Մթնոլորտային տեղումների գումարային աճի փոփոխումն ըստ բարձրության տարբեր ապահովվածությունների դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

Հոսքի աճող գումարներն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության համար բերված են նկար 3.5-ում:

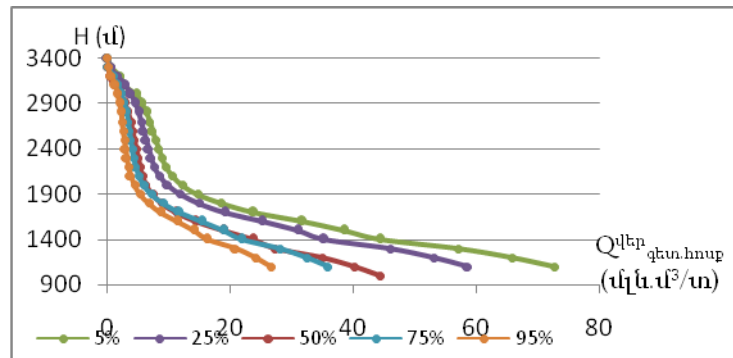


Նկար 3.5 Բնական գետային հոսքը (1), աղբյուրային հոսքը (2), գետային ու աղբյուրային գումարային հոսքը (3) և դրա աճող գումարներն (4) ըստ տարբեր բարձրությունների 50% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

Գնահատված են նաև գետային բնական հոսքի և վերականգնված գետային հոսքի աճող գումարներն (նկարներ 3.6 և 3.7) ըստ բարձրությունների և մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքում:



Նկար 3.6 Բնական գետային հոսքի աճող գումարի փոփոխությունն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

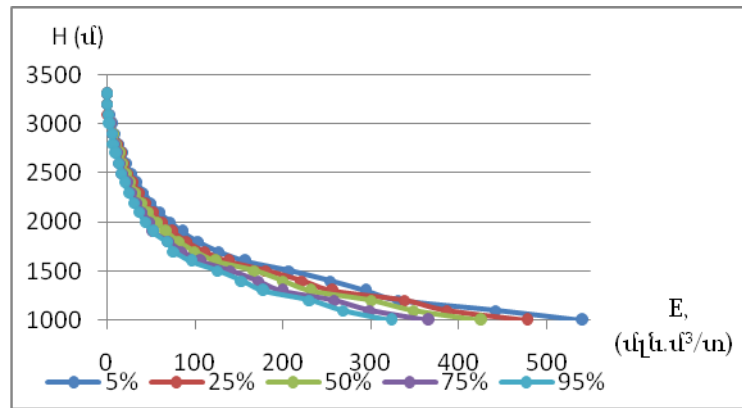


Նկար 3.7 Գետային վերականգնված հոսքի աճող գումարի փոփոխությունն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

Ոռոգման ու ջրամատակարարման գործոնների գնահատում - Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազանում ամենամեծ ոռոգվող հողատարածությունները տաղաբաշխված են Թալինի և Բաղրամյանի շրջանների 2150÷1000մ բարձրություններում: Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան ոռոգվող ամբողջ տարածքը կազմում է 12,23 հազ.հա, որից 3,37 հազ.հա՝ Թալինի, իսկ 3,86 հազ.հա՝ Բաղրամյանի շրջաններում: Ընդհանուր ջրառը գնահատված է 158,40 մլն.մ³/տարի: Այդ ծավալից 19,00 մլն.մ³/տարի ջուրը վերցվում է Մաստարա հեղեղատից: Մնացածը վերցվում է ջրամբարներից (շուրջ 10,5 մլն.մ³/տարի) և աղբյուրներից առաջացած այն ջրերի հաշվին, որոնք չեն կուտակվում ջրամբարներում:

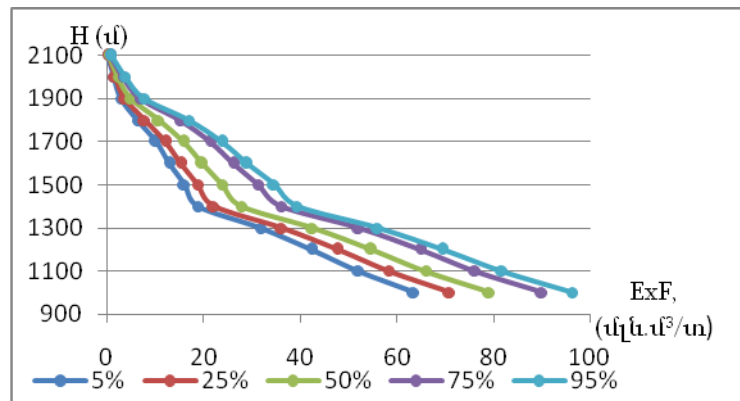
Հետազոտվող տարածքի բարձրադիր նիշերում (3400-2500մ) աղբյուրներից առաջացած 128,2լ/վրկ կամ 4,08 մլն.մ³/տարի հոսքն օգտագործվում է իրեն տարածքում ջրամատակարարման նպատակներով, իսկ 11լ/վրկ կամ 0,35 մլն.մ³/տարի արտամղվում է դեպի Անիի շրջանի տարածք:

Գոլորշիացման գնահատումը գետավազանում - Հետազոտվող տարածքի պայմաններում բնական գոլորշիացումը, որը որոշվել է Կոնստանտինովի մեթոդով [51], տատանվում է 170÷355մմ/տարի սահմաններում մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, որի աճող գումարը լանջի 1000մ նիշում կազմում է 426,6 մլն.մ³/տարի (նկ. 3.8):

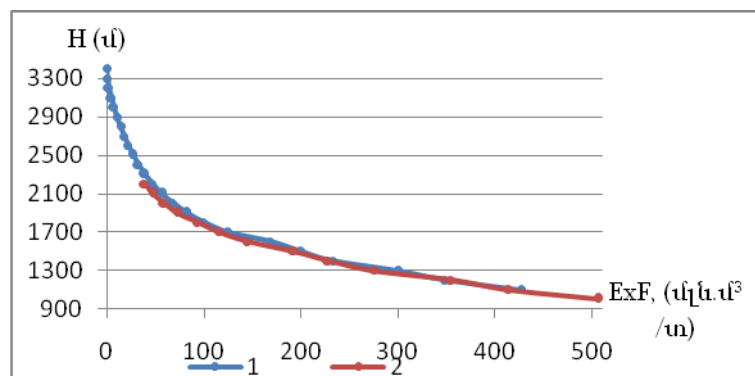


Նկար 3.8. Բնական գոլորշիացումն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ

:



Նկար 3.9 Գոլորշիացման աճող գումարը ոռոգվող տարածքներից ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.



Նկար 3.10 Բնական (1) և փաստացի (2) գոլորշիացումներն ըստ տարբեր բարձրությունների և մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

Գոլորշիացման աճող գումարները ոռոգվող տարածքներից մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքում բերված է նկար 3.9-ում:

Նկար 3.10-ում պատկերված են բնական և փաստացի գոլորշիացումներն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում:

խորքային հոսքի գնահատում - Հետազոտված տարածքում խորքային բնական հոսքը ձևավորվում է ի հաշիվ լրիվ և գետային բնական հոսքերի և այն որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$Q_{\text{խորքային}} = Q_{\text{բնական}} - Q_{\text{գետային}} \quad (3.1)$$

որտեղ $Q_{\text{խորքային}}$ - խորքային բնական հոսքն է, $Q_{\text{բնական}}$ - լրիվ բնական հոսքն է, $Q_{\text{գետային}}$ - գետային բնական հոսքն է:

Բանաձևից հետևում է, որ խորքային բնական հոսքի որոշման համար անհրաժեշտ է բացի գետային բնական հոսքից, ունենալ նաև լրիվ բնական հոսքը.

$$Q_{\text{բնական}} = r - E^{\text{բնակ}} \quad (3.2)$$

որտեղ r - մթնոլորտային տեղումներն են, $E^{\text{բնակ}}$ - բնական գոլորշիացումը: 3.1 և 3.2 արտահայտություններից ստացվում է.

$$Q_{\text{խորքային}} = r - E^{\text{բնակ}} - Q_{\text{գետային}} \quad (3.3)$$

Վերականգնված գետային հոսքը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$Q_{\text{վերականգնված}} = Q_{\text{բնական}} + Q_{\text{գետային}} + Q_{\text{հետազոտվող տարածքից հաշվառքային ջրառը}} + Q_{\text{ջրամատակարարման հոսքը}} \quad (3.4)$$

որտեղ $Q_{\text{բնական}}$ - չափված գետային հոսքը (43,76 մլն.մ³/տարի)

$Q_{\text{գետային}}$ - հետազոտվող տարածքից հաշվառքային ջրառը (19,00 մլն.մ³/տարի)

$Q_{\text{հետազոտվող տարածքից սպասվող դուրս եկող ջրամատակարարման հոսքը}}$ (0,35 մլն.մ³/տարի)

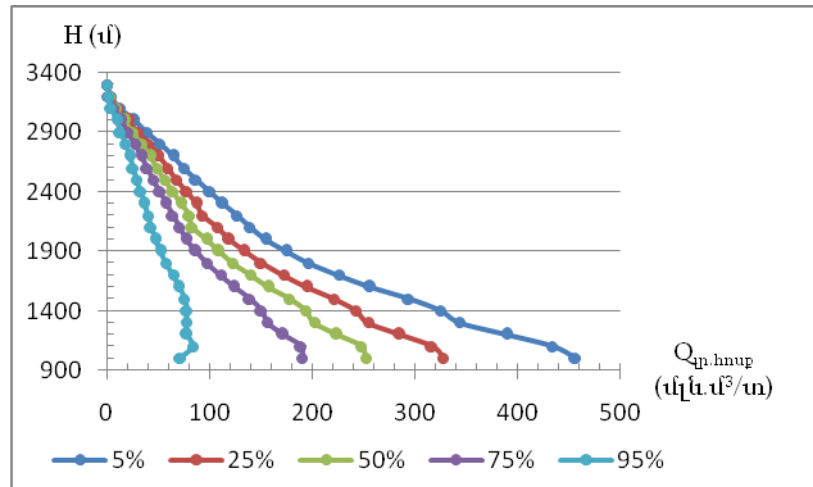
$Q_{\text{ջրամատակարարման հոսքը}}$ - ծծանցման կորուստներ տարածքի ջրամբարից (10,5 մլն.մ³/տարի)

Այսպիսով

$$Q_{\text{վերականգնված}} = 43,76 + 19,00 + 10,5 + 0,35 = 73,61 \text{ մլն.մ}^3 / \text{տարի} = 2,83 \text{ մ}^3 / \text{վայր}$$

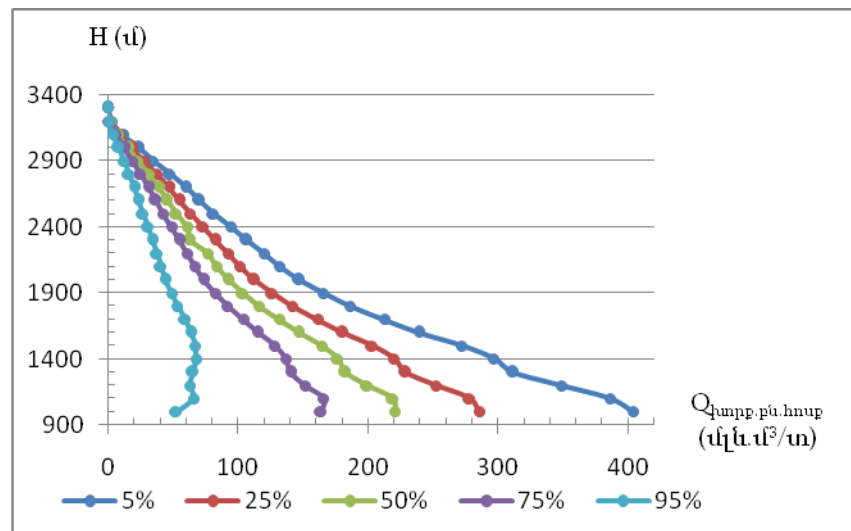
Մթնոլորտային տեղումների և բնական գոլորշիացման մեծությունների օգնությամբ որոշված են հետազոտվող տարածքների բնական լրիվ հոսքն ըստ

բարձրությունների և մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների (նկար 3.11):



Նկար 3.11 Բնական լրիվ հոսքի փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

Նկար 3.12-ում բերված է խորքային բնական հոսքը՝ մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքում, ստացված 3.1 արտահայտությունից։



Նկար 3.12 Խորքային բնական հոսքն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

Խորքային հոսքի արհեստական համալրում - Հետազոտվող տարածքում կատարվում է խորքային ջրերի դինամիկ պաշարների արհեստական համալրում

ջրատնտեսական կառույցներից՝ ոռոգման ցանցից, ջրամբարներից, տարածքի ջրամատակարարման ցանցից (մոտ 5%-ի չափով) [24, 99]: Հետևաբար.

$$Q_{\text{ջրատնտեսական կառույցներից}} = 0,5Q_{\text{ջրամբարներից}} + Q_{\text{ջրամատակարարման ցանցից}} + 0,05Q_{\text{ջրատնտեսական կառույցներից}} = 0,5 \cdot 158,4 + 10,5 + 0,05 \cdot 0,35 = 89,72 \frac{\text{մ}^3}{\text{վ}} \quad Q_{\text{ջրատնտեսական կառույցներից}} = 2,84 \frac{\text{մ}^3}{\text{վ}}$$

(3.5)

Այսպիսով, տարածքի խորքային ջրերը արհեստական ճանապարհով կարող են համալրվել շուրջ 90մլն.մ³/տարի ջրի ծավալով՝ մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում:

խորքային փոփոխված հոսք - Հետազոտվող տարածքի խորքային փոփոխված հոսքը որոշվել է հետևյալ արտահայտությունից.

$$Q_{\text{խորքային փոփոխված հոսք}} = r + Q_{\text{ջրամբարներից}} - E - Q_{\text{ջրամատակարարման ցանցից}} - Q_{\text{ջրատնտեսական կառույցներից}} \quad (3.6)$$

որտեղ՝ r – մթնոլորտային տեղումներ,

$Q_{\text{ջրամբարներից}}$ – ընդհանուր ջրառ,

E – գոլորշիացում.

$$E = E_{\text{ջրամբարներից}} + 0,5Q_{\text{ջրամբարներից}} \quad (3.7)$$

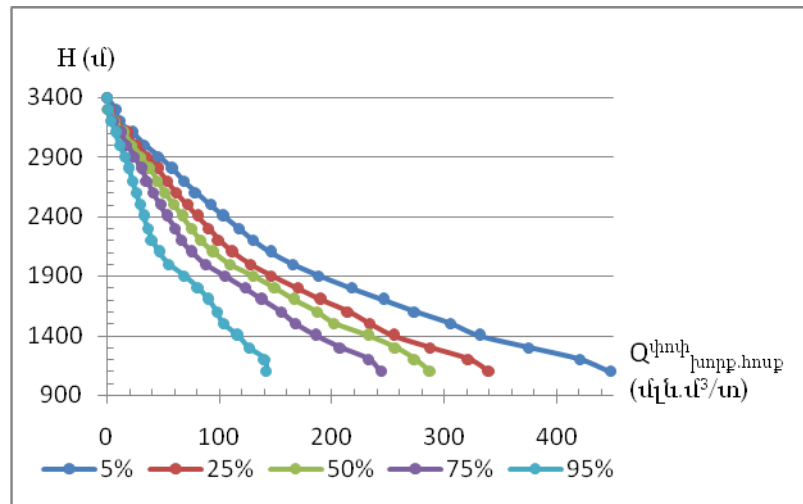
$Q_{\text{ջրամբարներից}}$ – չափված գետային հոսք,

$Q_{\text{ջրամատակարարման ցանցից}}$ – ջրամատակարարման նպատակով տարածքից դուրս եկող ջրի ծավալ և

$Q_{\text{ջրատնտեսական կառույցներից}}$ – ծծանցման կորուստներ տարածքի սահմաններում:

Տարածքի յուրաքանչյուր 100մ բարձրության համար գնահատվել է խորքային հոսքի փոփոխումը մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքում (հավելվածներ 2 – 6, նկար 3.13):

Այսպիսով, համաձայն ժամանակակից ջրբաժանի ռելիեֆի կառուցվածքի, Սելավմաստարա հեղեղատի ջրհավաք ավազանում մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում սպասվում է 288մլն.մ³/տարի խորքային հոսք:



Նկար 3.13 Խորքային փոփոխված հոսքն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

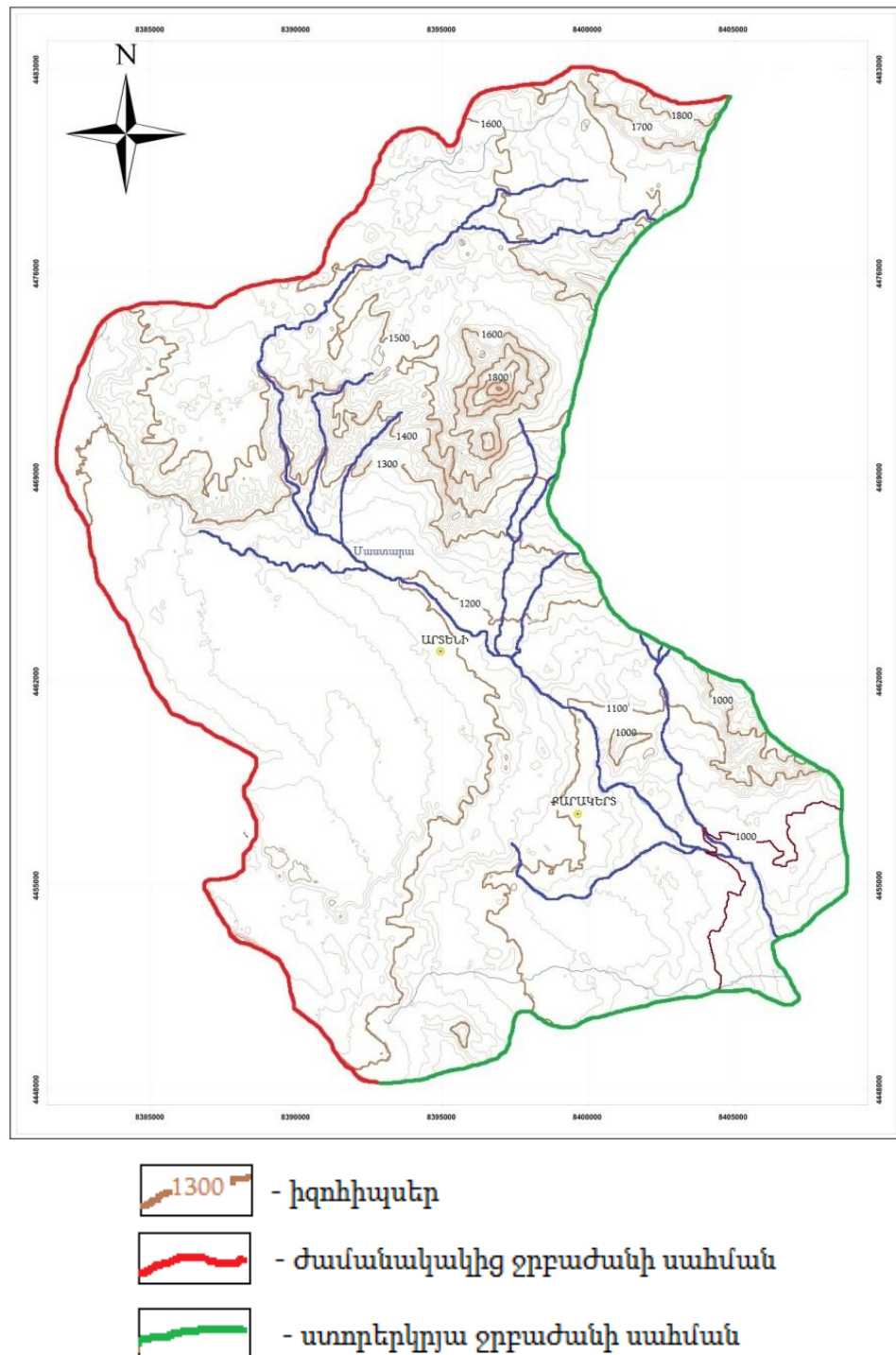
3.2.2. Ջրհավաք ավազանի "ինվերսիոն" տարածքի խորքային հոսքի մեծության և տարածական բաշխվածության ճշգրտում

Տվյալ ենթաբաժնում առաջին անգամ որոշված է Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան խորքային հոսքի մեծությունը և տարածական բաշխվածությունը համաձայն քարտեզագրված "ինվերսիոն" տարածքի (նկար 3.14):

Ըստ ստացված ջրաերկրաբանական նոր տվյալների Սելավմաստարա հեղեղատի այդ տարածքը զբաղեցնում է մոտ 558,5 կմ² մակերես: Հետևաբար այստեղ ձևավորվող խորքային (ստորերկրյա) ջրերի ծավալները պետք է տարանջատել վերը հաշվարկված խորքային (288մլն.մ³/տարի) հոսքի ծավալներից: Հետազոտվող տարածքն ըստ բարձրության գտնվում է 2000÷1000մ նիշերում և ունի հետևյալ ջրաբանական ցուցանիշները:

Մթնոլորտային տեղումներ – Դրանք 5, 25, 50, 75 և 95 % ապահովվածությունների դեպքերում տատանվում են 542÷328մմ/տարի սահմաններում, իսկ աճող գումարները 1900-ից մինչև 1000 մ նիշերում տարբեր ապահովվածությունների դեպքում հավասար են 322,4 ÷129,4 մլն.մ³/տարի (աղյ. 3.1, նկար 3.15):

Գետային հոսք – Այն 1900÷1400 և 1400÷1000 նիշերում փոփոխվում է համապատասխանաբար 24÷36 և 36÷16 մմ/տարի, իսկ աճող գումարները 28,1÷10,3 մլն.մ³/տարի սահմաններում մթնոլորտային տեղումների համապատասխանաբար 5, 25, 50, 75 և 95 % ապահովվածությունների դեպքերում (աղյ. 3.2):

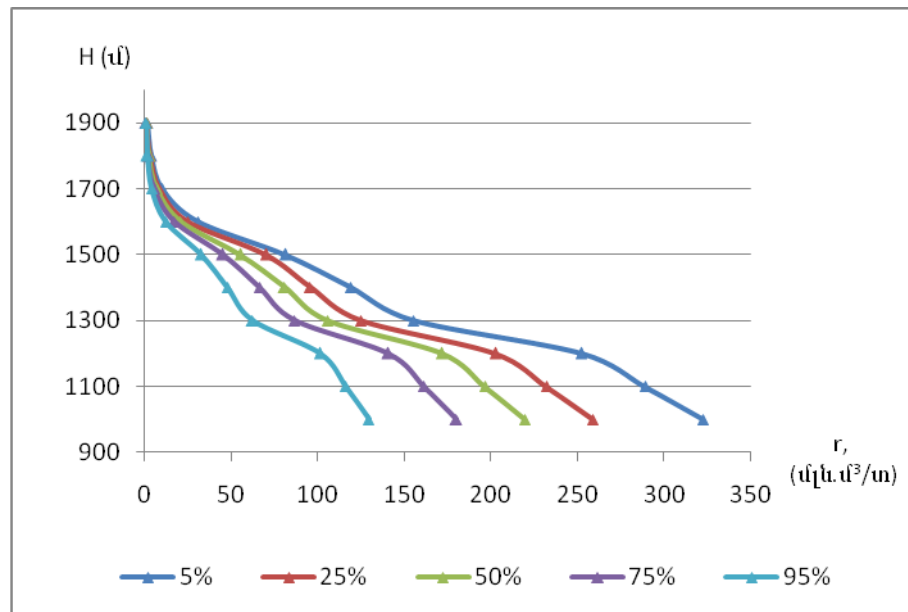


Նկար 3.14 Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազանի "ինվերսիոն" տարածք, 2015թ.
(քարտեզի բնօրինակի մասշտաբը 1:50000)

Մթնոլորտային տեղումներն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների, Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.1

Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ ²	Մթնոլորտային տեղումներ, մմ/տարի	Անող գումարն ըստ ապահովվածության, %				
			5	25	50	75	95
1900	2,00	542	1,59	1,27	1,08	0,89	0,64
1800	2,75	513	3,66	2,94	2,49	2,04	1,47
1700	9,00	485	10,08	8,09	6,86	5,63	4,05
1600	30,00	467	30,68	24,63	20,87	17,11	12,31
1500	75,75	451	80,89	69,94	55,03	45,12	32,47
1400	59,25	435	118,78	95,34	80,80	66,26	47,67
1300	63,75	388	155,14	124,54	105,54	86,54	62,27
1200	174,75	378	252,25	202,49	171,60	149,71	101,24
1100	71,25	352	289,12	232,03	196,68	161,28	116,04
1000	70,00	328	322,36	258,76	219,29	179,82	129,38
Ընդամ.	558,50	433	322,36	258,76	219,29	179,82	129,38
մ ³ /վրկ	-	-	10,20	8,19	6,94	5,69	4,09



Նկար 3.15 Մթնոլորտային տեղումներն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների, Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Գետային հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների,
Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.2

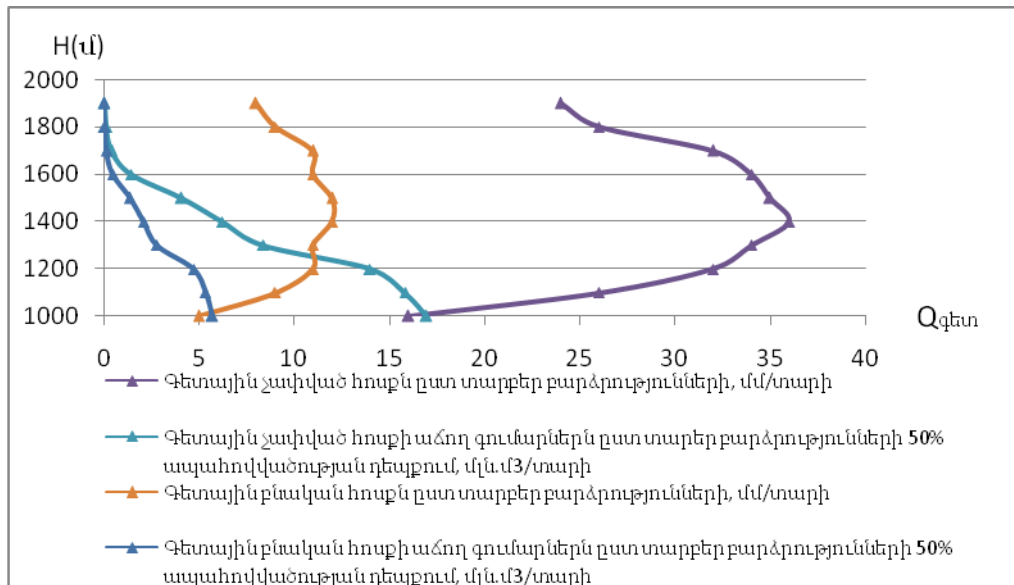
Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ²	Գետային չափ. հոսք, մմ/տարի	Աճող գումարն ըստ ապահովվածության, %				
			5	25	50	75	95
1900	2,00	24	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03
1800	2,75	28	0,22	0,17	0,13	0,11	0,08
1700	9,00	32	0,70	0,56	0,42	0,34	0,26
1600	30,00	34	2,39	1,93	1,44	1,18	0,88
1500	75,75	35	6,79	5,48	4,09	3,35	2,49
1400	59,25	36	10,33	8,33	6,22	5,10	3,79
1300	63,75	34	13,93	11,24	8,39	6,88	5,12
1200	174,75	32	23,21	18,73	13,98	11,46	8,53
1100	71,25	26	26,28	21,21	15,83	12,98	9,66
1000	70,00	16	28,14	22,71	16,95	13,90	10,34
Ընդամ.	558,50	30	28,14	22,71	16,95	13,90	10,34
մ³/վրկ	-	-	0,89	0,72	0,54	0,44	0,33

Գետային բնական հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների,
Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տ, 2015թ.

Աղյուսակ 3.3

Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ²	Գետային բնական հոսք, մմ/տարի	Աճող գումարն ըստ ապահովվածության, %				
			5	25	50	75	95
1900	2,00	8	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01
1800	2,75	9	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02
1700	9,00	11	0,23	0,19	0,14	0,11	0,09
1600	30,00	11	0,78	0,63	0,47	0,39	0,29
1500	75,75	12	2,29	1,85	1,38	1,13	0,84
1400	59,25	12	3,47	2,80	2,09	1,71	1,27
1300	63,75	11	4,63	3,74	2,79	2,29	1,70
1200	174,75	11	7,82	6,31	4,71	3,86	2,87
1100	71,25	9	8,83	7,17	5,35	4,39	3,26
1000	70,00	5	9,46	7,64	5,70	4,67	3,48
Ընդամ.	558,50	10	9,46	7,64	5,70	4,67	3,48
մ³/վրկ	-	-	0,30	0,24	0,18	0,15	0,11

Գետային բնական հոսքը – Ուսումնասիրված տարածքում 1900÷1400 նիշերում բնական հոսքն աճում է 8÷12 մմ/տարի, իսկ 1400÷1000 մ-երում՝ նվազում է մինչև 5 մմ/տարի: Դրանց աճող գումարը մինչև լանջի 1000 մ նիշը տատանվում է 9,46÷3,48 մլն.մ³/տարի սահմաններում մթնոլորտային տեղումների համապատասխանաբար 5, 25, 50, 75 և 95 % ապահովվածությունների դեպքերում (աղյ. 3.3, նկ. 3.16):



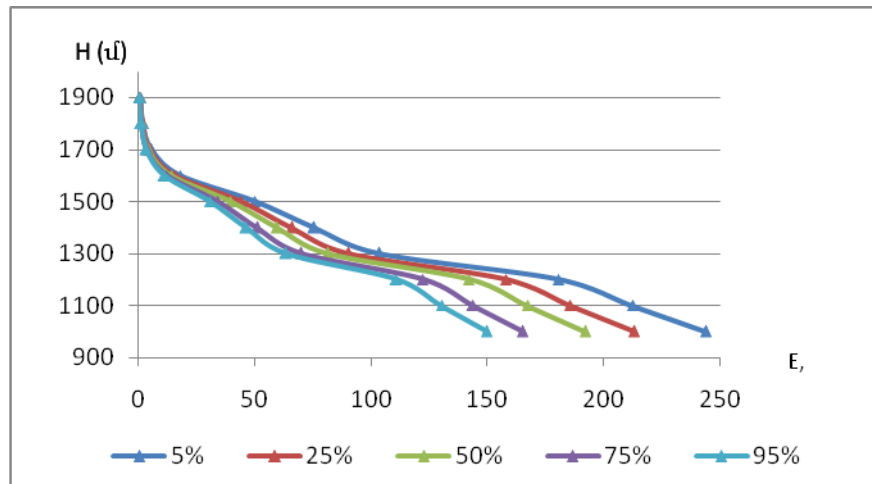
Նկար 3.16 Գետային հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների, Սելավմաստարա գետի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.

Գոլորշիացումը ուսումնասիրվող տարածքից – Այն որոշվել է հարավ-արևմտյան լանջի համար և 1900÷1000մ բարձրություններում տատանվում է 308÷355 մմ/տարի, իսկ դրանց աճող գումարը 1000 մ նիշում՝ 243,9÷149,8մլն.մ³/տարի սահմաններում մթնոլորտային տեղումների 5, 25, 50, 75 և 95 % ապահովվածությունների դեպքերում (աղյ. 3.4, նկ 3.17):

Գոլորշիացումն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների, Սելավմաստարա գետի “ինվերսիոն” տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.4

Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ²	Գոլորշիացումը, մմ/տարի	Աճող գումարն ըստ ապահովվածության, %				
			5	25	50	75	95
1900	2,00	308	0,79	0,69	0,62	0,53	0,48
1800	2,75	315	1,89	1,65	1,49	1,28	1,15
1700	9,00	321	5,56	4,86	4,38	3,77	3,42
1600	30,00	327	18,02	15,75	14,19	12,20	11,07
1500	75,75	333	50,05	43,75	39,41	33,89	30,74
1400	59,25	338	75,49	65,98	59,44	51,12	46,36
1300	63,75	343	103,26	90,25	81,31	69,93	63,42
1200	174,75	348	180,49	157,75	142,12	122,22	110,85
1100	71,25	352	212,34	185,59	167,20	143,79	130,42
1000	70,00	355	243,90	213,18	192,05	165,19	149,80
Ընդամ.	558,50	334	243,90	213,18	192,05	165,19	149,80
մ³/վրկ	-	-	7,72	6,75	6,08	5,23	4,74



Նկար 3.17 Գոլորշիացումն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների, Սելավմաստարա գետի “ինվերսիոն” տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Բնական գոլորշիացման աճող գումարը լանջի 1000մ նիշում տատանվում է 194,7÷84,6մլն.մ³/տարի սահմաններում մթնոլորտային տեղումների համապատասխանաբար 5-ից 95 % ապահովվածությունների դեպքերում (աղյ. 3.5):

Գնահատված ջրառը 1900մ միջին բարձրություններում կազմում է 0,87 մլն.մ³/տարի, 1600մ-ում՝ 2,72մլն.մ³/տարի, 1150մ-ում՝ 25,68 մլն.մ³/տարի մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում (աղյ. 3.6, նկ. 3.18):

Բնական գոլորշիացումն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների Սելավմաստարա գետի “ինվերսիոն” տարածք, մլն.մ³/տ, 2015թ.

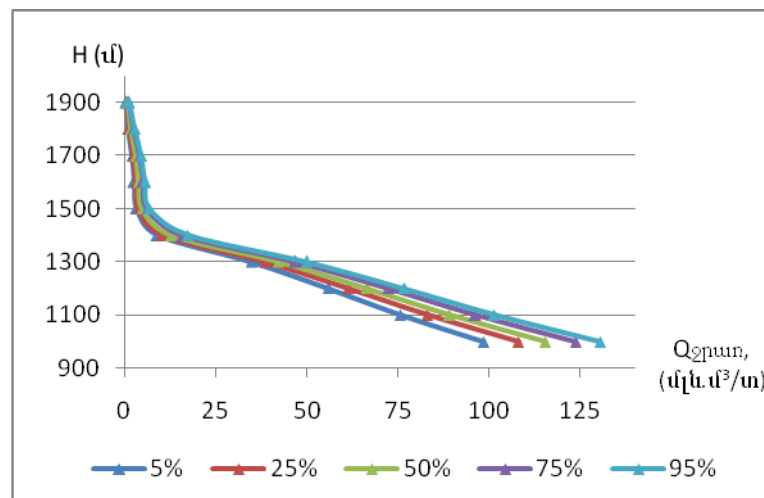
Աղյուսակ 3.5

Բարձրություն, մ	Աճող գումարն ըստ ապահովվածության, %				
	5	25	50	75	95
1900	0,55	0,40	0,22	0,19	0,17
1800	1,37	1,02	0,62	0,53	0,48
1700	4,53	3,64	2,82	1,69	1,12
1600	16,72	14,23	12,26	9,67	8,27
1500	48,41	41,83	37,00	30,77	27,31
1400	71,00	60,78	53,14	43,20	37,70
1300	85,88	70,97	60,19	46,45	38,46
1200	152,49	126,89	108,80	85,94	72,47
1100	174,60	144,09	122,68	95,75	79,72
1000	194,72	159,18	134,38	103,30	84,64
Ընդամ.	194,72	159,18	134,38	103,30	84,64
մ ³ /վրկ	6,16	5,04	4,25	3,27	2,68

Գնահատված ջրառն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների,
Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.6

Ոռոգման գոտի	Միջին բարձր.,մ	Ըստ ապահովվածության, %				
		5	25	50	75	95
I	1950	0,48	0.58	0.8	1.13	1.26
	1875	0,57	0.69	0.95	1.34	1.5
	1900	0,52	0.64	0.87	1.23	1.37
II	1750	1,01	1.16	1.38	1.7	1.85
	1650	0,53	0.61	0.73	0.9	0.98
	1550	0,69	0.8	0.95	1.17	1.27
	1400	5,69	6.55	7.8	9.59	10.45
	1600	1,99	2.2	2.72	3.35	3.64
III	1300	25,79	28.16	29.64	31.12	32.6
	1200	21,23	23.18	24.4	25.62	26.34
	1100	19,49	21.38	22.4	23.52	24.64
	1025	22,83	24.99	26.3	27.62	28.93
	1150	22,34	24.4	25.68	26.96	23.25
	-	98.36	108.00	115.35	123.71	130.32
	1480	9.34	10.3	11.54	12.37	13.03



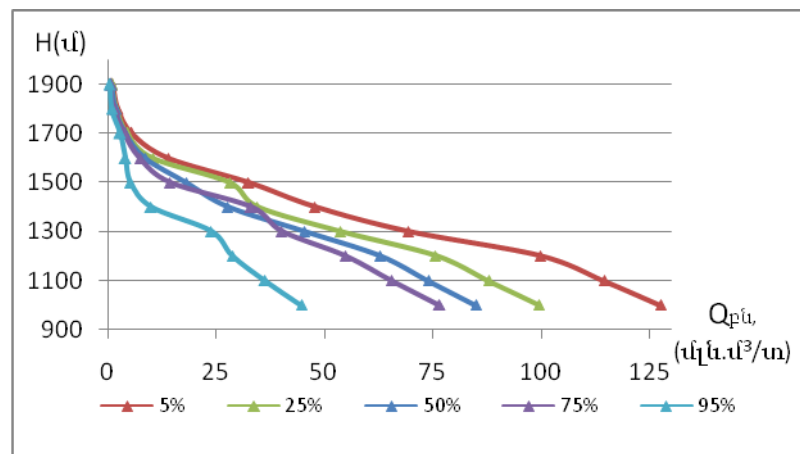
Նկար 3.18 Ջրառն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների,
Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Լրիվ բնական հոսքը - լանջի 1000մ նիշում դա տատանվում է 127,66÷44,7 մլն.մ³/տարի սահմաններում մթնոլորտային տեղումների համապատասխանաբար 5, 25, 50, 75 և 95 % ապահովվածության դեպքերում (աղյ. 3.7, նկ. 3.19):

Լրիվ բնական հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների,
Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.7

Բարձրություն, մ	Աճող գումարն ըստ ապահովվածության, %				
	5	25	50	75	95
1900	1,04	0,87	0,86	0,70	0,47
1800	2,29	1,92	1,87	1,51	0,99
1700	5,55	4,45	4,04	3,94	2,93
1600	13,96	10,40	8,61	7,44	4,04
1500	32,48	28,11	18,03	14,35	5,16
1400	47,78	34,56	27,66	33,06	9,97
1300	69,26	53,57	45,35	40,09	23,81
1200	99,76	75,60	62,80	54,77	28,77
1100	114,52	87,99	74,00	65,53	36,32
1000	127,64	99,58	84,91	76,52	44,74
Ընդամ.	127,64	99,58	84,91	76,52	44,74
մ ³ /վրկ	4,04	3,15	2,69	2,42	1,41



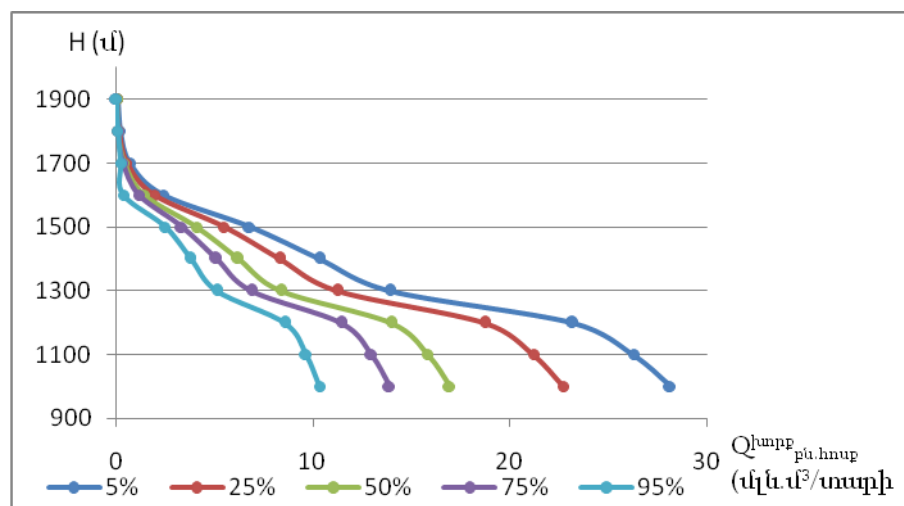
Նկար 3.19 Լրիվ բնական հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների, Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

խորքային բնական հոսքը – Նշենք, որ լրիվ բնական, խորքային բնական ու խորքային փոփոխված հոսքերի հաշվարկման բացատրությունները շարադրված են 3.1.1 ենթաբաժնում: Ուստի խորքային *բնական հոսքի* աճող գումարի համար լանջի 1000մ նիշում սպասվող տատանումը 118,2, 91,9, 79,2, 71,9 և 41,3 մլն.մ³/տարի է, մթնոլորտային տեղումների համապատասխանաբար 5-ից 95 % ապահովվածությունների դեպքերում (աղյ. 3.8, նկ. 3.20):

Խորքային բնական հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների և ապահովվածությունների, Սելավմաստարա գետի “ինվերսիոն” տարածք, մլն.մ³/տ, 2015թ.

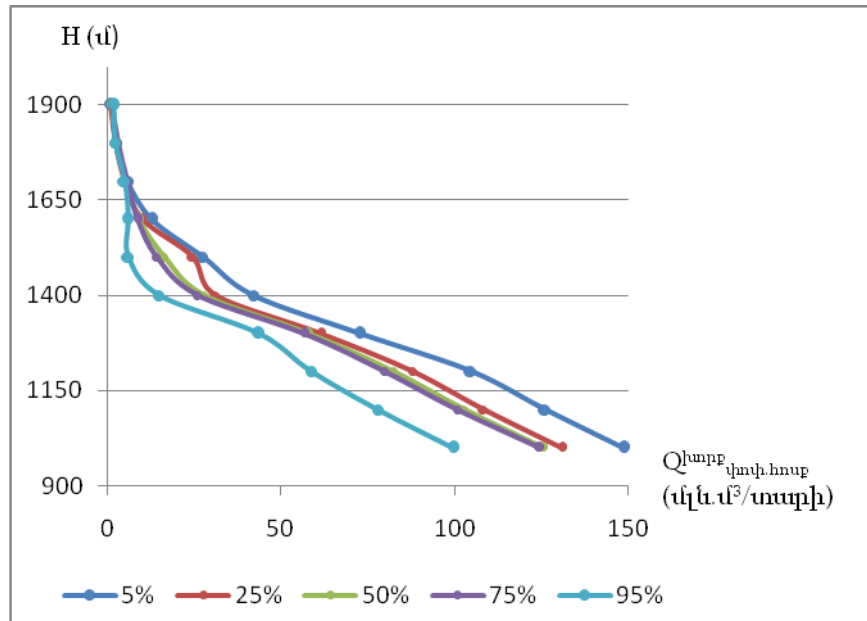
Աղյուսակ 3.8

Բարձրություն, մ	Աճող գումարն ըստ ապահովվածության, %				
	5	25	50	75	95
1900	1,01	0,84	0,84	0,68	0,46
1800	2,22	1,87	1,83	1,48	0,97
1700	5,32	4,26	3,90	3,83	2,84
1600	13,18	9,77	8,14	7,05	3,75
1500	30,19	26,26	16,65	13,22	4,32
1400	44,31	31,76	25,57	21,35	8,70
1300	64,63	49,83	42,56	37,80	22,11
1200	91,94	69,29	58,09	50,91	25,90
1100	105,69	80,82	68,65	61,14	33,06
1000	118,18	91,94	79,21	71,85	41,26
Ընդամ.	118,18	91,94	79,21	71,85	41,26
մ ³ /վրկ	3,74	2,91	2,51	2,27	1,30



Նկար 3.20 Խորքային բնական հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքում, Սելավմաստարա գետի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.

Խորքային փոփոխված հոսքի աճող գումարը լանջի ցածրադիր 1000մ նիշում տատանվում է 148,7, 130,9, 125,6, 124,5 և 99,6 մլն.մ³/տարի սահմաններում մթնոլորտային տեղումների համապատասխանաբար 5, 25, 50, 75 և 95 % ապահովվածությունների դեպքերում (աղյ. 3.9-ից 3.13; նկար 3.21):



Նկար 3.21 Խորքային փոփոխված հոսքն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների, Սելավմաստարա գետի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.

Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների (հաշվի առած ոռոգումն ու ջրամատակարարումը) մթնոլորտային տեղումների 5% ապահովվածության դեպքում Սելավմաստարա գետի “ինվերսիոն” տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.9

Բարձրությունը, մ	Մթնոլորտային տեղումներ	Ջրառ	Գոլորշիացում	Գետային հոսք	Խորքային փոփոխվ. հոսք
1900	1,59	0,48	0,79	0,08	1,20
1800	3,66	1,05	1,89	0,22	2,60
1700	10,08	2,06	5,56	0,70	5,88
1600	30,68	2,59	18,02	2,39	12,86
1500	80,89	3,28	50,05	6,79	27,33
1400	118,78	8,97	75,49	10,33	41,93
1300	155,14	34,76	103,26	13,93	72,71
1200	252,25	55,99	180,49	23,21	104,54
1100	289,12	75,48	212,34	26,28	125,98
1000	322,36	98,36	243,90	28,14	148,68
Ընդամենը	322,36	98,36	243,90	28,14	148,68
մ³/վրկ	10,20	3,11	7,72	0,89	4,70

Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների (հաշվի առած ոռոգումն ու ջրամատակարարումը) մթնոլորտային տեղումների 25% ապահովվածության դեպքում Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.10

Բարձրությունը, մ	Մթնոլորտային տեղումներ	Ջրառ	Գոլորշիացում	Գետային հոսք	Խորքային փոփոխվ.հոսք
1900	1,27	0,58	0,59	0,07	1,09
1800	2,94	1,27	1,65	0,17	2,39
1700	8,09	2,43	4,86	0,56	5,10
1600	24,63	3,04	15,75	1,93	9,99
1500	69,94	3,84	43,75	5,48	24,55
1400	95,34	10,39	65,93	8,33	31,12
1300	124,54	38,55	90,25	11,24	61,60
1200	202,49	61,73	157,75	18,73	87,74
1100	232,08	83,01	185,59	21,21	108,29
1000	258,76	108,00	213,13	22,71	130,87
Ընդամենը	258,76	108,00	213,13	22,71	130,87
մ ³ /վրկ	8,19	3,42	6,75	0,72	4,14

Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների (հաշվի առած ոռոգումն ու ջրամատակարարումը) մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.11

Բարձրությունը, մ	Մթնոլորտային տեղումներ	Ջրառ	Գոլորշիացում	Գետային հոսք	Խորքային փոփոխվ.հոսք
1900	1,08	0,80	0,62	0,05	1,21
1800	2,49	1,75	1,49	0,13	2,62
1700	6,86	3,13	4,33	0,42	5,19
1600	20,87	3,86	14,19	1,44	9,10
1500	55,03	4,81	39,41	4,09	16,34
1400	80,80	12,61	59,44	6,22	27,75
1300	105,54	42,25	81,31	8,39	58,09
1200	171,60	66,65	142,12	13,98	82,15
1100	196,68	89,05	167,20	15,83	102,70
1000	219,29	115,35	192,05	16,95	125,64
Ընդամենը	219,29	115,35	192,05	16,95	125,64
մ ³ /վրկ	6,94	3,65	6,08	0,54	3,97

Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների (հաշվի առած ոռոգումն ու ջրամատակարարումը) մթնոլորտային տեղումների 75% ապահովվածության դեպքում Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.12

Բարձրությունը, մ	Մթնոլորտային տեղումներ	Ջրառ	Գոլորշիացում	Գետային հոսք	Խորքային փոփոխվ.հոսք
1900	0,89	1,13	0,53	0,04	1,45
1800	2,04	2,47	1,23	0,11	3,12
1700	5,68	4,17	3,77	0,34	5,69
1600	17,11	5,07	12,20	1,18	8,80
1500	45,12	6,24	33,89	3,35	14,12
1400	66,26	15,83	51,12	5,10	25,87
1300	86,54	46,95	69,98	6,88	56,68
1200	140,71	72,57	122,22	11,46	79,60
1100	161,28	96,09	143,79	12,98	100,60
1000	179,82	123,71	165,16	13,90	124,47
Ընդամենը	179,82	123,71	165,16	13,90	124,47
մ ³ /վրկ	5,69	3,91	5,23	0,44	3,98

Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների (հաշվի առած ոռոգումն ու ջրամատակարարումը) մթնոլորտային տեղումների 95% ապահովվածության դեպքում Սելավմաստարա գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

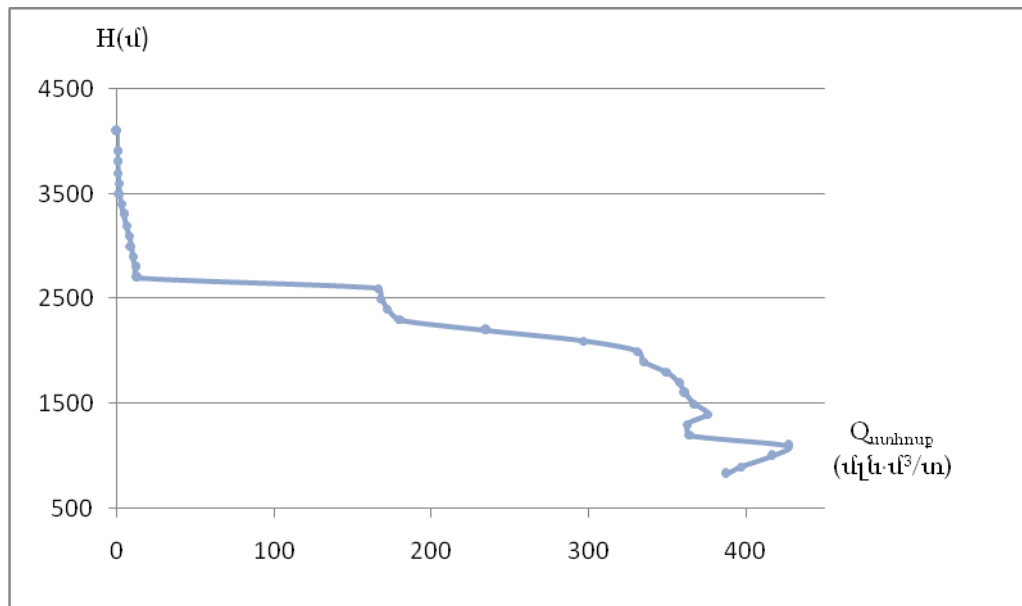
Աղյուսակ 3.13

Բարձրությունը, մ	Մթնոլորտային տեղումներ	Ջրառ	Գոլորշիացում	Գետային հոսք	Խորքային փոփոխվ.հոսք
1900	0,64	1,26	0,48	0,03	1,89
1800	1,47	2,76	1,16	0,08	2,29
1700	4,05	4,61	3,42	0,26	4,98
1600	12,31	5,59	11,07	0,38	5,95
1500	32,47	6,86	30,74	2,49	6,10
1400	47,67	17,31	46,36	3,79	14,83
1300	62,27	49,91	63,42	5,12	43,64
1200	101,24	76,75	110,85	8,58	58,61
1100	116,04	101,39	130,42	9,66	77,85
1000	129,38	130,32	149,80	10,34	99,56
Ընդամենը	129,38	130,32	149,80	10,34	99,56
մ ³ /վրկ	4,09	4,12	4,74	0,88	3,14

3.3. Քասախ գետի ջրհավաք ավազան

3.3.1 Ժամանակակից ջրհավաք ավազանի ջրահաշվեկշռի բաղադրիչների որոշում

Տվյալ բաժնում բերված են Քասախ գետավազանի (1480 կմ²) համար Բ.Պ.Մնացականյանի կողմից արված ջրահաշվեկշռի բաղադրիչների արժեքներն ըստ տարբեր բարձրությունների և մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության (տես աղյուսակ 3.14): Նկար 3.22-ում ներկայացվում է ստորերկրյա հոսքի փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում [8]:



Նկար 3.22 Փոփոխված ստորերկրյա հոսքի բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության, Քասախ գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

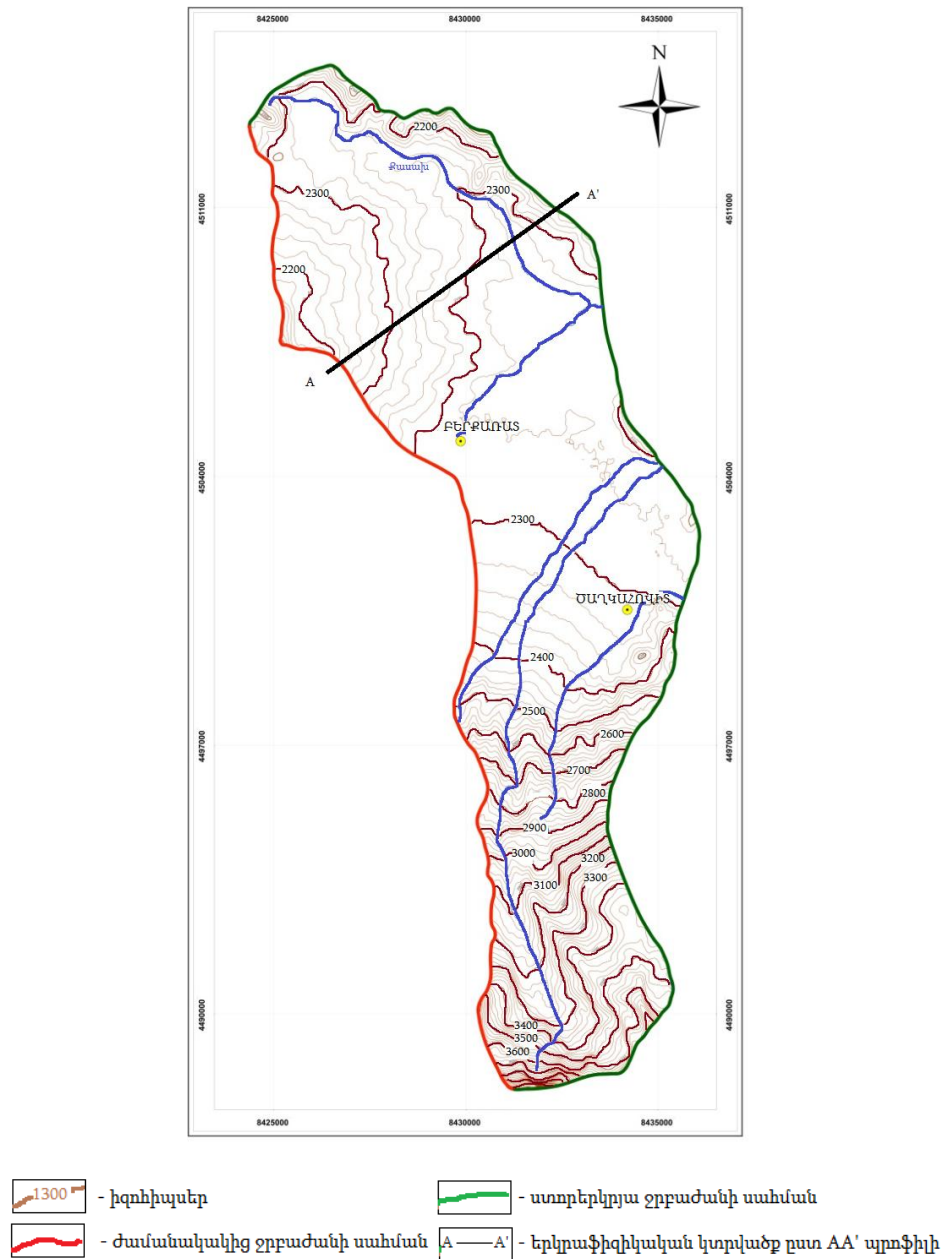
Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների
մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Քասախ գետի
ջրհավաք ավազան, մլն·մ³/տարի, 2010թ.

Աղյուսակ 3.14

Բարձրու- թյուն, մ	Մթնոլորտ. տեղում $r \times F$	Ջրհավաք $Q_{\text{ընդհ}}^{\text{ջրհավ}}$	Բնական գոլորշիացում $E^{\text{bnak}} \times F$	Չափված գետ. հոսք $Q_{\text{գետ հոսք}}^{\text{չափ}}$	Ջրամատ.և ծծանց.կոր, $Q_{\text{ջրամատ}}^{\text{ծծանց}}$	Փոփոխվ. ստոր.հոսք $Q_{\text{ստոր.հոսք}}^{\text{փոփ}}$
1	2	3	4	5	6	7
4095	-	-	-	-	-	-
3900	0,707	-	0,068	0,560	-	0,079
3800	3,195	-	0,351	2,510	-	0,334
3700	5,658	-	0,656	4,423	-	0,579
3600	9,071	-	1,111	7,066	-	0,894
3500	16,791	-	2,231	12,986	-	1,574
3400	29,684	-	4,256	22,774	-	2,654
3300	49,142	-	7,568	37,471	-	4,103
3200	74,717	-	12,243	56,446	-	6,028
3100	99,697	-	17,212	74,874	-	7,611
3000	120,577	-	21,690	90,070	-	8,817
2900	140,602	-	26,235	104,245	-	10,122
2800	164,665	-	32,149	121,020	-	11,496
2700	193,475	-	39,686	140,785	-	13,004
2600	226,852	-	49,048	12,008	-	165,796
2500	260,842	-	59,224	33,844	-	167,774
2400	308,734	-	74,616	62,260	-	171,858
2300	375,884	-	97,821	97,960	-	180,103
2200	482,601	-	137,203	110,600	-	234,798
2100	626,202	-	193,883	136,196	-	296,123
2000	697,644	1,88	225,144	143,486	-	330,889
1900	801,104	-	272,466	151,445	44,34	334,733
1800	818,354	17,18	288,666	152,570	-	349,958
1700	833,782	-	296,902	153,382	-	357,338
1600	847,030	-	304,561	154,003	-	361,306
1500	863,328	-	314,763	154,663	-	366,742
1400	903,810	-	342,651	156,188	46,87	375281
1300	925,920	26,90	364,315	156,992	68,55	362,563
1200	943,170	-	379,392	157,613	-	364,515
1100	968,010	153,58	467,140	158,477	69,28	426,693
1000	972,053	-	472,096	158,635	78,80	416,102
900	1006,828	-	524,526	160,133	-	396,949
830	1020,028	165,34	561,006	148,200	89,02	387,142
մ ³ /վրկ	32,28	5,23	17,75	4,69	-	12,25

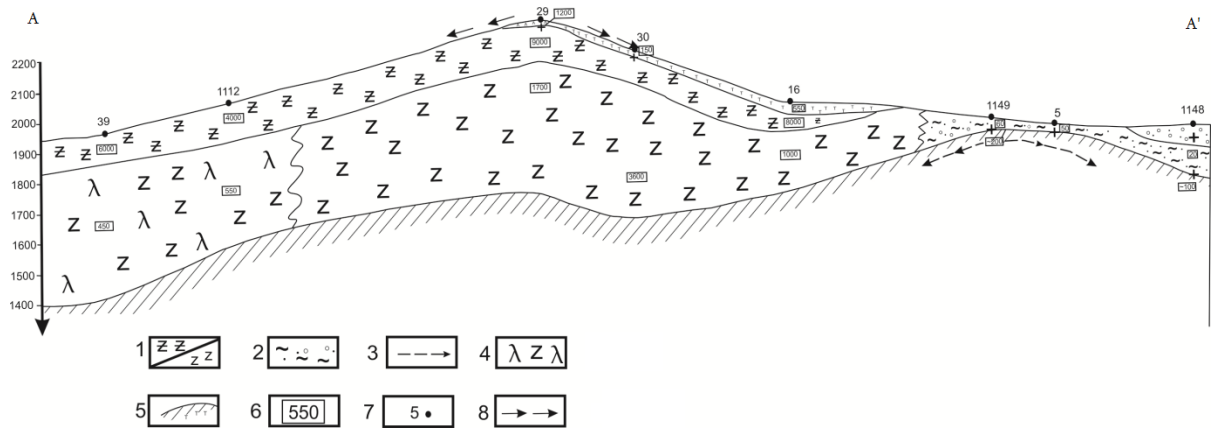
3.3.2. Զրիավաք ավազանի “ինվերսիոն” տարածքի խորքային հոսքի մեծության և տարածական բաշխվածության ճշգրտում

Դիտարկվող տեղամասը գտնվում է Արագածի լեռնազանգվածի հյուսիս-արևելյան մասում և զբաղեցնում է մոտ 153,2 կմ² մակերես:



Նկար 3.23. Քասախ գետի ջրիավաք ավազանի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.
(քարտեզի բնօրինակի մասշտաբը 1:50000)

Հետազոտվող տարածքն ըստ բարձրության տեղակայված է 4095÷2100մ նիշերում (նկար 3.23): Նկար 3.24-ում բերված է կտրվածք, որի վրա նկատելի է ժամանակակից և հնա- ռելիեֆների “ինվերսիոն” հարաբերակցությունը:



1.գլաքարեր, 2.ավազա-կավեր, 3. ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն, 4.ճեղքավորված ջրատար լավաներ, 5.ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի ռելիեֆ, 6. տեսակարար էլեկտրական դիմադրություն, Օհմ.մ, 7. ուղղաձիգ էլեկտրական զոնդավորման (ՈԻԷԶ) կետ, 8.մակերևույթային ջրերի շարժման ուղղություն:

Նկար 3.24 Երկրաբանա-երկրաֆիզիկական կտրվածք A-A' պրոֆիլով, Քասախ գետի “ինվերսիոն” տարածք, (բնօրինակի մասշտաբը 1:50000)

Մթնոլորտային տեղումներ – Դրանք տատանվում են 995÷755մմ/տարի սահմաններում, կախված լանջի բացարձակ նիշերից, իսկ աճող գումարները 4095-ից մինչև 2100մ նիշերում 50% ապահովվածության դեպքում կազմում է 122,847մլն.մ³/տարի (աղյ. 3.15):

Գետային հոսք – Այն համապատասխան նիշերում տատանվում է 780-130մմ/տարի սահմաններում: Դրա աճող գումարը, ներառյալ 2100մ բարձրությունները, հասնում է 52,444 մլն.մ³/տարի՝ մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում (աղյ. 3.16):

Գոլորշիացումը – Այն որոշվել է 4095÷2100մ բարձրությունների համար և տատանվում է 115÷298 մմ/տարի սահմաններում: Դրանց աճող գումարը փոփոխվում է 0,138÷40,567մլն.մ³/տարի սահմաններում մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում (աղյ. 3.17):

Մթնոլորտային տեղումներն ըստ տարբեր բարձրությունների 50% ապահովվածության դեպքում, Քասախ գետի "ինվերսիոն" տարածք, 2015թ.

Աղյուսակ 3.15

Բարձր., մ	Մակերես, կմ ²	Մթն.տեղ, մմ/տարի	Մթն.տեղում.աճող գումար, մլն.մ ³ /տարի
մինչև 4095	1,2	995	1,194
3600	1,0	975	2,169
3500	1,2	965	3,327
3400	2,2	955	5,428
3300	4,0	940	9,188
3200	4,0	930	12,908
3100	4,0	915	16,568
3000	3,0	900	19,268
2900	2,0	890	21,048
2800	2,4	875	23,148
2700	4,0	860	26,588
2600	2,6	845	28,785
2500	2,61	825	30,938
2400	5,6	810	35,474
2300	26,41	790	56,330
2200	41,6	775	88,570
մինչև 2100	45,4	755	122,847
մ ³ /կրկ	-	-	3,89

Գետային հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Քասախ գետի "ինվերսիոն" տարածք, 2015թ.

Աղյուսակ 3.16

Բարձր., մ	Մակերես, կմ ²	Գետ.հոսք, մմ/տարի	Գետ.հոսքի աճող գումար, մլն.մ ³ /տարի
մինչև 4095	1,2	780	0,936
3600	1,0	755	1,691
3500	1,2	740	2,579
3400	2,2	725	4,174
3300	4,0	710	7,014
3200	4,0	690	9,774
3100	4,0	675	12,474
3000	3,0	655	14,439
2900	2,0	630	15,699
2800	2,4	610	17,163
2700	4,0	590	19,523
2600	2,6	560	20,979
2500	2,61	530	22,362
2400	5,6	480	25,050
2300	26,41	420	36,142
2200	41,6	250	46,542
մինչև 2100	45,4	130	52,444
մ ³ /կրկ	-	-	1,66

Գոլորշիացումն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Քասախ գետի "ինվերսիոն" տարածք, 2015թ.

Աղյուսակ 3.17

Բարձր., մ	Մակերես, կմ ²	Գոլորշիացում, մմ/տարի	Գոլորշիացման աճող գումար մլն.մ ³ /տարի
մինչև 4095	1,2	115	0,138
3600	1,0	130	0,268
3500	1,2	140	0,436
3400	2,2	150	0,766
3300	4,0	160	1,406
3200	4,0	170	2,086
3100	4,0	182	2,814
3000	3,0	193	3,393
2900	2,0	202	3,797
2800	2,4	215	4,313
2700	4,0	225	5,213
2600	2,6	237	5,829
2500	2,61	247	6,474
2400	5,6	260	7,930
2300	26,41	273	15,140
2200	41,6	286	27,038
մինչև 2100	45,4	298	40,567
մ ³ /կրկ	-	-	1,28

Լրիվ բնական հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Քասախ գետի "ինվերսիոն" տարածք, 2015թ.

Աղյուսակ 3.18

Բարձր., մ	Մակերես, կմ ²	Լրիվ բնական հոսք, մմ/տարի	Լրիվ բնական հոսք, մլն.մ ³ /տարի
մինչև 4095	1,2	880	1,056
3600	1,0	845	1,901
3500	1,2	825	2,891
3400	2,2	805	4,662
3300	4,0	780	7,782
3200	4,0	760	10,822
3100	4,0	733	13,754
3000	3,0	707	15,875
2900	2,0	688	17,251
2800	2,4	660	18,835
2700	4,0	635	21,375
2600	2,6	608	22,956
2500	2,61	578	24,464
2400	5,6	550	27,544
2300	26,41	517	41,190
2200	41,6	489	61,532
մինչև 2100	45,4	457	82,280
մ ³ /կրկ	-	-	2.6

Լրիվ բնական հոսք – ուսումնասիրվող տարածքի 4095÷2100մ նիշերում այն տատանվում է 1,056÷82,280 մլն.մ³/տարի սահմաններում մթնոլորտային տեղումների 50 % ապահովվածության դեպքում (աղյ.3.18):

Խորքային փոփոխված հոսքը – Խորքային փոփոխված հոսքը լանջի 4095÷2100մ նիշում հասնում է 0.120÷29.836 մլն.մ³/տարի մեծությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում (աղյ. 3.19, նկ. 3.25):

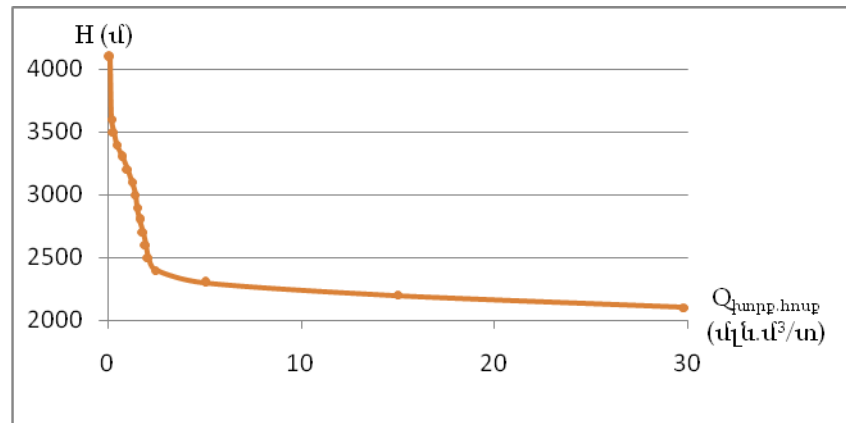
Քասախ գետի ջրհավաք ավազանի «ինվերսիոն» տարածքի ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում բերված է աղյուսակ 3.19-ում և հավելված 12-ում:

Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում,

Քասախ գետի "ինվերսիոն" տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.19

Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ ²	Մթնոլորտային տեղումներ	Գոլորշիացումը,	Գետային չափվ. հոսքը	Բնական լրիվ հոսքը	Խորքային հոսք
մինչև 4095	1,2	1,194	0,138	0,936	1,056	0,120
3600	1,0	2,169	0,268	1,691	1,901	0,210
3500	1,2	3,327	0,436	2,579	2,891	0,312
3400	2,2	5,428	0,766	4,174	4,662	0,488
3300	4,0	9,188	1,406	7,014	7,782	0,768
3200	4,0	12,908	2,086	9,774	10,822	1,048
3100	4,0	16,568	2,814	12,474	13,754	1,280
3000	3,0	19,268	3,393	14,439	15,875	1,436
2900	2,0	21,048	3,797	15,699	17,251	1,552
2800	2,4	23,148	4,313	17,163	18,835	1,672
2700	4,0	26,588	5,213	19,523	21,375	1,852
2600	2,6	28,785	5,829	20,979	22,956	1,977
2500	2,61	30,938	6,474	22,362	24,464	2,102
2400	5,6	35,474	7,930	25,050	27,544	2,494
2300	26,41	56,330	15,140	36,142	41,190	5,048
2200	41,6	88,570	27,038	46,542	61,532	14,990
մինչև 2100	45,4	122,847	40,567	52,444	82,280	29,836
մ ³ /վրկ	-	3,84	1,28	1,66	2,6	0,94

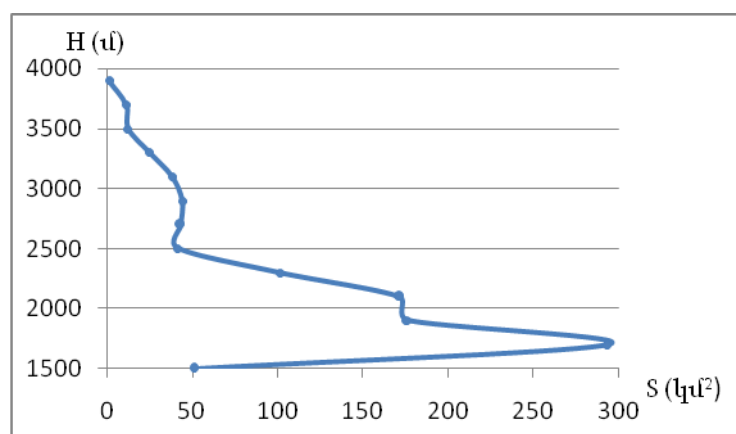


Նկար 3.25 Խորքային հոսքի մեծության բաշխվածությունն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածություն դեպքում, Քասախ գետի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.:

3.4. Կարկաչուն գետի ջրհավաք ավազան

3.4.1 Ջրհավաք ավազանի ջրահաշվեկշռի բաղադրիչների որոշում

Կարկաչուն գետավազանի մակերեսների ($1013,8 \text{ կմ}^2$) բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների բերված է նկ. 3.26-ում, իսկ գետավազանի ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների արժեքները մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում՝ գետավազանի յուրաքանչյուր 200 մետրի համար, բերված են աղյուսակ 3.20-ում և նկար 3.27-ում [8]:

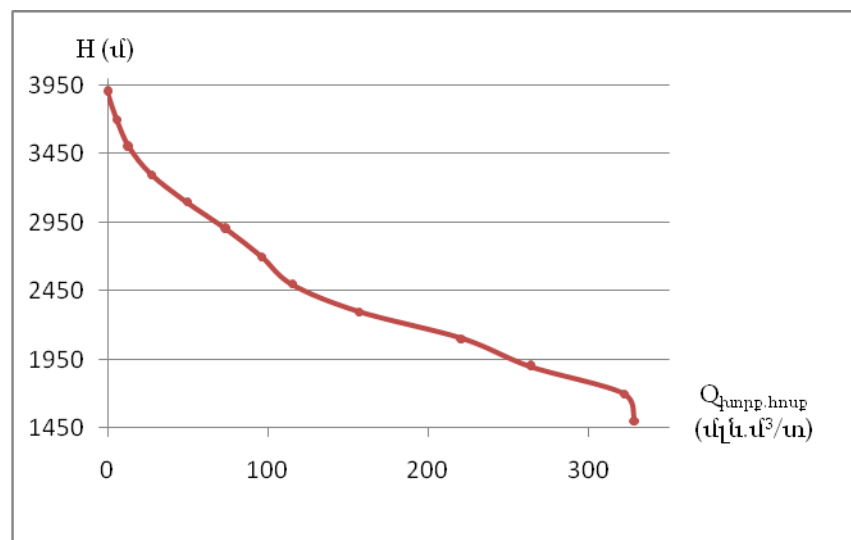


Նկար 3.26 Մակերեսների բաշխվածությունն ըստ բարձրությունների, Կարկաչուն գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

3.5. Զրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Կարկաչուն գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.

Աղյուսակ 3.20

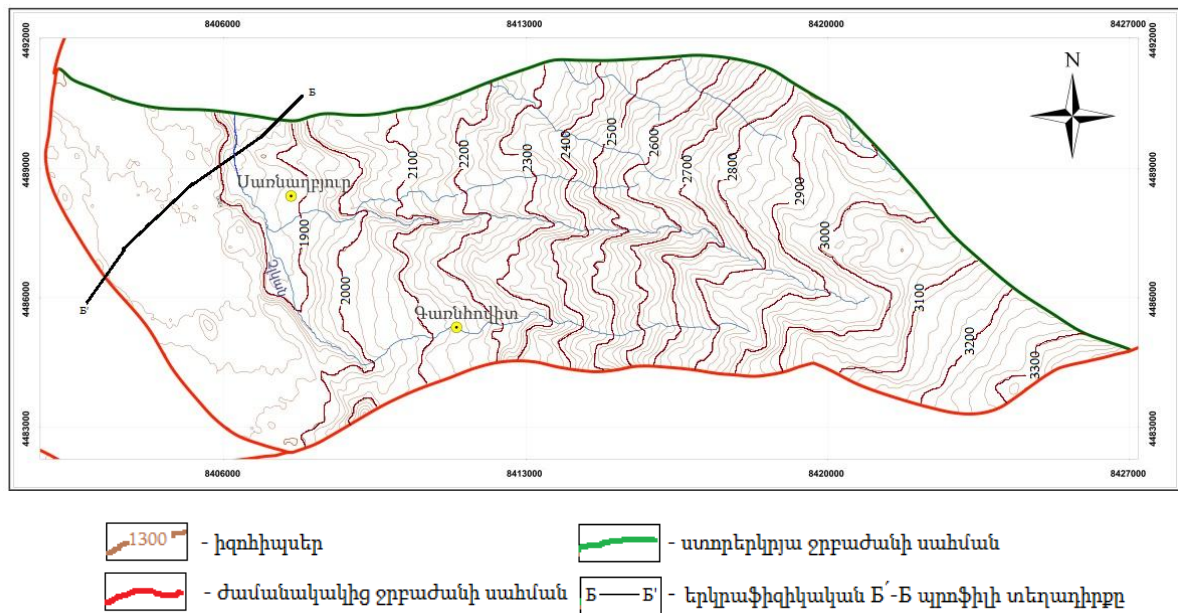
Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ ²	Մթնոլորտային տեղումներ	Գետային չափվ. հոսք	Գոլորշիացում	Խորքային հոսք	Խորքային փոփոխված հոսք
3900	1.5	1.5	1.0	0.2	0.3	0.3
3700	11.4	12.9	5.6	1.6	5.7	5.7
3500	12.5	25.0	9.0	3.5	13.5	13.5
3300	25.2	48.9	13.8	7.7	27.4	27.4
3100	38.5	83.5	18.8	14.9	49.8	49.8
2900	44.6	121.4	23.1	24.2	74.1	74.1
2700	43.4	156.1	25.9	34.1	96.1	96.4
2500	41.8	187.5	27.6	44.5	115.4	115.7
2300	101.6	258.6	30.6	71.3	156.7	157.0
2100	172.0	368.7	34.0	119.5	221.2	221.7
1900	176.5	472.0	36.5	171.7	263.8	268.2
1700	293.7	627.9	39.3	266.5	322.1	339.5
1500	51.1	651.4	39.8	283.5	329.1	368.5



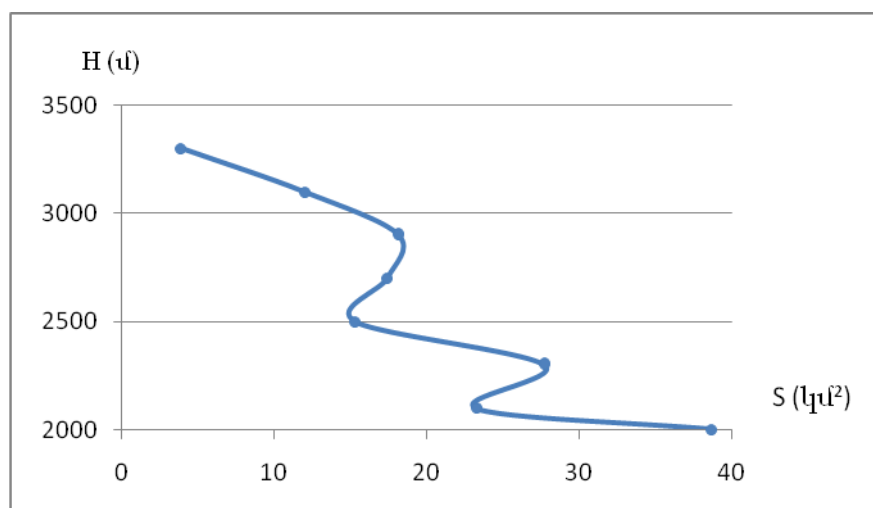
Նկար 3.27 25 Խորքային հոսքի մեծության բաշխվածությունն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածություն դեպքում, Կարկաչուն գետի ջրհավաք ավազան, 2010թ.

3.4.2. Ջրհավաք ավազանի “ինվերսիոն” տարածքի խորքային հոսքի մեծության և տարածական բաշխվածության որոշում

Դիտարկվող տեղամասը գտնվում է Արագածի լեռնազանգվածի կենտրոնական մասում և զբաղեցնում է մոտ 157,34 կմ² մակերես (նկար 3.28), որը տեղաբաշխված է 3300÷1900մ բարձրություններում (նկար 3.29):



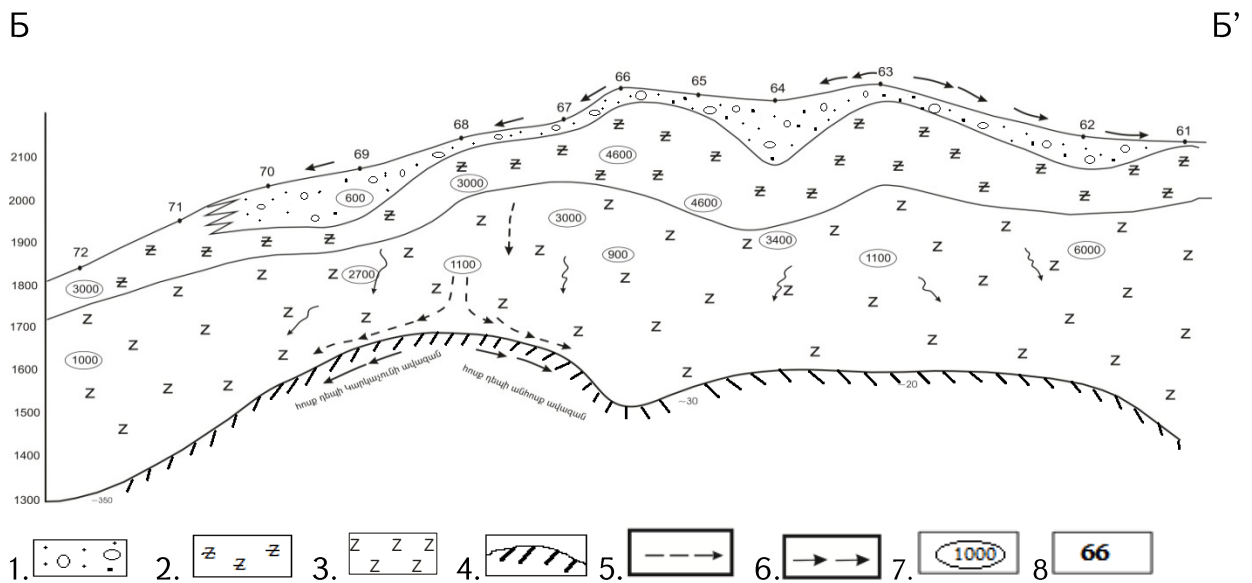
Նկար 3.28 Կարկաչուն գետի ջրհավաք ավազանի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.
(քարտեզի բնօրինակի մասշտաբը 1:50000)



Նկար 3.29 Մակերեսների բաշխվածությունն ըստ բարձրությունների, Կարկաչուն գետի ջրհավաք ավազանի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.

Նկար 3.30-ում, բերված է երկրաբանա-երկրաֆիզիկական կտրվածք ըստ Ե՛-Ե երթուղու և ցույց է տալիս Կարկաչուն գետի ավազանում ժամանակակից և հնա-
 ունիեֆների “ինվերսիոն” հարաբերակցությունը:

Մթնոլորտային տեղումները – Այստեղ տատանվում են $955 \div 585$ մմ/տարի սահմաններում՝ կախված տեղանքի նիշից, իսկ աճող գումարը 50% ապահովվածության դեպքում 3300-ից մինչև 1900 մ նիշերում հասնում է $112,09$ մլն.մ³/տարի (աղյուսակ 3.21):



1. ժամանակակից նստվածքներ, 2. չորրորդական հասակի հրաբխային թույլ ջրատար ապարներ, 3. չորրորդական հասակի ջրատար ճեղքավորված հրաբխային ապարներ, 4. ռեզիոնալ ջրամերժ շերտ, 5. ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն, 6. մակերեսային ջրերի շարժման ուղղություն, 7. ուղղաձիգ էլեկտրական զոնդավորման (ՈւէԶ) կետեր, 8. տեսակարար էլեկտրական դիմադրություններ, Օհմ.մ,

Նկար 3.30 Երկրաբանա-երկրաֆիզիկական կտրվածք Ե՛-Ե պրոֆիլով, Կարկաչուն գետի ջրհավաք ավազանի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.

Գետային հոսք – Գետային հոսքի աճող գումարը 1900 մ բարձրություններում $0,73$ -ից հասնում է $26,44$ մլն.մ³/տարի արժեքների՝ մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում (աղյուսակ 3.22):

Մթնոլորտային տեղումներն ըստ տարբեր բարձրությունների 50% ապահովվածության դեպքում, Կարկաչուն գետի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.

Աղյուսակ 3.21

Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ ²	Մթնոլորտային տեղումներ, մմ/տարի	Մթնոլորտային տեղումների աճող գումարը, մլն.մ ³ /տարի
3300	3,86	945	3,65
3100	11,99	900	14,44
2900	18,14	850	29,86
2700	17,39	800	43,77
2500	15,28	750	55,23
2300	27,69	700	74,61
2100	23,25	640	89,49
1900	38,64	585	112,09
մ ³ /վրկ	-	-	3.55

Գետային հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Կարկաչուն գետի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.

Աղյուսակ 3.22

Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ ²	գետային հոսք, մմ/տարի	Գետային հոսքի աճող գումար, մլն.մ ³ /տարի
3300	3,86	190	0,73
3100	11,99	130	2,29
2900	18,14	95	4,01
2700	17,39	65	5,14
2500	15,28	40	24,61
2300	27,69	30	25,44
2100	23,25	20	25,9
1900	38,64	14	26,44
մ ³ /վրկ	-	-	0.84

Գոլորշիացում – Գոլորշիացման աճող գումարը 3100÷1900մ բարձրությունների համար կազմում է 0,65-ից մինչև 39,69մլն.մ³/տարի՝ մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության համար (աղյ. 3.23):

Գոլորշիացումն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Կարկաչուն գետի “ինվերսիոն” տարածք, 2015թ.

Աղյուսակ 3.23

Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ ²	Գոլորշիացում, մմ/տարի	Գոլորշիացման աճող գումարը մլն.մ ³ /տարի
>3300	3,86	168	0,65
3100	11,99	188	2,9
2900	18,14	208	6,67
2700	17,39	228	10,63
2500	15,28	248	14,42
2300	27,69	264	21,73
2100	23,25	280	28,25
<2000	38,64	296	39,69
մ ³ /վրկ	-	-	1.26

Լրիվ բնական հոսքը – ուսումնասիրվող տարածքի 3300÷1000մ նիշերում տատանվում է 2,99÷72,41մլն.մ³/տարի սահմաններում մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում (աղյ. 3.24):

Լրիվ բնական հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Կարկաչուն գետի ‘ինվերսիոն’ տարածք, 2015թ.

Աղյուսակ 3.24

Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ ²	Լրիվ հոսք, մմ/տարի	Լրիվ բնական հոսքի աճող գումար, մլն.մ ³ /տարի
>3300	3,86	777	2,99
3100	11,99	712	11,53
2900	18,14	642	23,18
2700	17,39	572	33,13
2500	15,28	502	40,80
2300	27,69	436	52,87
2100	23,25	360	61,24
<2000	38,64	289	72,41
մ ³ /վրկ	-	-	2.29

Խորքային բնական հոսքը – Խորքային բնական հոսքի աճող գումարը լանջի 3300÷1900մ նիշում հասնում է 2,27÷64,81մլն.մ³/տարի արժեքների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում (աղյ. 3.25):

Խորքային բնական հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Կարկաչուն գետի ‘ինվերսիոն’ տարածք, 2015թ.

Աղյուսակ 3.25

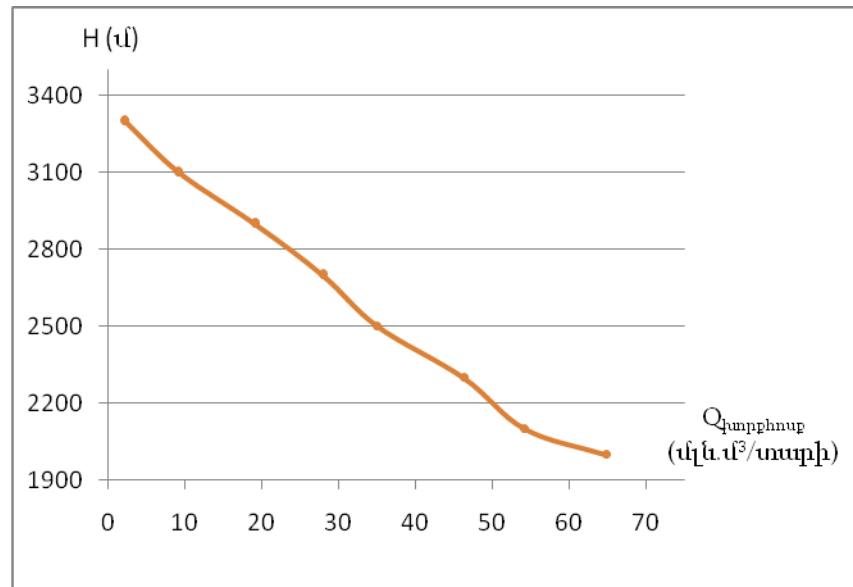
Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ ²	Խորքային բնական լրիվ հոսք, մմ/տարի	Խորքային բնական հոսքի աճող գումարը, մլն.մ ³ /տարի
>3300	3,86	587	2,27
3100	11,99	582	9,25
2900	18,14	547	19,17
2700	17,39	507	27,99
2500	15,28	462	35,05
2300	27,69	406	46,29
2100	23,25	340	54,2
1900	38,64	275	64,81
մ ³ /վրկ	-	-	2,05

Աղյուսակ 3.26-ում և հավելված 13-ում բերված են Կարկաչուն գետի «ինվերսիոն» տարածքի ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչներն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, իսկ նկար 3.31-ում՝ Խորքային հոսքն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության:

Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Կարկաչուն գետի “ինվերսիոն” տարածք, մլն.մ³/տարի, 2015թ.

Աղյուսակ 3.26

Բարձրություն, մ	Մակերես, կմ ²	Մթնոլորտային տեղումներ	Գոլորշիացումը,	Գետային չափվ.հոսքը	Լրիվ հոսքը	Խորքային հոսք
>3300	3,86	3,65	0,65	0,73	2,99	2,27
3100	11,99	14,44	2,9	2,29	11,53	9,25
2900	18,14	29,86	6,67	4,01	23,18	19,17
2700	17,39	43,77	10,63	5,14	33,13	27,99
2500	15,28	55,23	14,42	24,61	40,80	35,05
2300	27,69	74,61	21,73	25,44	52,87	46,29
2100	23,25	89,49	28,25	25,9	61,24	54,2
<2000	38,64	315,49	39,69	26,44	72,41	64,81
մ ³ /վրկ	-	0,84	1,26	0.84	2.29	2.05



Նկար 3.31 Խորքային բնական հոսքի մեծությունն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածություն դեպքում, Կարկաչուն գետի «ինվերսիոն» տարածք, 2015թ.

Ընդհանրացնելով տվյալ գլխում շարադրված Արագածի լեռնազանգվածի խոշոր գետավազանների «ինվերսիոն» տարածքների մթնոլորտային տեղումների, գոլորշիացման, գետային և ստորերկրյա (խորքային) հոսքերի վերլուծության հարցերը, արված են հետևյալ եզրահանգումները՝

- որոշված են ստորերկրյա ջրերի վերականգնվող պաշարների մեծություններն ըստ գոտիների, ինչը թույլ է տալիս գնահատել մեծությունները և որոշել դրանց ջրառի արդյունավետ տեղերը,
- մթնոլորտային տեղումների տարբեր ապահովվածությունների դեպքերում կատարված են ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների գնահատումներ, որի ժամանակ հաշվի է առնված նաև ոռոգման ու ջրամատակարարման գործոնը (աղյուսակ 3.27):

Արագածի լեռնազանգվածի խոշոր գետազազանների "ինվերսիոն" տարածքների ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների մեծություններն ըստ 50% ապահովվածության (մլն.մ³/տարի)

Աղյուսակ 3.27

Գետային ավազաններ	մակերես, կմ	մթնոլորտային տեղումներ	գետային բնական հոսք	գետային չափված հոսք	բնական լրիվ հոսք	ռոտզման ընդհանուր ջրառ	բնական գոլորշիացում	գոլորշիացումը հաշվի առած ռոտզումը	խորքային բնական հոսք	խորքային ջրերի դինամիկ պաշարների արհեստական համալրում	խորքային փոփոխված հոսք
Սելավմաստարա	558	219	6	17	85	115	134	192	79	90	126
Քասախ	153	123	-	52	82	-	41	-	-	-	15
Կարկաչուն	156	112	-	26	72	-	40	-	-	-	65

Աղյուսակ 3.28-ում բերված են մեզ հետաքրքրող խորքային հոսքի համեմատական արժեքները դիտարկված գետազազանների ժամանակակից և "ինվերսիոն" տարածքների համար:

Խորքային հոսքի մեծությունները գետազազանների ժամանակակից և "ինվերսիոն" տարածքների համար, 2015թ.

Աղյուսակ 3.28

Գետային ավազան	Մակերեսի տեսակը	Մակերեսի մեծությունը (կմ ²)	Խորքային հոսքի մեծությունը մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության համար, մլն.մ ³ /տարի (մ ³ /վրկ)
Սելավմաստարա	Ժամանակակից ավազան	1536.5	287.59 (9.1)
	«ինվերսիոն» տարածք	558.5	125.64 (3.97)
Քասախ	Ժամանակակից ավազան	1480	387.142 (12.25)
	«ինվերսիոն» տարածք	153.2	29.836 (0.94)
Կարկաչուն	Ժամանակակից ավազան	1013.8	368.5 (1.22)
	«ինվերսիոն» տարածք	157.34	64.81 (2.05)

Այսպիսով, նախկինում հաշվարկված գետային ավազանների խորքային հոսքի մեծությունները պետք է ճշգրտվեն հաշվի առնելով մեր կողմից ստացված “ինվերսիոն” մակերեսների խորքային հոսքի տվյալները, որը կարևոր է ինչպես ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման, այնպես էլ նոր ջրատնտեսական հաշվեկշիռների հաշվման համար:

ԳԼՈՒԽ 4

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ԶՐԵՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾՎՈՂ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻՑ ԵՎ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻՆ ԿԻՑ ՏԵՂԱՄԱՍԵՐԻՑ ԼՐԱՑՈՒՑԻՉ ԶՐԱՌԻ ՀԻՄՆԱՎՈՐՈՒՄ

Ներկա պայմաններում հանրապետության համար հրատապ խնդիրներից է նոր ջրաղբյուրների որոնումն ու հայտնաբերումը բնակավայրերի ջրամատակարարման և հողերի ոռոգման նպատակով: Հաշվի առնելով այդ աշխատանքների իրականացման բարդությունները և պահանջվող զգալի ծախսերը, տվյալ բաժնում մեր կողմից հիմնավորված է ներկայումս շահագործվող հանքավայրերից ստորերկրյա ջրերի լրացուցիչ ջրառներ ստանալու հնարավորության խնդիրը: Հաշվի է առնված նաև այն հանգամանքը, որ ՀՀ տարածքը լինելով լեռնա-ծալքավոր բարդ երկրաբանական շրջան, այստեղ կառուցված շատ ջրամբարներ ունեն զգալի ֆիլտրացիոն կորուստներ: Վերջիններիս քանակը երբեմն գերազանցում է կուտակվող ջրի ծավալի մինչև 25-30%-ը (Ապարանի, Ազատի, Կառնուտի, Խալավարի, Սևաբերդի ջրամբարները և այլն): Նման դեպքերում առաջնահերթ խնդիրն, իհարկե, ջրամբարներից ֆիլտրացիոն տեղամասերի հայտնաբերումը և հակաֆիլտրացիոն միջոցառումների իրականացումն է: Սակայն, բոլոր դեպքերում, ֆիլտրացվող (ներծծանցվող) ջրերը հանդիսանում են ստորերկրյա ջրային ռեսուրսների լրացուցիչ պաշարներ և դրանց ջրառի տեղադիրքերի որոշումը նույնպես կարևոր ջրատնտեսական խնդիր է [75]:

Ներքո բերված են դրված հարցի վերաբերյալ մեր ուսումնասիրությունների արդյունքները:

4.1. Ստորերկրյա ջրերի շահագործվող հանքավայրերից լրացուցիչ ջրառի հիմնավորում մաթեմատիկական (ջրաերկրաբանական) մոդելավորման հիման վրա

Հայտնի է, որ ներկայումս ՀՀ-ում շահագործվում են տասից ավել խորքային ջրերի հանքավայրեր ջրամատակարարման (կոմունալ, ոռոգման, տեխնիկական) նպատակներով: Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ լրացուցիչ ջրառի նպատակով նոր հորատանցքերի տեղադրումը և շահագործումը կապված է զգալի ծախսերի հետ, առաջարկված է խնդրի լուծման այլ տարբերակ՝ շահագործվող հանքավայրերից լրացուցիչ ջրառ մաթեմատիկական (ջրաերկրաբանական) մոդելավորմամբ: Տվյալ խնդրի լուծման հիմնական մոտեցումները կայանում են հետևյալում: Կատարվում է ուսումնասիրվող տարածքների ջրաերկրաբանական (ֆիլտրացիոն) պայմանների սխեմայացում: Խնդրի լուծումը բերվում է ոչ ստացիոնար ծծանցման մասնակի ածանցյալներով դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգի լուծման, ինչի համար որոշվում են խնդրի սկզբնական և եզրային պայմանները: Մասնավորապես, թույլ ջրաթափանց բաժանող շերտի կոշտ ֆիլտրացիայի դեպքում, հաշվի առնելով խորքային հորատանցքերից ջրառների ազդեցությունը, նշված հավասարումներն ունեն հետևյալ տեսքը [50, 55].

$$\mu_1 \frac{\partial H_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k_1 m_1 \frac{\partial H_1}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_1 m_1 \frac{\partial H_1}{\partial y} \right) + k_{\Phi} \frac{H_2 - H_1}{m_p} - q_c \quad (1)$$

$$\mu_2 \frac{\partial H_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k_2 m_2 \frac{\partial H_2}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_2 m_2 \frac{\partial H_2}{\partial y} \right) + k_{\Phi} \frac{H_2 - H_1}{m_p} - q_c \quad (2)$$

որտեղ H_1 – գետնաջրերի մակարդակն է, մ,

H_2 – ճնշումային ջրերի պլեզոմետրիկ մակարդակն է, մ,

$k_1 m_1$ և $k_2 m_2$ – համապատասխանաբար գրունտային և ճնշումային հորիզոնների ջրահաղորդականություններն են, մ²/օր,

μ_1 և μ_2 – ջրատվության և առաձգական ջրատվության գործակիցներն են,

m_p – թույլ ջրաթափանց շերտի հզորությունը (մ),

k_{Φ} – թույլ ջրաթափանց շերտի ֆիլտրացիայի գործակից (մ/օր),

q_c – հորատանցքի տեսակարար ծախսն է (մ/օր):

Ջրադինամիկական խնդրի վերջնական լուծման համար, բացի ստորերկրյա ջրերի հոսքի բաշխվածության և ջրատար հորիզոնի ցուցանիշների միջև կապը դիֆերենցիալ հավասարումների տեսքով արտահայտելուց, անհրաժեշտ է որոշել նաև սահմանային պայմանները, որոնց դեպքում ձևավորվում է ստորերկրյա ջրերի տեղաբաշխման գործընթացը: Մասնավորապես, ստորերկրյա ջրերի բնական ծծանցման բազմազանությունը կարելի է արտահայտել սահմանային պայմանների հետևյալ երեք դեպքերում.

- Սահման՝ տրված հոսքով, որը առաջին կարգի սահմանային պայմանն է (ՄՊ-I);
- Սահման՝ տրված ծախսով (հոսքի գրադիենտով), որը երկրորդ կարգի սահմանային պայմանն է (ՄՊ-II);
- Սահման, որի համար տրված է հոսքի և ծախսի միջև գծային կապ, որը երրորդ կարգի սահմանային պայմանն է (ՄՊ-III):

Մաթեմատիկորեն սահմանային պայմանները գրվում են հետևյալ կերպ [4, 6].

- (ՄՊ-I) - $H(x;y) = f(S)$, որտեղ S -ը սահմանային կետ է:
- (ՄՊ-II) - $\frac{\partial H}{\partial n} = f(S)$
- (ՄՊ-III) - $a(S)[H(s) - f(s)] + b(S)\frac{\partial H}{\partial n} = 0$,

Մոդելավորման շրջանակներում, նախօրոք, ուսումնասիրվող ջրավազանների (հանքավայրերի) ջրաերկրաբանական պայմանների դաշտային և հաշվարկային բնութագրերի համապատասխանության ստուգման համար լուծվում են հակադարձ խնդիրներ:

Մասնավորապես, (1), (2) հավասարումների համակարգը լուծված է հետևյալ սկզբնական և սահմանային պայմանների համար. Սկզբնական $t=0$ պահին

$$H_1 = H_{1,0}(x, y, 0); \quad H_2 = H_{2,0}(x, y, 0) \quad (3)$$

Ծծանցման տարածքի արտաքին մասերում, որտեղ տեղադրված են ջրառի հորատանցքերը, առաջարկված են II կարգի սահմանային պայմաններ.

$$\text{երբ } t > 0, \quad r = r_c \quad 2\pi k_2 m_2 r_c \frac{\partial H_2}{\partial r} = -q_c \quad (4)$$

Ծծանցման տարածքի սահմանագծին գործում են I և II կարգի սահմանային պայմաններ, այսինքն

$$t > 0; \quad \frac{\partial H_2}{\partial n} = 0; \quad \frac{\partial H_1}{\partial n} = 0$$

$$H_1 = H_{1,r}(x,y,t) \quad H_2 = H_{2,r}(x,y,t) \quad (5)$$

Առաջարկվող հիմնախնդրի լուծման նպատակով ներքո դիտարկված են գործնական արդյունքները Արևիկի և Ապարանի ստորերկրյա ջրերի շահագործվող հանքավայրերից լրացուցիչ ջրառների հնարավորության վերաբերյալ:

4.1.1. Արևիկի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի ջրաերկրաբանական մոդելավորման արդյունքները

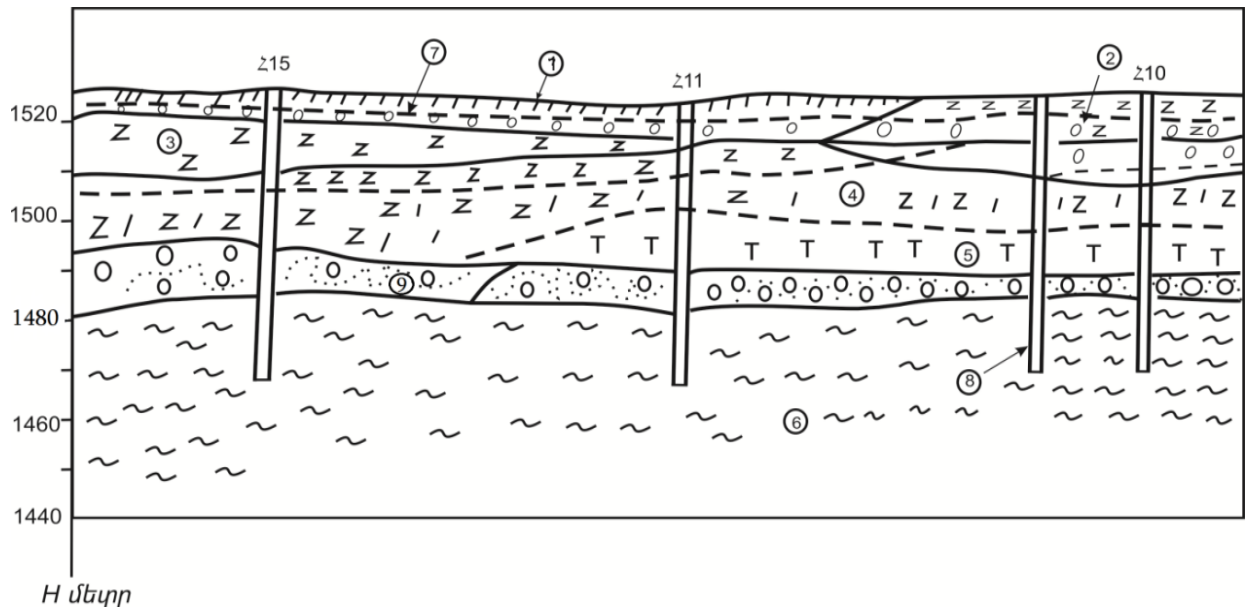
Արևիկի հանքավայրի ջրաերկրաբանական պայմանները - Արևիկի ջրահոսքը անցնում է Շիրակի գոգավորության արևելյան եզրամասով: Այն գտնվում է Զաջուռ գետի ձախ ափում՝ ք.Ախուրյանի և Արևիկ ու Ազատան գյուղերի միջև [6]:

1975թ. ՊՆԻԻՍ (Ռուսաստանի Ֆեդերացիա) գիտա-արտադրական կազմակերպության կողմից շահագործման է հանձնվել Արևիկի 25 հորատանցքերից բաղկացած հանքավայրը՝ 300լ/վրկ նախագծային ջրառով: Ըստ ջրաերկրաբանական տվյալների մինչև 80մ խորությունների վրա այստեղ առանձնացված են հիդրավիկորեն փոխկապված երեք շերտեր, որոնք կազմում են միասնական ջրատար համալիր (տես նկար 4.1): Հորիզոնի հզորությունը տատանվում է 0,5-ից մինչև 7,5մ: Զրի մակարդակը գտնվում է հողի մակերեսից 3,8-9,27մ խորության վրա: Զրատար հորիզոնները ոչ ճնշումային են, երբեմն ունեն տեղական ճնշում:

Միջին ջրատար շերտը հիմնականում ներկայացված է բազալտներով, որոնց հզորությունը 7-ից մինչև 33մ է, իսկ էֆեկտիվ հզորությունը՝ մինչև 23մ:

Ստորին ջրատար հորիզոնը ներկայացված է խոշորահատիկ ավազներով, գլաքարերով և խճաքարերով: Հորիզոնի հզորությունը տատանվում է 2-ից մինչև 29մ: Տարածքի համատարած ջրամերժ ռեգիոնալ շերտը ներկայացված է լճային կավերով, որի հզորությունը գերազանցում է 300մ-ը: Հանքավայրի սնման հիմնական տեղամասերը տեղակայված են հյուսիսում և արևելքում, իսկ բեռնաթափումը կատարվում է հարավ - հարավ-արևմուտք ուղղությամբ: Զրատար տարածքը տեղակայված է հիմնականում հանքավայրի կենտրոնական մասում: Արևիկի

հանքավայրի ջրառի ցանցը ներկայացված է հորատանցքերի գծային շարքով մոտ 6400մ երկարությամբ: Հորատանցքերը տեղաբաշխված են իրարից 400-600մ հեռավորությունների վրա: Մինչև շահագործման սկիզբը 25 փորված հորատանցքերից կատարվել են փորձնական ջրհանումներ:



1. Կավեր, ավազակավեր, 2. Շլակային բազալտներ, 3. Համեմատաբար "չոր" բազալտներ, 4. Ծեղքավոր ջրատար բազալտներ, 5. Հրաբխային տուֆեր, 6. Ջրամերժ կավեր, 7. Ստորերկրյա ջրերի մակարդակ, 8. Շահագործվող հորատանցք, 9. Գլաքարա-խճաքարային ավազներ:

Նկար 4.1 Արևիկի հանքավայրին բնորոշ ջրաերկրաբանական կտրվածք [6].

Արևիկի ջրհոսքից ջրառի ընդհանուր ելքը հաշվարկված է 320լ/վրկ (27,6հազ.մ³/օր): Կատարված ջրաերկրաբանական մանրակրկիտ աշխատանքների հիման վրա պարզվել է, որ հանքավայրի 1975-1990թ.թ. շահագործման ընթացքում ջրի մակարդակի իջեցումը հորատանցքերում 0,1-ից մինչև 8,35մ է:

Արևիկի ջրհոսքից ջրառման հնարավորությունները ընդլայնելու նպատակով 1989-90թ.թ. նախկին „Երկրաբանության,, վարչության կողմից լրացուցիչ փորվել և տեղադրվել են ևս 23 դիտահորեր մինչև 60մ խորությամբ: Բոլոր դիտահորերից կատարվել է փորձնական ջրառ ջրատար հորիզոնի ջրունակության, ջրի որակի և ապարների ֆիլտրացիոն հատկությունների գնահատման նպատակով:

Դիտահորերից կատարված փորձնական ջրառների արդյունքները բերված են աղյուսակ 4.1-ում [ըստ Հ. Ա. Ադինյանի]:

Աղյուսակ 4.1

Հորիզոնի անվանում	Հզորությունը, մ	Հորիզոնի սնումը	Ջրատար հորիզոնի տեսակը	Ջրատվության գործակիցը	Ջրահաղորդականությունը, մ/օր
Գետնաջրերի հորիզոն (ավազ, ավազաքար, կավավազ)	2-4	Մթն. տեղումներ, մակերեսային և ոռոգման ջրեր	Ոչ ճնշումային	0,1-0,08	100-200
Վերին ջրատար հորիզոն՝ տարածված է հյուսիսային մասում (բեկորազլա քարային նստվածք լցված ավազով)	0,5-7,5	Մթնոլորտային տեղումներ և ոռոգման ջրեր	Ոչ ճնշումային, երբեմն տեղական ճնշումով	0,005-0,008	100-500
Միջին ջրատար հորիզոն (բազալտ, շլակ, ավազահատիկ, տուֆեր)	7-33	Տարածքի հյուսիսից և արևելքից (բեռնաթափումը՝ հարավ – հարավ-արևմուտք)	Ճնշումային (2-10մ)	0,001-0,006	400-700
Ստորին ջրատար հորիզոն (խոշորա հատիկ ավազ, գլաքար, խճաքար)	2-29	Տարածքի հյուսիսից և արևելքից (բեռնաթափումը՝ հարավ – հարավ-արևմուտք)	Ճնշումային (2-10մ)	0,0001-0,00001	700-2000
Համատարած ջրամերժ շերտ (հոծ լճային կավ)	10,5	---	---	---	10^5-10^6

Առաջարկված է, գործող հորատանցքերից վերցնել լրացուցիչ ծավալի ջուր, ընդհանուր ելքը ավելացնելով մինչև 500լ/վրկ կամ 43,2 հազ.մ³/օր (320լ/վրկ-ի փոխարեն): Այդ դեպքում ջրառման տիրույթի կենտրոնում դինամիկ մակարդակի հաշվարկային իջեցումները չեն գերազանցի 2,3-ից 13,5մ-ը, այն դեպքում, երբ թույլատրելի իջեցումը կազմում է 17,6մ: Շահագործման ընթացքում որպես մակարդակի ընդհանուր իջեցման մեծություն ընդունված է ջրատար հորիզոնի առաստաղի ունեցած ճնշման բարձրության և հորիզոնի հզորության կեսի գումարը [97]:

Մաթեմատիկական մոդելավորման արդյունքները - Ինչպես նշվեց, Արևիկի ջրահոսքից արդի վիճակում ջրառի քանակը կազմում է 320լ/վրկ: Շիրակի տարածաշրջանում խմելու ջրի պակասի լրացման նպատակով մեր կողմից իրականացված է գեոֆիլտրացիոն նոր սխեմայի կազմումը և լուծված է

ջրաերկրաբանական խնդիր ճնշումային ջրատար հորիզոնից լրացուցիչ ջրաքանակի ստացման նպատակով: Խնդիրը լուծված է „Տոպագ“, մաթեմատիկական մոդելավորման ծրագրով, որը մշակված է նախկին ՎՍԵԳԻՆԳԵՈ ինստիտուտում (ՌԴ):

Գեոֆիլտրացիոն պայմանների սխեմայացումը ցույց է տալիս, որ տարածքի ջրաերկրաբանական կտրվածքը կարելի է դիտարկել երկշերտ ջրատար հորիզոնով՝ բաժանված ջրամերժ շերտով (տես աղյուսակ 4.2):

Արևիկի ջրհոսքից լրացուցիչ քանակի ջրառի կանխագուշակման խնդրի լուծումը կատարված է մի քանի տարբերակներով՝ կախված ջրառի մեծությունից, համապատասխան հորատանցքերի քանակից և ջրհանման տևողությունից:

I տարբերակ՝ ջրաերկրաբանական հակադարձ խնդրի լուծում - Այս տարբերակով լուծված է Արևիկի ստորերկրյա ջրերի 3օր տևողությամբ 25 շահագործվող հորատանցքերից փորձնական ջրառի ($\Sigma Q=556,7$ լ/վրկ) խնդիրը: Հորատանցքերի ելքերը և դրանց համապատասխան ճնշումային ջրերի մակարդակների իջեցումների մեծությունները բնական պայմաններում բերված են աղյուսակ 4.2-ում:

Լուծված խնդրի արդյունքում հորատանցքերի նույն ելքերի համար ստացված են ճնշումային ջրերի դինամիկ մակարդակների իջեցումների մեծությունները հորատանցքերում և ամբողջությամբ հանքավայրի համար: Արդյունքների համեմատությունը բնական պայմաններում կատարված դիտումների իջեցումների հետ ցույց են տալիս դրանց ընդունելիությունը: **II տարբերակ՝ ջրառի կանխագուշակման ուղիղ խնդրի լուծում** - Լուծված է կանխագուշակման խնդիրը՝ Արևիկի հանքավայրից ջրառի քանակի մեծացում մինչև 557լ/վրկ: Խնդրի լուծման արդյունքում կառուցված են ճնշումային ջրերի մակարդակների իջեցման կանխագուշակման քարտեզներ ջրառների տարբեր տևողությունների համար՝ 1, 5, 10, 15, 20, 25 տարի: Ըստ մոդելավորման արդյունքների 30օր ջրառից հետո ջրի մակարդակի իջեցումները հիմնականում տատանվում են 3-9մ: Վեց ամիս և մեկ տարի ջրառներից հետո նշված իջեցումները տատանվում են 4-ից 10մ, իսկ թիվ 5, 7, 9 հորատացքերում համապատասխանաբար 17, 18, 19մ:

Արևիկի ջրահոսքի բնական և հաշվարկային ջրաներկաբանական բնութագրեր

Աղյուսակ 4.2

Ի/հ շահագործողական հորատանցքերի համարները	Հորա տանցքերի բացարձակ նիշերը, մետր	Սկզբների ստադիկ մակարդակի բացարձակ նիշերը, մետր	Ջրի խորությունը հողի մակերեսից մինչև շահագործումը, մ	Ջրադար հորիզոնի էֆեկտիվ հզորությունը, մ	Մինչև շահագործումը 3օր փակված կատարված փորձնական ջրառման արդյունքները			Դաշտային դիտարկումների փաստացի տվյալները				Դիտահորերից կատարված փորձնական ջրառման արդյունքները				
					Հորատանցքերի եմբերը, լ/վրկ	Իջեցումը, մ	Ջրափութությունը, km, մ/օր	Հորատանցքերի եմբերը, լ/վրկ	Իջեցումը, մ	Ջրափութությունը, km, մ/օր	Պեղմանտրիկ մակարդակի բացարձակ նիշը	Ջրի սկզբնական մակարդակի բացարձակ նիշը	Ջրի ստադիկ մակարդակի խորությունը, մ	Դիտահորերի եմբերը, լ/վրկ	Իջեցումը, մ	Ջրափութությունը, km, մ/օր
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1531,2	1527,4	-3,8	19,0	24,3	7,0	451	11	0,56	312	1525,84	1531,05	-3,55	6,5	2,16	390
2	1534,1	1527,6	-6,5	20,5	10,0	6,2	209	6	0,75	176	1526,85	1528,24	-7,56	7,2	4,8	195
3	1527,4	1521,6	-5,8	22,5	10,0	10,7	121	6	0,54	100	1521,06	1527,3	-6,31	7,3	4,56	2,8
4	1530,0	1524,3	-5,7	26,1	22,2	6,0	481	11	1,50	407	1522,80	1521,0	-5,60	8,0	3,04	338
5	1525,7	1520,1	-5,6	35,5	21,9	5,1	556	11	0,74	473	1519,36	1521,65	-7,15	7,8	3,25	312
6	1529,1	1522,5	-6,6	22,0	10,0	5,1	255	6	0,3	220	1522,37	1516,44	-10,76	8,0	2,0	520
7	1526,2	1520,9	-5,3	38,6	34,2	3,3	1347	17	0,74	144	1520,14	1517,71	-7,39	7,9	1,84	558
8	1527,9	1521,4	-5,5	37,7	16,2	5,8	359	17	0,13	304	1521,27	1519,15	-4,65	7,7	2,96	338
9	1524,1	1517,2	-6,9	31,5	32,0	6,1	682	17	1,86	572	1515,36	1509,3	-16,0	8,0	1,38	753
10	1525,7	1516,4	-9,3	29,5	30,7	5,9	678	17	7,4	540	1509,05	1505,8	-14,6	8,0	0,72	1443
11	1520,8	1508,8	-12,0	27,0	20,5	3,4	780	11	2,32	660	1506,48	1503,7	-19,9	7,9	0,28	3666
12	1523,0	1512,4	-10,6	23,0	22,7	1,9	1578	11	2,25	660	1510,08	1502,0	-15,7	7,8	0,9	1125,3
13	1521,2	1506,7	-14,5	24,0	18,0	3,0	780	11	2,41	1320	1504,32	1498,60	-17,7	6,9	1,35	664,3
14	1521,0	1507,5	-13,5	26,0	17,5	1,8	1261	11	2,51	1070	1504,98	1496,24	-19,86	8,0	0,55	1885
15	1520,7	1503,4	-17,3	28,0	26,8	0,9	3757	17	2,78	3200	1500,65	1497,75	-20,35	7,2	1,75	534

Աղյուսակ 4.2-ի շարունակություն

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
16	1520,2	1506,8	-13,4	35,0	28,2	2,2	1690	17	2,07	1430	1506,73	1495,29	-16,71	8,0	0,1	10400
17	1519,5	1502,4	-17,1	36,0	26,0	1,8	1872	17	2,25	1580	1500,15	1496,02	-20,18	7,4	2,2	437
18	1517,6	1503,6	-14,0	24,0	21,9	4,5	637	11	1,63	540	1501,97	1495,55	-12,45	7,7	0,48	2080
19	1520,0	1498,3	-21,7	31,0	16,6	3,6	598	11	1,95	506	1496,35	1491,07	-15,03	8,0	0,1	10400
20	1520,1	1503,1	-17,0	31,0	29,0	7,7	489	17	1,80	404	1501,30	1497,3	-6,7	7,8	4,6	220
21	1517,0	1497,4	-19,6	30,0	17,5	7,1	325	11	1,65	275	1495,75	1520,20	-6,49	7,8	1,1	910
22	1509,0	1495,5	-13,5	31,0	37,2	0,2	2197	17	0,13	5000	1495,37	1506,05	-15,25	7,7	1,4	715
23	1515,2	1496,0	19,2	12,0	15,7	6,8	229	11	1,65	253	1494,35	1491,55	-13,25	8,0	0,06	16250
24	1504,3	1499,1	-5,22	19,0	22,1	13,3	214	11	1,37	182	1497,68	-	-	-	-	-
25	1507,2	1493,6	13,6	20,0	25,5	4,4	754	17	1,72	682	1491,90	-	-	-	-	-

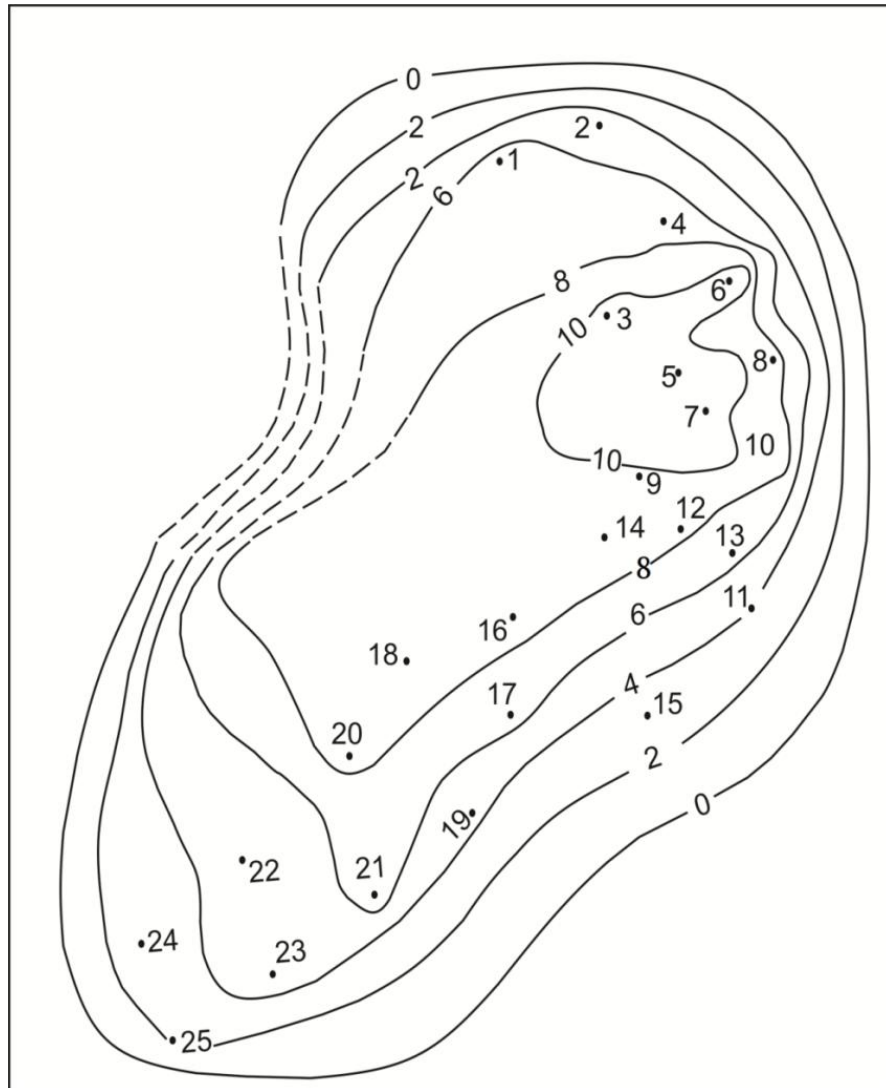
Հետագա տարիների ջրառից ջրի մակարդակների իջեցումների փոփոխություն
չի նկատվում: Որպես օրինակ նկար 4.2-ում բերված է գեոֆիլտրացիոն դաշտի
կանխագուշակման պատկերը 5 տարվա շահագործումից հետո:

1. ●22 -շահագործական հորատանցքեր,
2. ~8~ իջեցումների իզոգծերը մետրերով

Նկար 4. 2 Ստորերկրյա ջրի մակարդակի իջեցումները Արևիկի հանքավայրի
տարածքում 5 տարվա շահագործումից հետո,
 $\Sigma Q=557$ լ/վրկ

Ջրառի կանխագուշակման III և IV տարբերակներ - Լուծված է
կանխագուշակման խնդիր Արևիկի հանքավայրից ջրառի քանակների մեծացում մինչև
685լ/վրկ և 830լ/վրկ: Ընդ որում III տարբերակում մեծացվել են որոշ հորատանցքերի
եղքերը, իսկ IV տարբերակում հորատանցքերի քանակը ավելացվել է 9-ով (հասցվել

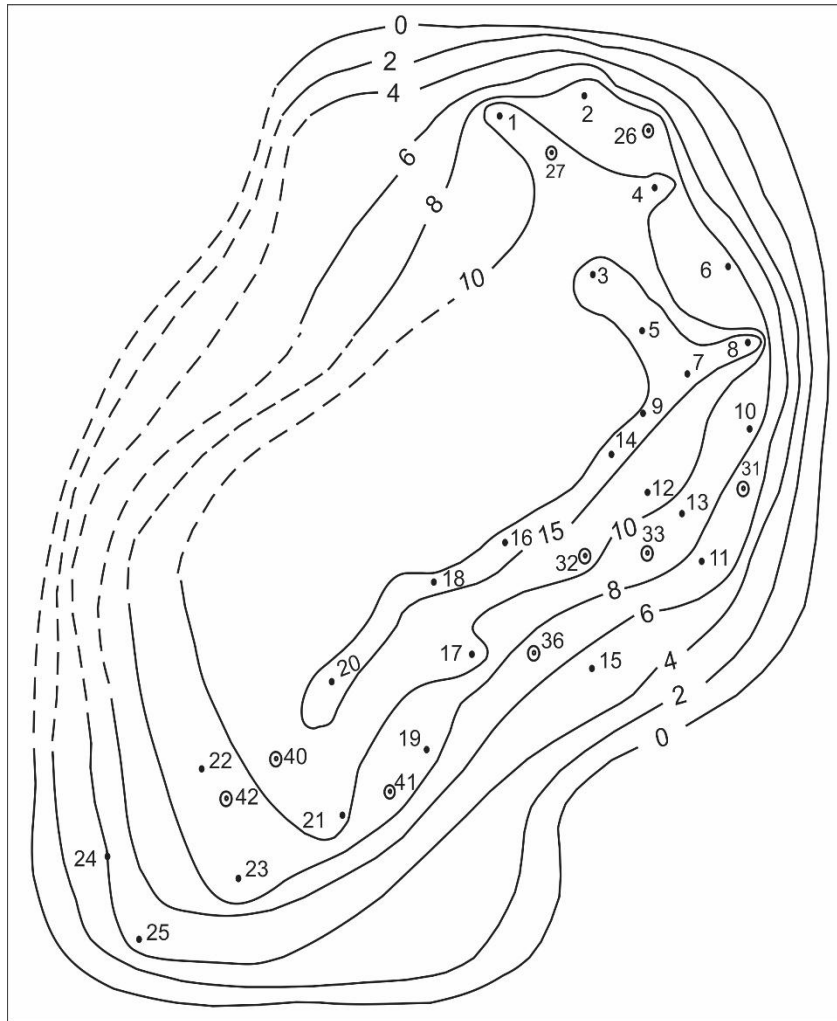
34-ի): Տվյալ խնդիրների լուծման արդյունքում ստացված տվյալների համաձայն ջրի մակարդակի իջեցումները մեկ տարի ջրառումից հետո հիմնականում տատանվում են՝ III տարբերակում 6-13մ, ամենամեծը 17-18մ (թիվ 5, 7, 9 հորատանցքեր), իսկ IV տարբերակում՝ 3-15մ, ամենամեծը 17, 5-19մ (թիվ 5, 7, 9 հորատանցքեր) (աղյուսակ 4.3):



1. ●22 -շահագործական հորատանցքեր,
2. ~8~ իջեցումների իզոգծերը մետրերով:

Նկար 4. 3 Ստորերկրյա ջրի մակարդակի իջեցումները Արևիկի հանքավայրի տարածքում 5 տարվա շահագործումից հետո,
ΣQ=685լ/վրկ

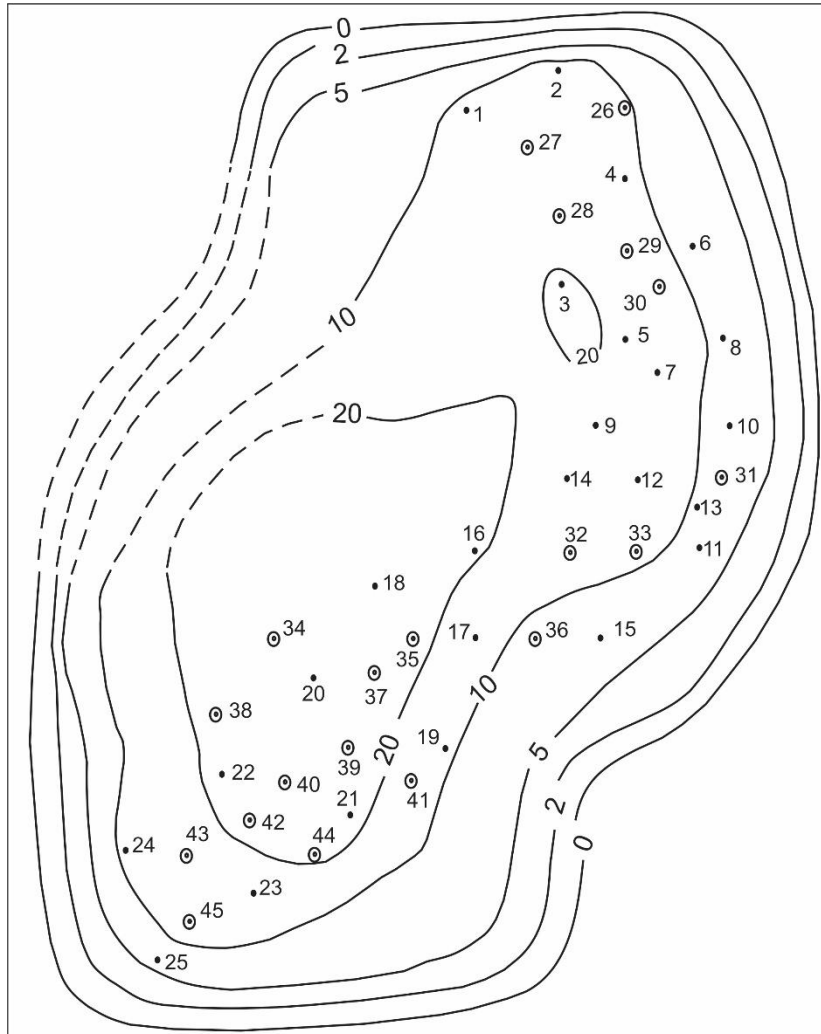
Պետք է նշել, որ առավելագույն իջեցումը ստացվում է տարածքի կենտրոնական մասում՝ թիվ 5, 7, 9 հորատանցքերի շրջակայքում: Խնդրի լուծման III և IV տարբերակների համար 5 տարի ջրառից հետո ջրի մակարդակների իջեցումների կանխագուշակման գեոֆիլտրացիոն քարտեզների օրինակ բերված են 4.3 և 4.4 նկարներում: Բոլոր տարբերակների խնդիրների լուծումներից ստացված իջեցումների մեծությունները չեն գերազանցում թույլատրելի իջեցումներին (տես աղյուսակ 4.3):



1. ●22 -շահագործական հորատանցքեր,
2. Թ14 - նախագծվող հորատանցքեր,
- 3.~8~ իջեցումների իզոգծերը մետրերով:

Նկար 4. 4 Ստորերկրյա ջրի մակարդակի իջեցումները Արևիկի հանքավայրի տարածքում 5 տարվա շահագործումից հետո,
 $\Sigma Q=830$ լ/վրկ

Ջրառի կանխագուշակման V տարբերակ - Այս տարբերակում ջրառի քանակը հասցված է 1090լ/վրկ, իսկ հորատանցքերի քանակը՝ 45-ի, որի արդյունքները բերված են աղյուսակ 4.3-ում և նկար 4.5-ում:



1. ●22 -շահագործական հորատանցքեր,
2. 014 - նախագծվող հորատանցքեր
3. ~8~ իջեցումների իզոգծերը մետրերով:

Նկար 4. 5 Ստորերկրյա ջրի մակարդակի իջեցումները Արևիկի հանքավայրի տարածքում 5 տարվա շահագործումից հետո,
ΣQ=1090լ/վրկ

Արևիկի հանքավայրի ճնշումային ջրերի մակարդակների իջեցումները տարբեր ջրառների դեպքում (մաթեմատիկական մոդելավորման տվյալներով)

Աղյուսակ 4.3

Հորատանցքերի թիվ	Հորատանցքերի ելքերը և իջեցումները /ՊՆԻԻՍ/, օր		Երկրորդ տարբերակ /ΣQ=557/վրկ ելք/				Հորատանցքերի ելքերը, /վրկ/	Երրորդ տարբերակ /ΣQ=685/վրկ ելք/			Հորատանցքերի ելքերը, /վրկ/	Չորրորդ տարբերակ /ΣQ=830/վրկ ելք/			Հորատանցքերի ելքերը, /վրկ/	Հինգերորդ տարբերակ /ΣQ=1090/վրկ ելք/			Թույլատրելի իջեցումներն ըստ ԵԱՄ-ի
			Ջրի մակարդակների իջեցումները հորատանցքերում, մ					Ջրի մակարդակների իջեցումները հորատանցքերում, մ				Ջրի մակարդակների իջեցումները հորատանցքերում, մ				Ջրի մակարդակների իջեցումները հորատանցքերում, մ			
	Q, /վրկ	S, մ	3 օր	30օր	0,5 տարի(տ)	1 տարի(տ)		30օր	0,5 տ	1 տ		30օր	0,5 տ	1 տ		30օր	0,5 տ	1 տ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	24,3	7	6	8	8	8	25	8	8	8	25	9	10	10	25	10	12	12	10,5
2	10	6,2	5	6	6	6	10	6	6	6	10	8	8	8	10	8	9	9	10,2
3	10	10,7	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15,2	15,3	10	20	20	20	16,5
4	22,2	6	6	9	9	9	25	10	10	10	25	10	12	12	25	12	12,5	13	13,2
5	21,9	5,1	5	8	17	17	25	16	17	17	20	16	17	17,2	25	20	20	20	19,7
6	10	5,1	5	9	10	10	10	10	11	11	10	10,6	11,2	11,2	11	12	13	13,1	11
7	34,2	3,3	7	16	17	17	35	17	18	18	30	17,5	18,5	18,5	35	20	21	21,5	21
8	16,2	5,3	6	10	10	10	20	13	13,4	13,5	20	13	13,6	13,7	20	14	15	15	19,8
9	32	6,1	7	18	19	19	30	17	18	18	25	17,6	18,6	18,7	30	20	20,6	20,6	18,3
10	30,7	5,9	6	10	10	10	35	10	10	10	35	10	10	10	35	12	12	12	15,0
11	20,5	3,4	4	7	7	7	23	8	8,3	8,3	28	9	9,4	9,4	28	10	12	12	16,5
12	22,7	1,9	5	10	11	11	25	12	12,8	12,9	25	13,4	14	14,2	25	14	20	20	12,9
13	18	3,0	2	5	5,7	6	30	7	7,5	7,5	30	8,1	8,8	8,8	30	9	10,5	11	13,5
14	17,5	1,3	2	8	3,5	9	30	9,6	10	10,5	30	11	12	12	30	12	13	14,2	21,5
15	26,8	0,9	1	3	3,2	3,2	35	4	4,4	4,4	35	5	5,6	5,6	35	6	7	7,5	11,5
16	28,2	2,2	3,8	9	9,7	10	35	10,7	11,5	11,7	30	12	13	13,1	35	20	20	20	24,1
17	26	1,8	2,0	6,5	7	7	35	8,4	9,3	9,3	35	10	11	11	35	10	14,0	14,4	19,9
18	21,9	4,5	4	3	9	9	27	10	11	11	22	11,2	12,7	12,7	27	18	18	18	14,0
19	16,6	3,6	1	3,4	3,9	4	30	6	7	7	30	8	9	9	30	10	13,0	13,2	18,6
20	29	7,7	7	10	10	10	30	12	12,2	13	25	13,9	15,1	15,2	30	20	22,0	22,5	18,5
21	17,5	7,1	3	5	6	6	30	9	10	10	20	10	11	11	30	20	20,0	20,0	22,4
22	37,2	0,2	0,2	3	3,3	4	40	5	6	6	40	8	9	9	40	10	20,0	20,0	16,0

Աղյուսակ 4.3—ի շարունակություն

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
23	15,7	6,3	3	4	5	5	25	6,4	7	7	20	7,6	8,4	8,4	25	10	14,0	14,2	16,8
24	22,1	13,3	7	8	8	8	25	9,3	10	10	25	10	10,5	10,5	25	10	12,0	13,5	11,2
25	25,5	4,4	3	3	3	3	35	4,4	4,5	4,5	35	4,8	5,0	5,0	35	7	7,0	7,5	12,4
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	8	8	8	15	9	10	11,0	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	10	10	10	20	10	10	10,5	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	10	10	11,0	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10	10,6	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10	12,0	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	7	7	7	20	8	8	8,0	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	9	10	10	20	10	10	10	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8	9	9	20	9	10	11,0	-
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	20	20	20	-
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	20	20	20	-
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	7	7	7	25	10	10	10	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	20	20	20	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	10	20	20	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	20	20	20	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	9	10	10	30	10	20	20	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	8	9	9	15	10	10	11	-
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	8	9	9	25	10	20	20	-
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	10	10	11	-
44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	10	20	20	-
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	9	10	11	-

Եզրակացություն: Այսպիսով բոլոր տարբերակների լուծումների արդյունքների ընդհանրացումը ցույց է տալիս, որ լրացուցիչ ջրառի հետևանքով ջրի մակարդակի ոչ թույլատրելի իջեցումներ, ինչպես շահագործվող, այնպես էլ նոր առաջարկվող (նախագծվող) հորատանցքերում չեն նկատվում: Այդ հանգամանքը թույլ է տալիս անել եզրակացություն, որ Արևիկի ջրհոսքից կարելի է կատարել ստորերկրյա ջրերի լրացուցիչ ջրառ մինչև 900 Լ/վրկ:

4.1.2. Ապարանի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի ջրաերկրաբանական մոդելավորման արդյունքները (Արագածի լեռնազանգվածի հյուսիս-արևմտյան տարածք)

Ներկայումս Ապարանի գոգավորությունից ջրամատակարարման նպատակով հորատանցքերի օգնությամբ վերցվում է մոտ 600 Լ/վրկ ջուր: Հաշվի առնելով ջրամատակարարման ծավալների աճի պահանջարկը լուծված է խնդիր ճնշումային ջրատար հորիզոնից լրացուցիչ ջրառի հնարավորության վերաբերյալ: Խնդիրը լուծված է մաթեմատիկական մոդելացման մեթոդով նախորդ բաժնում դիտարկված «Տոպազ» ծրագրի օգնությամբ [4, 6]:

Ֆոնդային ջրաերկրաբանական նյութերի վերլուծման արդյունքում կատարվել է տարածքի երկրաֆիլտրացիոն պայմանների սխեմայացում: Տարածքը բերված է եռաշերտ երկրաֆիլտրացիոն սխեմայի՝ վերին – գրունտային ջրերի հորիզոն, միջին – բաժանող ջրամերժ շերտ, ստորին – ճնշումային ջրատար հորիզոն: Եռաշերտ միջավայրի համար Ապարանի գոգավորությունից ստորերկրյա ջրերի ջրառի խնդրի մաթեմատիկական լուծումը, բերված է գրունտային և ճնշումային ջրերի հորիզոնի համար ոչ ստացիոնար ծծանցման դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգի լուծման:

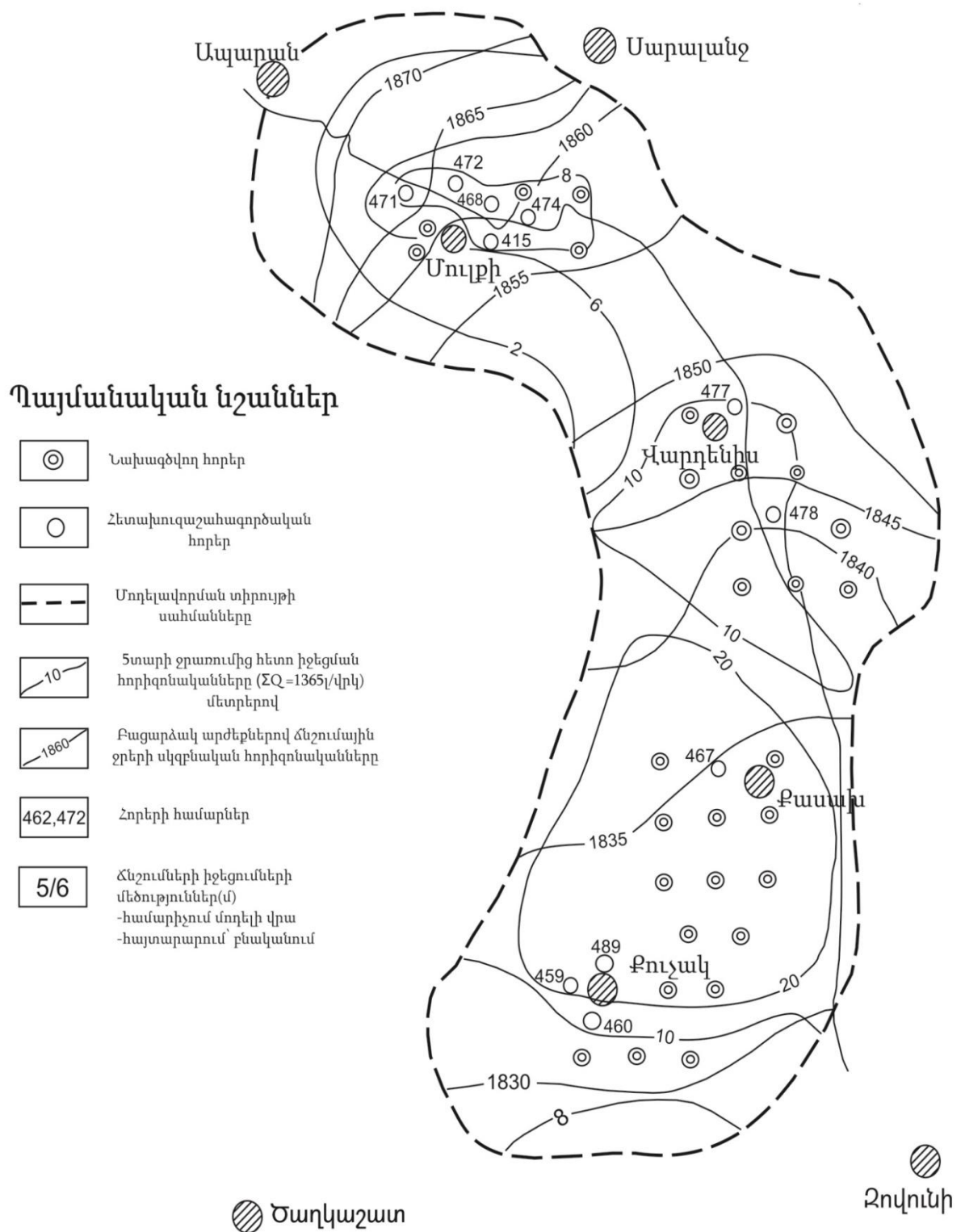
Առաջին հերթին տվյալ ջրավազանի համար լուծված է մոդելավորման հակադարձ խնդիրը: Դաշտային և մոդելավորման մեթոդներով հորատանցքերում ստացված ջրի մակարդակի իջեցումների համեմատությունը ցույց է տվել դրանց թույլատրելի համընկնումը (նկար 4.6): Ապարանի ջրավազանից հնարավոր լրացուցիչ

ջրառի խնդիրը մաթեմատիկական մոդելավորմամբ լուծվել է մի քանի տարբերակով: Ջրառը առաջարկվել է կատարել ճնշումային շերտից 31 հորատանցքերով, որոնցից 11-ը գոյություն ունեցող շահագործական, իսկ 20-ը՝ նախագծվող: Մոդելավորման միջոցով ճնշումային ջրերի իջեցումները ստացվել են 1, 5, 10 և 15 տարի ջրառման ժամկետների համար:

Քանի որ դիտարկվող տարբերակներում լրացուցիչ ջրառների ժամանակ հորատանցքերում զգալի իջեցումներ չեն նկատվում, ապա Ապարանի ջրավազանից ջրամատակարարման նպատակով լրացուցիչ ջրառման հնարավորությունը կարելի է համարել հիմնավորված: Մոդելավորման հիման վրա որոշվել է լրացուցիչ ջրառման հորատանցքերի քանակը, դրանց հնարավոր ելքերը, տարածքում դրանց արդյունավետ տեղադրումը, ջրառի տևողությունը և գումարային քանակը: Մեր առաջարկությունը հիմնավորված է հակադարձ խնդրի լուծմամբ՝ բնական և հաշվարկային ջրաերկրաբանական բնութագրերի համապատասխանության սահմաններում: Ներքո բերված հակադարձ խնդրի լուծումը հանգում է ստացիոնար ռեժիմում հավասարումների համակարգի լուծմանը՝ սկզբնական և սահմանային պայմանների կիրառմամբ (տես 4.1 բաժինը):

Դրված խնդրի լուծման I տարբերակի արդյունքները - Խնդիրը լուծված է Ապարանի գոգավորությունից 11 շահագործական հորատանցքերով խմբային ($\Sigma Q=378$ լ/վրկ) ջրառով, որի տևողությունը 99-ից մինչև 113 օր է: Մոդելավորման մեթոդով 99-օրյա ջրառի արդյունքում ստացված իջեցումների մեծությունների համեմատությունը բնական ուսումնասիրությունների հետ ցույց տվեց հորատանցքերում ջրի մակարդակների իջեցումների բավականին լավ համընկնելիություն:

Խնդրի լուծման II տարբերակ - Լուծված է կանխագուշակային խնդիր Ապարանի գոգավորությունից լրացուցիչ շահագործական հորատանցքերի տեղադրմամբ հնարավոր լրացուցիչ ջրառի վերաբերյալ: Սպասվող ջրառը մեծացվել է մինչև 1000 լ/վրկ: Ջրի այդ ծավալը վերցվում է երկրորդ ճնշումային ջրատար հորիզոնից 31 հորատանցքերով, որոնցից 11-ը գոյություն ունեցող շահագործական են, իսկ 20-ը՝ նախագծվող հորատանցքեր են (տես նկար 4.6):



Խնդրի լուծման արդյունքում ստացվել են կանխագուշակային տվյալներ՝ ջրառի հետևյալ ժամանակահատվածների համար՝ 1, 5, 10, 15 տարի: Մեկ տարվա ջրառից հետո ջրատար հորիզոնի ճնշումը նվազել է (հիմնականում հորատանցքերում) 5-ից մինչև 10մ; 5-տարյա ջրառից հետո մաքսիմալ իջեցումը երեք հորատանցքերում հասել է մինչև 20մ, իսկ մնացածներում՝ 7-ից մինչև 10 մ: Գոգավորության ծայրամասերում ճնշման իջեցումը 1-5մ է: Այսպիսով, 5-տարվա ջրառից հետո ճնշման իջեցման մեծություններում էական փոփոխություններ գործնականում չեն դիտվել: Դա նշանակում է, որ իջեցման գործընթացը հավասարակշռվում է, այսինքն դիտվում է ծծանցման հաստատված ռեժիմ: Ամբողջ Ապարանի գոգավորությամբ գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցումը տատանվում է 1-ից մինչև 3մ:

Խնդրի լուծման III տարբերակ - Սպասվող ջրառը այս տարբերակում ավելացվել է մինչև 1365 լ/վրկ: Ջրի այս քանակը վերցվում է երկրորդ ճնշումային ջրատար հորիզոնից ուղղահայաց դրենաժի 41 հորատանցքերով – 11 գոյություն ունեցող, շահագործվող և 30 նախագծվող (տես նկար 4.6):

Խնդրի լուծման արդյունքում ստացվել են ջրատար հորիզոնների ճնշումների նվազման կանխագուշակային տվյալներ՝ ջրառի հետևյալ ժամանակահատվածների համար՝ 1, 5, 10, 15 տարի: Մեկ տարվա ջրառից հետո ջրատար հորիզոնի ճնշումը նվազել է (հիմնականում հորատանցքերում) 6-ից մինչև 20մ; 5-տարյա ջրառից հետո մաքսիմալ իջեցումը մնացել է 20մ, իսկ ամբողջ գոգավորությունում՝ տատանվում է միջինը 7-ից մինչև 12 մ: 10 և 15-տարյա ջրառից հետո ճնշման իջեցման մեծություններում էական փոփոխություններ գործնականում չեն դիտվել:

Խնդրի դիտարկվող տարբերակի լուծումը ցույց է տալիս, որ չնայած լրացուցիչ ջրառին, էական իջեցումներ հորատանցքերում (շահագործվող և նախագծվող) չեն նկատվել: Հետևաբար Ապարանի գոգավորությունից վերցվող ջրերի մինիմալ քանակը հնարավոր է կրկնապատկել: Հաշվի առնելով տվյալ Խնդրի լուծման կարևորությունը ստորև բերվում է հիմնավորում հորատանցքերում ջրի մակարդակի թույլատրելի իջեցման մասին:

Ապարանի գոգավորությունից ստորերկրյա ջրերի լրացուցիչ ջրառի հնարավորության հիմնավորումը - Ստորերկրյա ջրերի շահագործողական

պաշարների ռեզիդուալ գնահատումը համարվում է ուսումնասիրվող տարածքից ստորերկրյա ջրերի հնարավոր ջրառի ջրաերկրաբանական հիմնավորման հիմքը: Սովորաբար նման գնահատականը ջրաերկրաբանական տեսանկյունից հանգեցնում է հայտարարված պահանջարկի ծավալով $Q_{\text{շահ}}$ հնարավոր ջրառի ապացուցմանը՝ հորատանցքում մակարդակի այնպիսի իջեցման դեպքում ($H_{\text{հոր}}$), որը չի գերազանցում տրված սահմանային թույլատրելի մեծությանը ($H_{\text{թույլ}}$) [22, 75, 97]:

$$H_{\text{թույլ}} = Q_{\text{շահ}} \cdot \Phi \leq H_{\text{թույլ}} \quad (6)$$

Տվյալ արտահայտության մեջ Φ -ով նշանակված է ջրհավաքի շրջանի ընդհանրացված ծծանցման դիմադրությունը, որն ընդհանուր դեպքում կախված է ջրատար հորիզոնի պարամետրերից (Π), ծծանցման տարածքի գծային չափերից և սահմանային պայմաններից (Γ), ջրհավաք կառույցի բնութագրերից (B) և ջրառի տևողությունից (t).

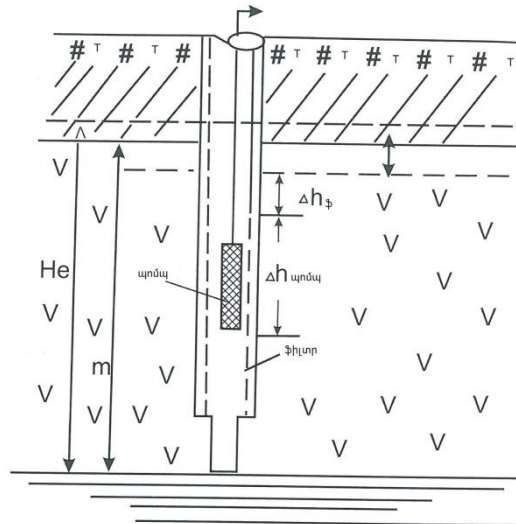
$$\Phi = f(\Pi, \Gamma, B, t) \quad (7)$$

Հորատանցքերում ջրի մակարդակի իջեցման համար ստացված տվյալները անհրաժեշտ են որոշելու հաշվարկային ժամանակահատվածի վերջում առաջարկվող դեբիտի մեծությունը (մասնավորապես 1000լ/վրկ դեպքում): Շահագործական պաշարները համարվում են ապահովված, քանի որ հաշվարկային իջեցումները մոդելավորման տվյալներով ($H_{\text{թույլ}} = 15\text{մ}$), դուրս չի գալիս թույլատրելի մաքսիմալ իջեցման սահմաններից ($H_{\text{թույլ}}$), այսինքն տվյալ դեպքում բավարարված է հետևյալ պայմանը՝

$$H_{\text{թույլ}} \leq H_{\text{թույլ}} \quad (8)$$

Թույլատրելի մաքսիմալ իջեցման մեծությունը, որը որոշվել է Ապարանի գոգավորության համար, հետևյալն է: Հայտնի է, որ տեսական սահմանային մեծությունը $H_{\text{թույլ}}$ ճնշումնային շերտում կարող է հավասար լինել հիդրավլիկ ճնշմանը, որը հաշվվում է շերտի հատակից: Սակայն, գործնական հաշվարկների օրինակները ցույց են տալիս, որ իրականում այն փոքր է սպասվող տեսական սահմանից: Դա կապված է այն բանի հետ, որ շահագործման ժամանակ հորատանցքերում պետք է լինի ջրի սյուն, որը կապահովի պոմպի նորմալ աշխատանքը և ջրաթափանց շերտի արդյունավետությունը: Պետք է հաշվի առնել նաև այն, որ մաթեմատիկական մոդելավորման ժամանակ (ընդհանրապես պաշարների

հաշվարկի ցանկացած մեթոդում) գոյություն ունի բնական պայմանների պահպանման ձևեր, որը թույլ է տալիս հորատանցքում թողնել որոշակի ջրի սյուն՝ որպես հաշվարկի անճշտության պարտադիր “պաշար”, ինչն էլ կապված է ինչպես հաշվարկային մեթոդների սխալների, այնպես էլ այն բանի հետ, որ հնարավոր չէ հաշվի առնել իրական հիդրավլիկ վիճակի ողջ բարդությունը:



Նկար 4.7 Հորատանցքում ջրի մակարդակի մաքսիմալ թույլատրելի իջեցման (H_{min}) որոշման սխեմա

Հաշվի առնելով շարադրվածը, Ապարանի գոգավորությունում մաքսիմալ թույլատրելի իջեցումը ըստ Ֆ.Մ.Բոչևերի [23]) հաշվարկված է հետևյալ արտահայտությամբ (ճնշումային շերտի համար) (նկար 4.7).

$$H_{\text{min}} \approx H_{\text{static}} - [(0,3 \div 0,5)m + \Delta h_{\text{filter}} + \Delta h_{\text{pump}}] \quad (9)$$

որտեղ H_{static} – ճնշումային շերտի հատակին սկզբնական ջրադինամիկ ճնշումն է;

Δh_{filter} – պոմպի ստորին (ջուր վերցնող) մասի ջրի մեջ սուզվելու անհրաժեշտ խորությունն է՝ հորատանցքի դինամիկ մակարդակի դեպքում;

Δh_{pump} – մերձհորատանցքային գոտում ապարների և ֆիլտրի դիմադրության հաշվին ճնշման կորուստն է;

m – ճնշումային շերտի հզորությունն է:

Որոշակի դժվարություններ կան Δh_{pump} -ի որոշման ժամանակ, չնայած ինչպես ցույց են տալիս գործնական օրինակները, այդ մեծությունն ունի փոքր արժեքներ:

Հայտնի է, որ տարբերվում են հորատանցքերի երկու ոչ լիարժեքություն - ըստ բացման աստիճանի և ըստ ջրատար հորիզոնի բացման բնույթի: Հետևաբար, լրացուցիչ C դիմադրությունը սովորաբար հանդես է գալիս երկու գումարելիների տեսքով.

$$C = C_1 + C_2$$

Այստեղ C_1 -ը լրացուցիչ դիմադրության այն մասն է, որը որոշվում է շերտի ոչ լրիվ բացմամբ;

C_2 - այն, որը որոշվում է ջրատար հորիզոնի բացման բնույթով: Հաշվի առնելով նշվածը, առաջարկվում է, որ նախագծվող հորատանցքերը ըստ բացման աստիճանի լինեն լիակատար, ինչի արդյունքում լրացուցիչ դիմադրության մեծությունը հիմնականում կորոշվի C_2 -ով: Այդ դիմադրության հետևանքով տեղի է ունենում $\Delta h_{\square}$ կորուստ, պայմանավորված հորատանցքի ֆիլտրի տիպով:

Մեծ նշանակություն ունեն հորատանցքի մոտ տեղադրված ապարների ջրաթափանցելիության և կառուցվածքում ժամանակային փոփոխությունները, որոնք տեղի են ունենում հորատման ժամանակ տարբեր տիպի մեխանիկական և ֆիզիկա-մեխանիկական պրոցեսների ազդեցությամբ (ապարների խտացում, սուֆֆոզիա և այլն): Շահագործման ժամանակահատվածում լրացուցիչ դիմադրություն առաջանում է նաև հորատանցքի մոտ ծծանցման գծային օրենքի խախտման հետևանքով:

C_2 – ի մեծության հաշվարկի առավել արդյունավետ մեթոդ դեռ չկա, բայց այն կարելի է գնահատել հատուկ գրաֆիկներով և կախված է հորատանցքի տրամագծի մեծությունից, մեկ մետր ֆիլտրի պերֆարացիայի մեծությունից, ներթափանցման խորությունից և փամփուշտի տրամագծից [23]: Ապարանի տեղամասի համար կատարված հաշվարկները ցույց տվեցին, որ ճնշման անկումը Δh_{ϕ} կազմում է մոտ 5մ: Ընդհանուր C դիմադրության և դրա C_1 ու C_2 բաղադրիչների փորձնական որոշման արդյունքների վերլուծության հիման վրա կարելի է առավել ճշգրիտ նախագծել հետագա շահագործական հորատանցքերի ջուր ընդունող մասի տեսակն ու կառուցվածքը:

Ապարանի գոգավորության որոշ գործակիցների փաստացի և հաշվարկային տվյալների հիման վրա որոշված է հորատանցքում ջրի մակարդակի իջեցման մաքսիմալ թույլատրելի սահմանը:

$H_{\text{հաշվարկների ժամանակ ընդունված են հետևյալ մեծությունները.}}$

$H_{\text{ջրադին.ճնշ}}=140\text{մ, } \Delta h_{\text{հաշվարկների ժամանակ}}=70\text{ մ (փաստացի փորձնական ջրհանման ժամանակ Ապարանի գոգավորությունում այն հավասար է 70 – 80մ); } \Delta h_{\text{հաշվարկների ժամանակ}}=5\text{մ; որպես տվերցված է միջին արդյունարար հզորությունը, որը մոտավորապես հավասար 20մ: Այսպիսով}}$

$$H_{\text{հաշվարկների ժամանակ}} = 140\text{մ} - [0,5 \times 20 + 70 + 5]\text{մ} \approx 55\text{մ}$$

Հետևաբար՝

$$H_{\text{հաշվարկների ժամանակ}} < H_{\text{հաշվարկների ժամանակ}}$$

Եզրակացություն - Մաթեմատիկական մոդելավորման արդյունքները ցույց են տալիս, որ Ապարանի գոգավորությունից մինչև 1000լ/վրկ ծավալով ջրառի ժամանակ սպասվող ճնշումային ջրատար հորիզոնի մակարդակի իջեցումը չի գերազանցի հնարավոր թույլատրելի մեծությունը:

4.2 Ստորերկրյա ջրերի լրացուցիչ ջրառի հիմնավորում աղբյուրների բեռնաթափման կից տեղամասերից ցամաքուղային կառույցների միջոցով

ՀՀ տարածքի ստորերկրյա ջրերի աղբյուրների ռեժիմի բազմատարյա ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս հետամտել ջրատար հորիզոնների ծախսի փոփոխությունները տարբեր ժամանակահատվածների համար [82]:

Մասնավորապես Արագածի լեռնազանգվածի աղբյուրներին բնորոշ է ջրառատության տարբեր աստիճան: Ըստ աղբյուրային հոսքի մոդուլի մեծության տարանջատվում են.

- ուժեղ ջրառատ – աղբյուրային հոսքի մոդուլը 5լ/վրկ և ավելի;
- ջրառատ – աղբյուրային հոսքի մոդուլը փոքր 5լ/վրկ-ից;
- թույլ ջրառատ - աղբյուրային հոսքի մոդուլը փոքր 1լ/վրկ-ից:

Բացահայտված օրինաչափությունը (ըստ ապարների ջրառատության աստիճանի) թույլ է տալիս բնութագրել Արագածի լեռնազանգվածի ստորերկրյա ջրերի բնական ռեսուրսների տարածական բաշխումն ըստ բարձրությունների և առանձին ջրատար հաստվածքների:

Հայտնի է, որ մթնոլորտային տեղումները հանդիսանում են ջրաղբյուրների գլխավոր ռեժիմառաջացնող գործոն, իսկ դրանց բաշխումն ըստ տարվա ժամանակների՝ բնորոշում է ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսների քանակական փոփոխության բնույթը: Նշենք, որ գոյություն ունի հստակ կապ մթնոլորտային տեղումների քանակի և հիպսոմետրիկ նիշերի միջև: Արագածի լեռնազնգվածի տարածքում ըստ ծախսի փոփոխման աստիճանի առանձնացվում են աղբյուրների չորս տիպեր [82].

- աղբյուրներ դեբիտի փոփոխման բարձր աստիճանով (75-100%)
- աղբյուրներ դեբիտի փոփոխման զգալի աստիճանով (50-75%)
- աղբյուրներ դեբիտի փոփոխման միջին աստիճանով (25-50%)
- աղբյուրներ դեբիտի փոփոխման թույլ աստիճանով և հարաբերական կայունությամբ (1-25%) :

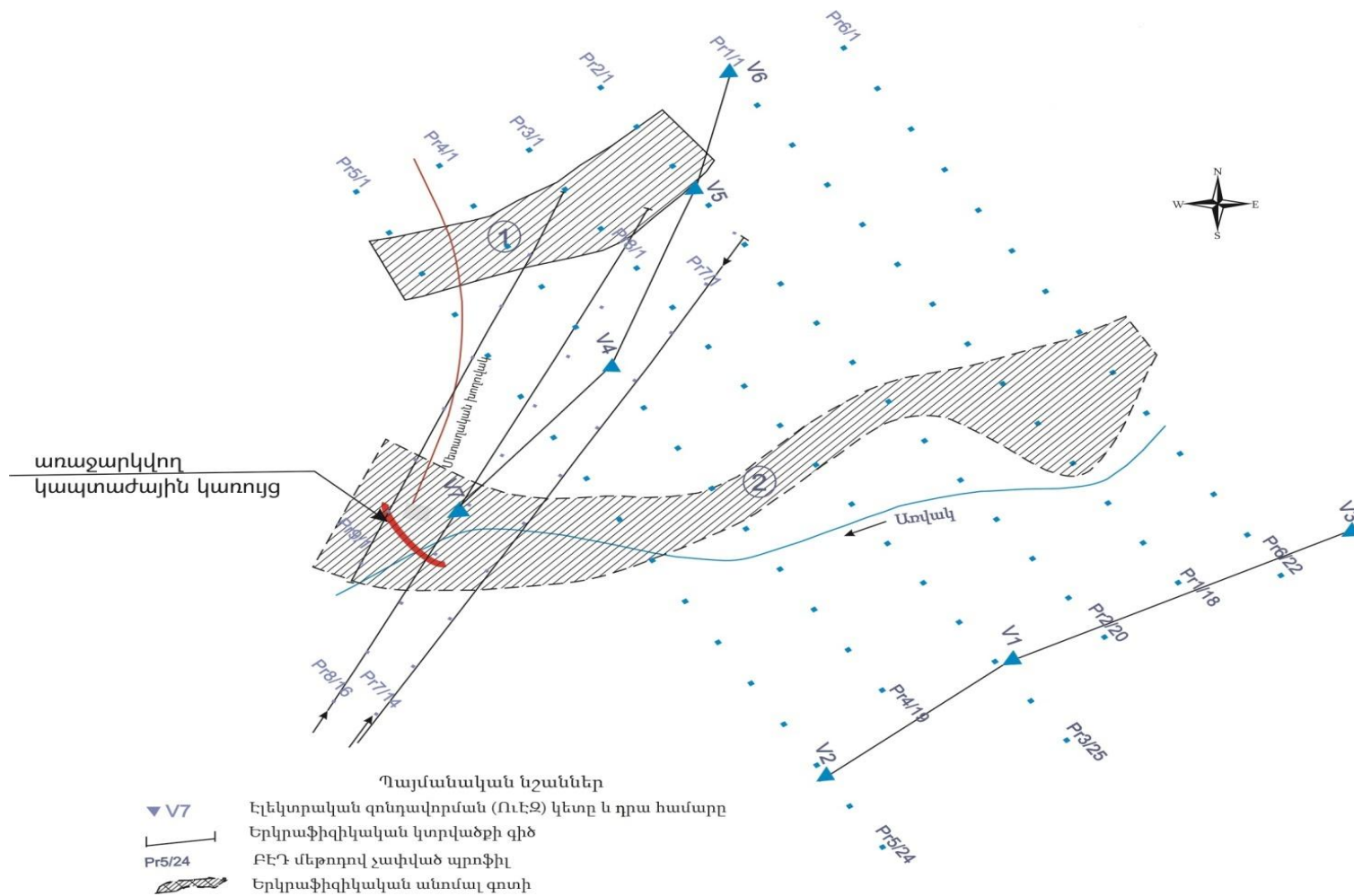
Ստորերկրյա ջրերի որոնման և հետախուզման համար նշված աղբյուրային բնութագիրը և դրանց տարածական բաշխվածությունը հաշվի է առնված մեր կողմից առաջարկվող խնդրի լուծման համար՝ լրացուցիչ ջրառ գործող աղբյուրների բեռնաթափման կից տեղամասերից: Որպես հիմնավորման օրինակ բերված է հեղինակի մասնակցությամբ Արագածի լեռնազանգվածի հարավ-արևմտյան տեղամասում իրականացված ուսումնասիրությունների արդյունքները: Այստեղ Արագածոտնի մարզի Ներքին Բազմաբերդ համայնքին պատկանող տարածքում կատարվել են ջրաերկրաբանական դիտարկումներ և դաշտային ջրաերկրաֆիզիկական աշխատանքներ ստորգետնյա (մերձմակերեսային մինչև 8-10մ խորությունում) գործող ջրառի կից տարածքից նոր ջրաղբյուրների հայտնաբերման ուղղությամբ: Դրված խնդրի լուծման համար կապտաժային տեղամասում ջրաերկրաբանական դիտարկումների հիման վրա ընտրվել է երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների տեղամաս (նկար 4.8): Աշխատանքների կատարման հիմնական մեթոդներ ընտրվել են՝ երկրաֆիզիկական բնական էլեկտրական դաշտի (ԲԷԴ) և ուղղաձիգ էլեկտրական զոնդավորման (ՈՒԷԶ-ի) մանրակրկիտ չափումների տարբերակները: Նկար 4.9–ում բերված է ԲԷԴ պոտենցիալների (ΔՍ, միլիվոլտերով) գրաֆիկների քարտեզը: Տվյալ տարածքում բնական դաշտի առաջացման հիմնական

գործոններից են ստորերկրյա ջրերի առկայությունը և դրանց շարժման ուղղությունները: Բացի այդ դաշտի լարվածության վրա ազդեցություն ունեն նաև երկրաբանական կտրվածքի ապարների տեսակները: Կազմված քարտեզի վրա հետամտվում են երկու լոկալ անոմալիաներ (թիվ 1 և 2), որոնք ունեն հյուսիս-արևելք – հարավ-արևմուտք տարածման ուղղություններ: Այդ անոմալիաներն ունեն հետևյալ ջրաերկրաբանական մեկնաբանությունը:

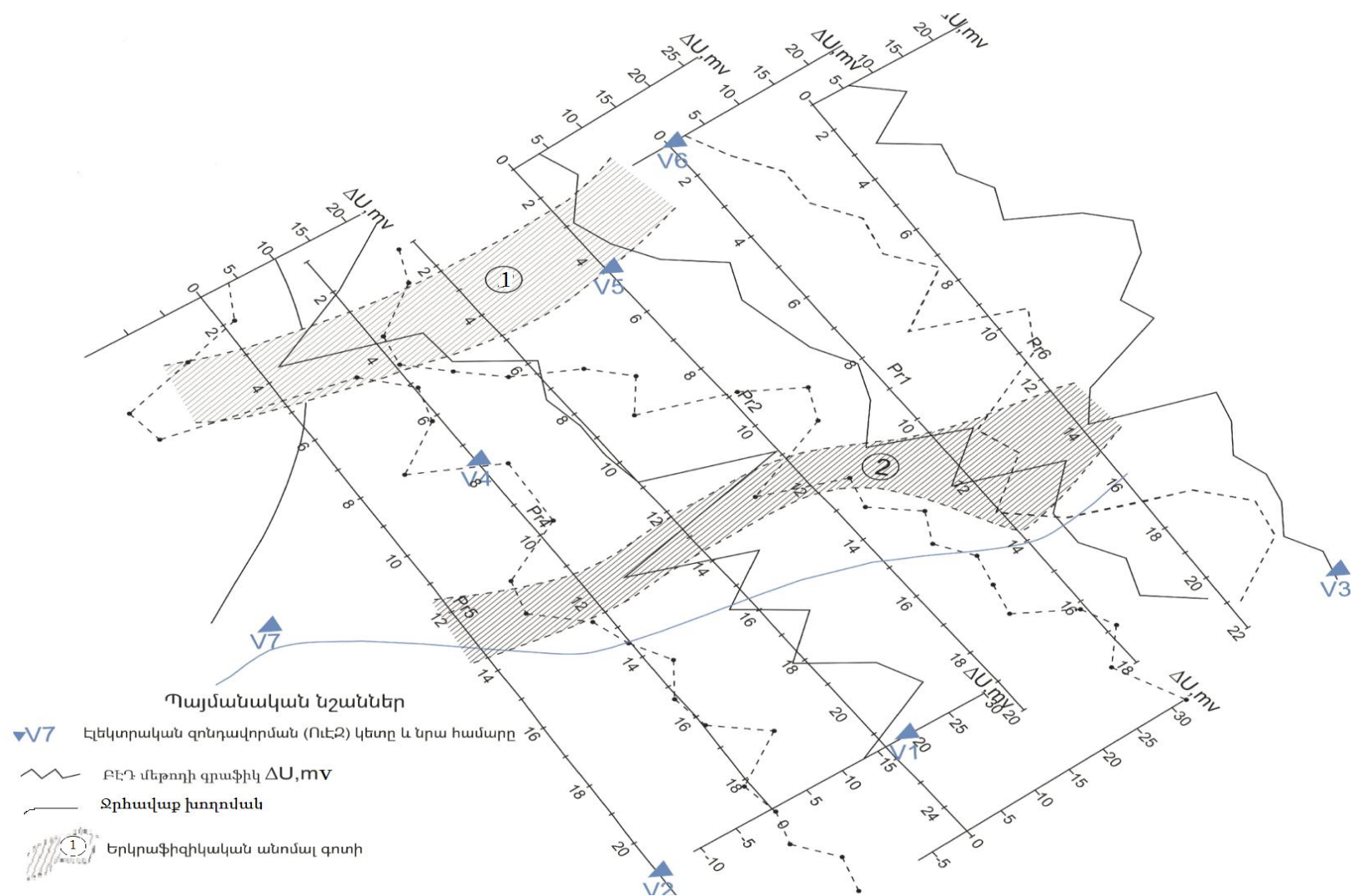
Անոմալիա 1-ը պայմանավորված է համեմատաբար կենտրոնացված ստորերկրյա ջրահոսքի առկայությամբ, որը հատում է ներկայումս գործող ստորգետնյա կապտաժային (ջրհավաք) խողովակը:

Անոմալիա 2-ը տարածական զուգահեռ է անոմալիա 1-ին, ինչպես նաև տարածքով անցնող բնական առվակին և ուղղված է դեպի նշված կապտաժային ջրհորը:

ԲԷԴ մեթոդի իզոպոտենցիալների քարտեզի վրա նկատվում է բնական լարվածության մեծությունների համեմատական աճ հյուսիս-արևմուտք – հարավ-արևելք ընդհանուր ուղղությամբ: Այն հիմնականում պայմանավորված է ուսումնասիրված տեղամասում ստորերկրյա ջրերի առկայությամբ:



Նկար 4.8 Ներքին Բազմաբերդ համայնքում իրականացված ջրաերկրաֆիզիկական աշխատանքների փաստացի նյութերի քարտեզ, 2014թ. (բնօրինակի մասշտաբը 1:500)



Նկար 4.9 Բնական էլեկտրական դաշտի պոտենցիալների գրաֆիկների քարտեզ, Ներքին Բազմաբերդ, 2014թ.

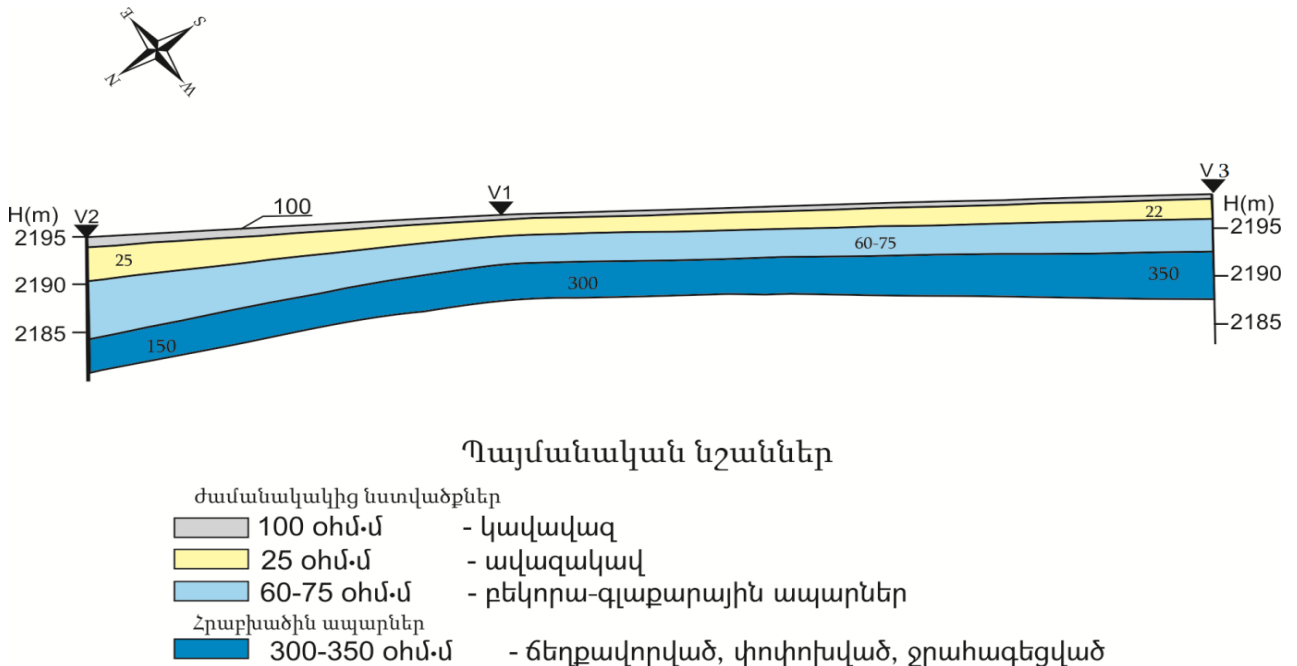
(բնօրինակի մասշտաբը 1:500)

ՈւԷԶ մեթոդի կիրառումը հնարավորություն է տվել բնութագրելու տարածքի ջրակրաբանական կտրվածքն ըստ խորության՝ բացահայտված են լիթոլոգիական շերտերը, դրանց տեղադրման խորությունները և տարածական դիրքերը:

Դրված խնդրի համար շատ կարևոր հարց է ջրատար շերտերի հայտնաբերումը: Բազմատարյա աշխատանքների փորձը ցույց է տալիս, որ լավաները, որոնք մասնավորապես տարածված են ուսումնասիրած տեղամասում, եթե ջրատար են, ապա դրանց էլեկտրական դիմադրությունը փոխվում է միջինը 200-400 Օհմ.մ-ի սահմաններում: Մինչդեռ դրանց համեմատաբար "չոր" տեսակների էլեկտրական դիմադրությունները գերազանցում են 700-8000 Օհմ.մ [62]:

Հաշվի առնելով իրականացված էլեկտրազոնդավորումների գրաֆիկների քանակական մշակման արդյունքները ներքո բերված են համապատասխան ջրակրաբանա-երկրաֆիզիկական կտրվածքներ:

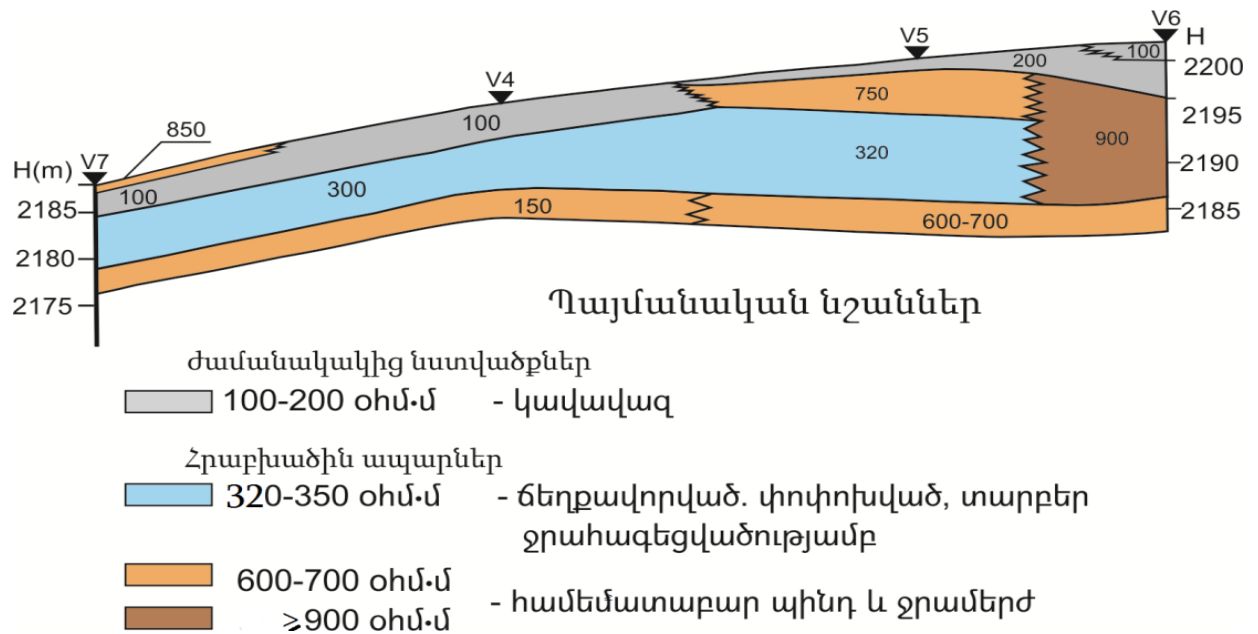
Կտրվածք I-I ունի համեմատաբար պարզ կառուցվածք՝ հյուսիս-արևելքից դեպի հարավ-արևմուտք ըստ խորության՝ 4,5-5,0 մետրից մինչև 8-10մ-ի սահմաններում հիմնականում հանդիպում են ժամանակակից կավավազային-խճաքարաբեկորային նստվածքներ, որոնցից ներքև տեղակայված են համեմատաբար ջրատար հրաբխային ապարներ (նկար 4.10):



Նկար 4.10 Երկրաբանա-երկրաֆիզիկական կտրվածք I-I պրոֆիլով, 2014թ.

(բնօրինակի մասշտաբը 1:500)

Կտրվածք II-II –ի ուղղությունը հատում է բնական էլեկտրական դաշտի անոմալիա 1-ը և 2-ը: Այն ունի բավական բարդ ջրաերկրաբանա-երկրաֆիզիկական կառուցվածք (նկ. 4.11):



Նկար 4.11 Երկրաբանա-երկրաֆիզիկական կտրվածք II-II պրոֆիլով, 2014թ.

(բնօրինակի մասշտաբը 1:500)

Որպես հավանական ջրատար շերտ ընդունված է միջինը 300-320 Օհմ.մ դիմադրության շերտը, որը բացակայում է ՈԻԷՁ-6-ի մոտ, որտեղ այդ նույն 5-6մ խորություններում հանդիպում են համեմատաբար "չոր" բազալտներ, որոնց էլեկտրական դիմադրությունը 900 Օհմ.մ է: Այստեղ ջրատար շերտը փոխում է տարածման իր ուղղությունը դեպի հյուսիս-արևմուտք:

ԲԷԴ և ՈւԷՁ մեթոդների տվյալների համատեղ վերլուծության արդյունքում ուսումնասիրված տարածքում քարտեզագրված են երկու "անոմալիա ջրահոսքեր":

Անոմալիա-1 "ջրահոսքն" ունի տարածման հյուսիս-արևելք – հարավ-արևմուտք ուղղությունը: Հիմնական ջրատար ապարները այստեղ գտնվում են կտրվածքի սկզբնական հատվածում մոտ 6-7մ, իսկ վերջնամասում՝ մոտ 3-5մ խորություններում:

Անոմալիա-2 "ջրահոսքը" ունի տարածման նույն ուղղությունը, ինչ անոմալիա-1-ը, որն իր սկզբնամասում ունի 6-7մ խորություն: Անոմալիայի վերջնամասը

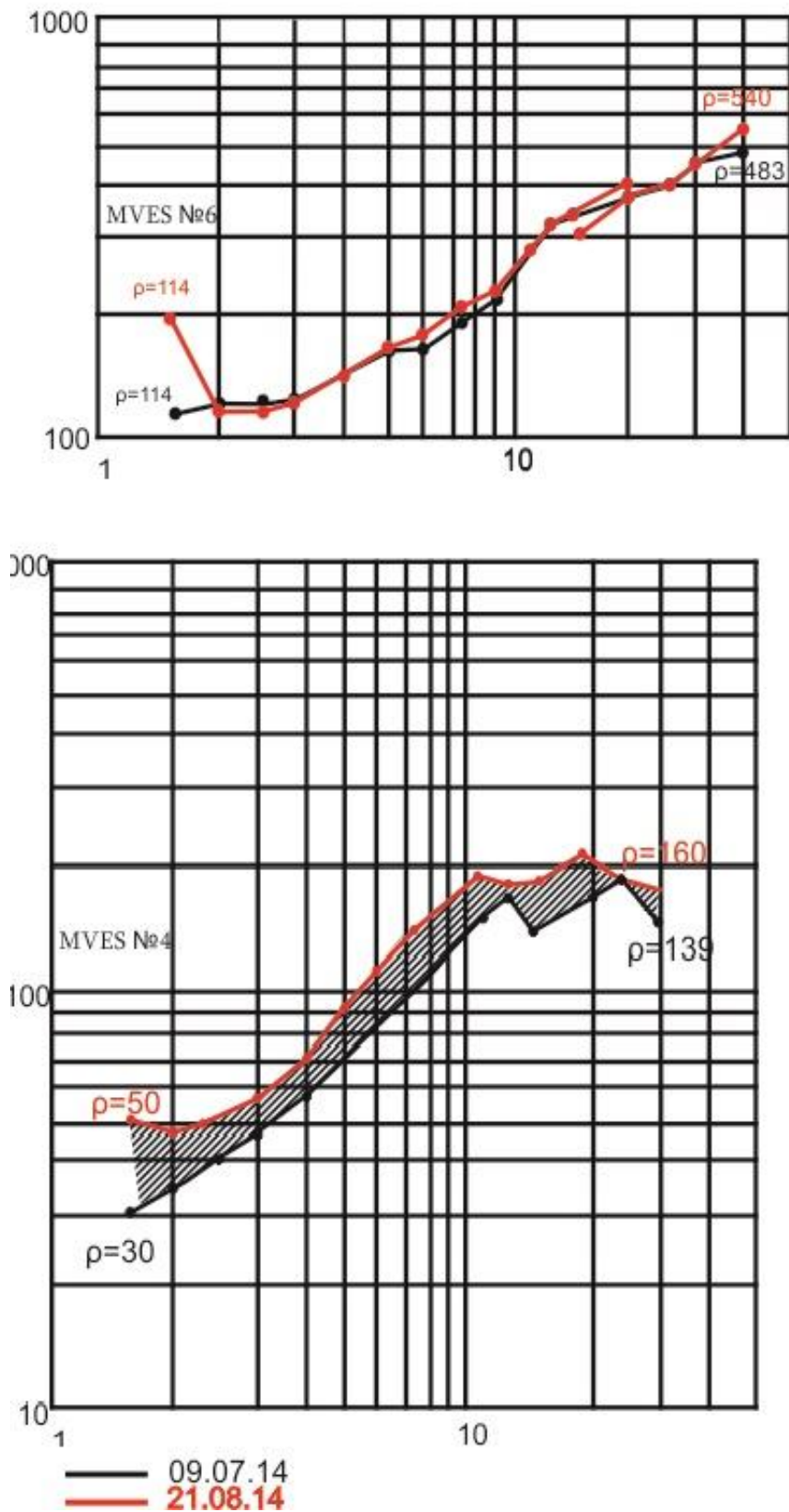
քարտեզագրված է կապտաժային կառույցից դեպի արևմուտք և այստեղ “ջրահոսքի” խորությունը կազմում է մոտ 4,6մ:

Ուսումնասիրված տարածքում լրացուցիչ իրականացվել են նաև ռեժիմային ջրաֆիզիկական դիտարկումներ (մեկ ամիս հետո), քանի որ սպասվում էին տեղամասի ջրաերկրաբանական պայմանների փոփոխություններ, պայմանավորված ստորերկրյա ջրերի մակարդակների ժամանակային փոփոխություններով: Ստորերկրյա ջրերի ծավալների փոքրացման դեպքում, սպասվում էր ջրատար ապարների էլեկտրական դիմադրությունների տարբերություն, մասնավորապես, դրանց արժեքների մեծացում: Հիմք ընդունելով այդ մոտեցումները դիտարկենք իրականացված ռեժիմային զոնդավորումների արդյունքները (նկար 4.12):

Թիվ 4 –րդ ՈՒԷԶ-ի երկրաբանական կտրվածքի խորությամբ նկատելի է ապարների էլեկտրական դիմադրության մեծացում, ինչը բացատրվում է տվյալ տեղամասում ստորերկրյա ջրերի մակարդակի իջեցմամբ, որի արդյունքում ապարները դարձել են համեմատաբար “չոր”:

Համաձայն թիվ 6-րդ ՈՒԷԶ-ի գրաֆիկների, էլեկտրական դիմադրության մեծությունները՝ դաշտային չափումների սխալի սահմաններում, համընկնում են: Ապարների էլեկտրական դիմադրությունների “հաստատուն” մնալը բացատրվում է նրանով, որ տվյալ տեղամասի երկրաբանա-ջրաերկրաբանական պայմաններում փոփոխություններ տեղի չեն ունեցել:

Այսպիսով, ռեժիմային դիտարկումների արդյունքները ցույց են տալիս ուսումնասիրված տեղամասի ջրաերկրաբանական պայմանների ժամանակային փոփոխությունները, պայմանավորված ստորերկրյա ջրերի մակարդակների տատանմամբ:



Նկար 4.12 Ռեժիմային դիտարկումների կորերը ՈւԷՋ 4-ի և ՈւԷՋ 6-ի համար

Գործնական առաջարկություններ - Արագածոտնի մարզի Ներքին Բազմաբերդ գյուղին պատկանող ներկայումս գործող ստորերկրյա ջրերի կապտաժային կառույցին կից տեղամասում հայտնաբերված ջրահոսքից ջրառի նպատակով որպես հնարավոր տարբերակ առաջարկվում է ներկայումս շահագործվող կապտաժային կառույցից դեպի հարավ-արևմուտք իրականացնել խորքային ջրհավաք-կառույց հյուսիս-արևմուտք – հարավ-արևելք ուղղությամբ: Տեղանքի ընտրությունը պայմանավորված է նրանով, որպեսզի չխախտվեն ներկայումս գործող կապտաժի ջրաերկրաբանական պայմանները: Առաջարկվող կապտաժ-կառույցի խորությունը պետք է լինի ոչ պակաս 4,5-5,0 մետր (նշված խորություններում է գտնվում ստորերկրյա ջրերի հիմնական հոսքը): Տվյալ առաջարկը իրականացնելու նպատակով „Հայջրնախագիծ,, ինստիտուտի կողմից գործնական կիրառման համար կազմված է համապատասխան նախագիծ, որի սխեման բերված է նկար 4.13-ում:

4.3 Արագածի լեռնազանգվածում նոր ջրառ կառույցների տեղադիրքերի սխեմա, հիմնավորված ժամանակակից և հնառելիեֆների փոխադարձ կապով

Աշխատանքի եզրափակիչ բաժնում դիտարկված են հարցեր, որոնք պարզաբանում են Արագածի լեռնազանգվածում նոր, արդյունավետ ջրառների տեղադիրքերի ընտրությունը, ինչը կախված է տարածքի ջրաերկրաբանական, երկրաձևաբանական և կլիմայական գործոններից: Կախված ստորերկրյա ջրերի և աղբյուրների ռեժիմի ձևավորման պայմաններից Արագածի լեռնազանգվածի տարածքը բաժանված է ջրաերկրաբանական գոտիների՝ համապատասխան բնական համակարգի ուղղահայաց գոտայնության: Համաձայն գոյություն ունեցող շրջանացման ստորերկրյա ջրերը բաժանվում են գագաթային գոտու, մերձգագաթային սարավանդի, լանջերի և ստորոտի ջրերի:

Աղբյուրների ձևավորման պայմանները տարբեր են, որի հետևանքով դրանք բաժանված են չորս խմբի [82].

- Աղբյուրներ, որոնց համար ջրատար և ջրամերժ է հանդիսանում միևնույն տիպի ապարը՝ ճեղքավորվածության տարբեր աստիճանով, որոնք հիմնականում ներկայացված են հրաբխային ծագման ապարներով:
- Աղբյուրներ, որոնք դուրս են գալիս միատիպ լավային հոսքերի հպման մասերով, ընդ որում վերին հոսքն իրենից ներկայացնում է ջրատար հորիզոն, իսկ ստորինը՝ "լիթմարգեն", համեմատաբար ամուր է և հանդիսանում է լոկալ ջրամերժ հորիզոն:
- Աղբյուրներ, որոնք հարում են երկու տարբեր լավային հոսքերի հպման մասերին, որոնցից վերինը ջրատար է, իսկ ստորինը՝ լոկալ ջրամերժ:
- Աղբյուրներ, որոնք հարում են լավային և նստվածքային ապարների հպման մասերին, ընդ որում լավային ապարները ջրատար, իսկ նստվածքայինները՝ ջրամերժ են:

Ուսումնասիրված տարածքներում երկրաձևաբանական գոտայնությանը համապատասխան առանձնացվում են չորս ջրատար գոտիներ, որոնք բնական

պայմանների բազմազանության շնորհիվ միմյանցից տարբերվում են ջրատարության աստիճանով:

Լեռնազանգվածի առաջին ջրատար գոտում զարգացած են հրաբխային կառույցներ կազմված անդեզիտո-բազալտներից, բազալտներից, անդեզիտներից և անդեզիտո-դացիտներից: Այստեղ մթնոլորտային տեղումները (մոտ 900մմ/տարի), ռելիեֆի թեքության հետևանքով հիմնականում առաջացնում են մակերևութային հոսք (տեղումների մոտ 70%-ը), իսկ մնացած մասը բաժին է ընկնում գոլորշիացմանն ու ինֆիլտրացիային:

Երկրորդ ջրատար գոտին իր մեջ է ներառում լեռնազանգվածի մերձգագաթային սարավանդը՝ կազմված երրորդական և չորրորդական հասակի լավային ապարներից: Զրամերժ շերտերի բացակայության և ապարների բարձր ինֆիլտրացիոն հատկությունների շնորհիվ մթնոլորտային տեղումների մեծ մասը (մոտ 65%) թափանցում է ստորև տեղադրված ջրատար հորիզոն: Այստեղ մշտապես գործող հզոր աղբյուրները բացակայում են:

Երրորդ ջրատար գոտու սահմաններում ձևավորվող ստորերկրյա ջրերը միայն մասամբ են դուրս գալիս մակերևույթ և, շարժվելով լավային ապարների ճեղքերով, առաջացնում են մշտական գործող աղբյուրներ:

Չորրորդ ջրատար գոտին ընդգրկում է ուսումնասիրվող լեռնազանգվածի ստորոտները: Այստեղ նստվածքները բարենպաստ միջավայր են հանդիսանում թափվող մթնոլորտային տեղումների համար, որոնց միջին տարեկան քանակը 400-500մմ է, ինչի արդյունքում ջրատար հորիզոն է ներթափանցում մթնոլորտային տեղումների բավական մեծ քանակություն: Տվյալ գոտին ամենաջրառատն է, այստեղ առկա են հզոր աղբյուրներ, որոնք դուրս են գալիս տարածքի գետերի էռոզիոն կտրվածքներից և լավային հոսքերի ու ծածկոցների ճեղքերից [81, 82]:

Ըստ ստորերկրյա ջրերի հանքայնության աստիճանի տարածքի լավային ապարներում ձևավորվում են ստորերկրյա ջրեր, որոնք հիմնականում հիդրոկարբոնատային, հազվադեպ՝ սուլֆատային կազմի են: Հանքայնության բաշխումը կատարվում է օրինաչափորեն, այն մեծանում է ստորերկրյա ջրերի սնման գոտուց դեպի բեռնաթափման գոտի՝ 50-ից մինչև 900 մգ/լ:

Աղբյուրների տեղադիրքերի և հանքայնության բնութագրերը, ինչպես նաև մեր կողմից քարտեզագրված "ինվեսիոն" տարածքների համադրումը ժամանակակից ջրբաժանների հետ հաշվի է առնված նոր ջրառ կառույցների տեղադիրքերի որոշման սխեմայում (տես նկար 4.14):

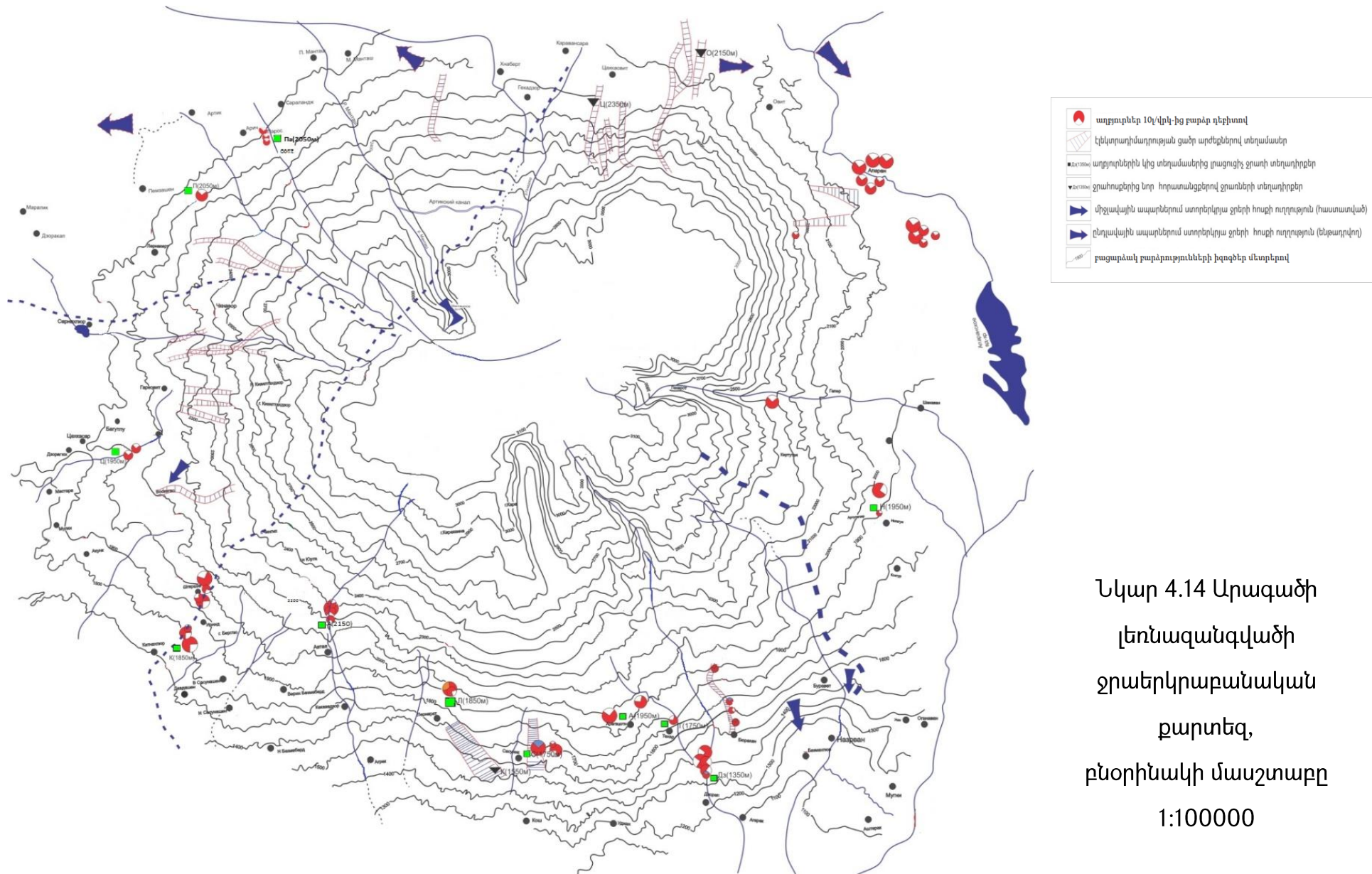
Համաձայն այդ սխեմայի նոր ջրառների (մասնավորապես տարբեր խորության հորատանցքերի) առաջարկվող սխեմայում հաշվի են առնված հետևյալ մոտեցումները.

- Դրանք ընտրված են այն գործող աղբյուրների կից տեղամասերում (համեմատաբար ավելի ցածր բացարձակ նիշերում), որոնց ծախսի ժամանակային փոփոխման աստիճանը 1-25% կամ 25-50% է, այսինքն դրանք այն աղբյուրներն են, որոնք ունեն հարաբերական կայուն դեբիտ:
- Ջրառի տեղադրման ժամանակ հաշվի են առնված նաև բնակելի տարածքների մոտիկությունը և տեղամասերի համեմատաբար բարձր նիշերը:

Ընդհանրացնելով նշված մոտեցումները, մեր կողմից Արագածի լեռնազանգվածի ջրաերկրաբանական քարտեզի վրա ցույց են տրված նոր ջրառների տեղադիրքերը, որոնք երկու տիպի են.

- Ջրառներ ցամաքուղային կառույցներով,
- Ջրառներ հորատանցքերով:

Մասնավորապես, առաջարկվում է ջրամատակարարման նպատակով Լեռնառատ, Աֆտանա, Սասունիկ, Տեխեր, Արագածոտն, Ձորափ, Նիգատուն, Փարոս, Պեմզաշեն, Ծաղկասար և Կաթնաղբյուր գյուղերին մոտ գտնվող աղբյուրներից 5-10մ հեռավորության վրա (ավելի ցածր նիշերում) տեղադրել նոր ցամաքուղային կառույցներ, իսկ Մեծ Մանթաշ, Հնաբերդ, Ծաղկահովիտ, Հովիտ, Կոշ գյուղերի համար տեղադրել հորատանցքեր երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություններով հայտնաբերված ստորերկրյա ջրահոսքերի տարածքներում:



ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ջրամատակարարման նպատակով ՀՀ հրաբխային տարածքներում ձևավորված քաղցրահամ ջրերի նոր ռեսուրսների որոնումը, հետախուզումն ու դրանց արդյունավետ ջրառը ունեն կարևոր գործնական նշանակություն: Աշխատանքում կատարված գիտա-կիրառական ուսումնասիրությունները թույլ են տալիս անել հետևյալ եզրակացություններն ու առաջարկությունները.

- **Ճշգրտված է** հրաբխային տարածքների հնաջրակրաբանական քարտեզագրման մեթոդաբանությունը: Որպես բնորոշ օրինակ դիտարկված է Արագածի լեռնազանգվածի խոշոր գետավազանների ժամանակակից և հնա- ռելիեֆների փոխադարձ կապը: Կատարելագործված մեթոդաբանությունը առաջարկված է կիրառել հրաբխային տարածքներում ջրակրաբանական խնդիրների լուծման նպատակով:
- **Քարտեզագրված են** ուսումնասիրված տարածքների խոշոր գետավազանների “ինվերսիոն” տարածքները, դրանցում ստորերկրյա ջրերի տարածական բաշխվածությունը և **որոշված են** կենտրոնացված ջրահոսքերի շարժման ուղղությունները:
- **Որոշված և գնահատված են** Արագածի լեռնազանգվածի խոշոր գետավազանների ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների, այդ թվում նաև “ինվերսիոն” տարածքների խորքային հոսքի մեծությունները: Ստացված են հետևյալ արդյունքները.
 - ա. Սելավմաստարա գետի 558,5 կմ² “ինվերսիոն” տարածքում մթնոլորտային տեղումների 5, 25, 50, 75 և 95% ապահովվածությունների դեպքերում ձևավորվում են համապատասխանաբար 149, 131, 126, 124 և 100 մլն.մ³/տարի խորքային հոսքեր,
 - բ. Քասախ գետի 153,22 կմ² “ինվերսիոն” տարածքում մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում ձևավորվում է 14,99 մլն.մ³/տարի խորքային հոսք,

գ. Կարկաչուն գետի 156,24 կմ² "ինվերսիոն" տարածքում մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում ձևավորվում է 64,81 մլն.մ³/տարի խորքային հոսք:

Հետևաբար, դիտարկված գետային ավազանների համար նախկինում հաշվարկված խորքային հոսքի մեծությունները պետք է ճշգրտվեն, հաշվի առնելով մեր կողմից "ինվերսիոն" տարածքների համար ստացված խորքային հոսքերի տվյալները:

- **Մաթեմատիկական մոդելավորման հիման վրա որոշված են** Արևիկի և Ապարանի շահագործվող հանքավայրերից ստորերկրյա ջրերի լրացուցիչ ջրառների մեծությունները:

- **Ջրամատակարարման նպատակով հիմնավորված է** Արագածի լեռնազանգվածի տարածքում ստորերկրյա ջրերի լրացուցիչ ջրառի հնարավորությունը ջրհավաք կառույցների և հորատանցքերի տեղադրման միջոցով: **Առաջին անգամ կազմված է** դրանց արդյունավետ տեղադրման սխեմա-քարտեզ:

- **Առաջարկվում է** ատենախոսության շրջանակներում ստացված հիմնախնդիրների լուծումները և գործնական առաջարկությունները կիրառել Հայկական Կենտրոնական հրաբխային տարածքների մյուս խոշոր գետավազանների համար:

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Աբրահամյան Հ.Ա., Սիմոնյան Ա.Վ. և այլոք** Զրային ռեսուրսների օգտագործման հեռանկարները Հայաստանի Հանրապետությունում: Երևան, ՃՇՊՀ հրատ., 2012, 204 էջ:
2. **Կարապետյան Հ.Տ.** Արագած լեռը: Երևան, Հայպետհրատ, Երևան, 1934, 67 էջ:
3. Հայկական ՍՍՀ գեոմորֆոլոգիան: Հայկ.ՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն, Երևան, 1986, 239 էջ:
4. **Մխիթարյան Գ.Մ., Մինասյան Ռ.Ս.** Հանրապետության ստորերկրյա ջրերի շահագործվող ջրավազաններից լրացուցիչ ջրառումների հնարավորության մասին: Ագրոգիտություն N1, Երևան, 1999թ., էջ. 16-20:
5. **Մինասյան Ռ.Ս., Մկրտչյան Մ.Ս., Հարությունյան Է.Օ.** Հիդրոերկրաբանական և ջրաֆիզիկական մեթոդների համալիր կիրառումը ստորերկրյա ջրերի լրացուցիչ ռեսուրսների հայտնաբերման նպատակով: “Կիրառական երկրաբանության և աշխարհագրության արդի հիմնահարցերը” թեմայով գիտաժողով նվիրված պրոֆ.Պ.Ս.Բոչնաղյանի ծննդյան 90-ամյակին: Երևան, 2011, էջ 282-285:
6. **Մխիթարյան Գ.Մ., Մինասյան Ռ.Ս., Թորոսյան Գ.Ա., Մկրտչյան Մ.Ս.** – Արևիկի ստորերկրյա ջրերի շահագործվող հանքավայրից լրացուցիչ ջրառման հնարավորության հիմնավորումը: ԵՊՀ Գիտական տեղեկագիր, Երևան, 2003, N1, էջ 116-120:
7. **Մկրտչյան Մ.Ս.** Ժամանակակից և հնառելիքների կապի ճշգրտումը և ջրահաշվեկշռի վերահաշվարկի անհրաժեշտությունը /Արփա գետի ջրհավաք ավազանի օրինակով/: Երկրաբանական և աշխարհագրական ժամանակակից հիմնահարցերը: Պրոֆ.Վ.Ա.Ավետիսյանի ծննդյան 70-ամյակին նվիրված գիտաժողովի գիտական աշխատանքների ժողովածու: Երևան, 2009, էջ 305-308:

8. Մնացականյան Բ.Պ. – Հայաստանի ջրային հաշվեկշիռը: Երևան , Զանգակ-97, 2005թ., 184 էջ:
9. **Абросимов И.К., Востокова Е.А.** Перспективы применения материалов космических съемок при гидрогеологических исследованиях. Изв.вузов. Геология и разведка, 1973, N7, стр. 118-128.
10. **Аветисян В.А., Ананян А.Л., Халатян Э.С.** Особенности региональной гидрогеологии Армянской ССР. Тезисы 27-го Международного геологического конгресса. Т.7. М., 1984, стр. 354-355.
11. **Аветисян В.А., Бальян С.П.** Гегамский хребет. Геология Армянской ССР, т.8. Гидрогеология. Ереван, изд-во АН Арм. ССР, 1974, стр. 130-150.
12. **Асланян А.Т.** Региональная геология Армении. Ереван, изд.-во “Айпеттрат”, 1958, 430 стр.
13. **Азбукина Е.Н.** Дешифрирование аэроснимков для геоморфологических исследований. Изд-во Ленинградского университета, Л., 1969, 64 стр.
14. **Амарян В.М.** Вулкан Арагац, его строение и история формирования. Автореф. канд. дис. Ереван, 1964, 21 стр.
15. **Ананян А.К., Минасян Р.С., Венгржанович Р.Н.** Комплексный метод определения глубинного стока в горных районах. АрмНИИВПиГ, Ереван, 1973, стр. 141-143.
16. **Аракелян Л.С., Боровский Б.В., Поляков В.А.** Отчет о региональной оценке эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод бассейна озера Севан по состоянию на 01.07.85г. Ереван, Фонды УГ СМ Арм.ССР, 1985г, 112 стр.
17. **Бальян С.П.** Основные положения проблемы рационального использования водных ресурсов вулканического нагорья Армянской ССР. Ученые записки ЕГУ, Ереван, 1985, N1, стр. 138-145.
18. **Бальян С.П.** Палеогеоморфологические исследования подлавого рельефа бассейна оз.Севан. Отчет по теме: “Установление рельефа регионального водопора и линии погребенного водораздела Гегамского и Варденисского хребтов в связи с определением подземного притока в оз.Севан”. Ереван, Фонды УГ СМ Арм.ССР, 1981г, 157 стр.

19. **Бальян С.П.** Палеогеоморфология меж- и подлазовых водотоков бассейнов р.р.Палеокасах и Палеоахурян с целью определения мест заложения буровых скважин. Ереван, Фонды УГ СМ Арм.ССР, 1982г, 174стр.
20. **Башенина Н.В., Тальская Н.И. и др.** Рельеф и ландшафты Северо-Западной и Центральной части Армянской ССР и их отражение на космических снимках. Материалы научной сессии отдела географии, посвященной 150-летию присоединения Восточной Армении к России. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1982, стр. 60-66.
21. **Башенина Н.В., Трещов А.А.** К методике морфоструктурного анализа для геоморфологической съемки горного рельефа. Геоморфология, 1971, N3, стр.68-74.
22. **Биндеман Н.Н., Язвин Л.С.** Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М., Недра, 1986, 214 стр.
23. **Бочеввер Ф.М., Лапшин Н.Н., Орадовская А.Е.** Защита подземных вод от загрязнения. М., Недра, 1979. 200 стр.
24. **Булавко А.Г.** Прогнозирование изменений водного баланса под влиянием хозяйственной деятельности. Водные песурсы, N 4, 1973, стр.50-58.
25. **Вартанян Г.С.** Месторождения углекислых вод горно-складчатых регионов. Недра, М., 1977, 286 стр.
26. **Варданян.В.П., Минасян Р.С.** Погребенный рельеф и распределение подземного стока массива горы Арагац (по данным геофизических исследований). Ученые записка, ЕГУ, N 2, Ереван, 1999, стр. 98-104.
27. **Варданян.В.П., Минасян Р.С., Мкртчян М.С.** Геологические методы изучения погребенных водосборных бассейнов. Рациональное использование и охрана водных ресурсов изменяющейся окружающей среде. Сборник материалов международной научной конференции, посвященной международному году пресной воды-2003. Ереван, 2004, том 2, стр. 51-53.
28. **Варданян В.П.** Палеорельеф и распределение подземного стока центрального вулканического нагорья армении. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Ережан 2004., 209 стр.

29. **Викторов А.С.** Рисунок ландшафта. Мысль, М., 1986, 179 стр.
30. **Габриелян А.А., Думитрашко Н.В.** История развития рельефа. Геология Армянской ССР, т.1, Геоморфология. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1962, стр. 473-501.
31. **Габриелян А.А.** Положение Армении в тектонической структуре Кавказско-Анатолийско-Иранского сегмента альпийской складчатости. Изв. АН Арм. ССР, серия Науки о Земле, 1970, N3, стр. 11-42.
32. **Габриелян Г.К., Зограбян Л.Н.** Процессы выветривания. Геология Армянской ССР, т.1, Геоморфология. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1961, стр. 347-356.
33. **Гаврилов И.Т.** О роли геофизических методов при изучении взаимодействия поверхностных и подземных вод. Проблемная лаборатория, МГУ, 1973, стр. 150-152
34. **Гальперин И.М., Объедков Ю.Л.** Оценка эффективности использования космической информации при тематических гидрогеологических исследованиях. Исследование Земли из космоса, 1984, N1, стр. 68-72
35. **Геология Армянской ССР**, т.3, Гидрогеология. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1970, стр.36 -60.
36. **Геология Армянской ССР**, т.4, Петрография. Вулканические породы. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1970, 367 стр.
37. **Геология СССР**, т.31. Камчатка, Курильские и Командорские острова, часть I, Геологическое описание. Недра, М., 1964, 733 стр.
38. **Геология СССР**, т.43. Армянская ССР. Геологическое описание, Недра, М., 1970, 463 стр.
39. **Герасимов Н.П., Мещеряков Ю.А.** Понятия «морфоструктура» и «морфоскульптура» и использование их в целях геоморфологического анализа. Рельеф Земли. Наука, М., 1967, стр. 7-12.
40. **Геология СССР**, т.10. Грузинская ССР. Геологическое описание. Недра, М., 1970, 400 стр.
41. **Гудилин И.С., Комаров И.С.** Применение аэрометодов при инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях. Недра, М., 1978, 320 стр.

42. **Давтян Д.Е., Бабаян М.А., Хондкарян В.С., Мхитарян Г.М.** Установить путь поступления подземных и фильтрационных вод из магистральных каналов, оценить их влияние на режим грунтовых вод междуречья Ахурян-Касах с применением геофизических методов исследований и математического моделирования. Науч.отчет, депонир. ВНТИЦентре, инв. N02880065356, 1987г, 84 стр.
43. **Дэвис Дж.С.** Статистический анализ данных в геологии. Недра, М., 1990, стр. 133-170.
44. **Джамалов Р.Г., Зекцер И.С., Иванов В.А.** Возможности изучения подземных вод с помощью искусственных спутников Земли. Водные ресурсы, 1974, N6, стр. 85-97
45. **Долуханова Н.И., Толстихин Н.И.** Схема структурно-гидрогеологического районирования Армянской ССР. Изд-во АН Арм. ССР. Науки о Земле, т.20, N5-6, 1967, стр. 104-109.
46. **Карапетян К.И., Адамян А.А.** Новейший вулканизм некоторых районов Армянской ССР. Изд-во АН Арм. ССР, Ереван, 1973, 158 стр.
47. **Караханян А.С.** Лениаментная тектоника Анатолийско-Кавказско-Иранского региона. Исследование Земли из космоса, 1985, N4, стр. 41-47.
48. **Карцев А.А., Вагин С.Б., Басков Е.А.** Палеогидрогеология. Изд.-во Недра, Москва, 1969, 152 стр.
49. **Крамбейн У., Грейбилл Ф.** Статистические модели в геологии. Науки о Земле. Фундаментальные труды зарубежных ученых по геологии, геофизике и геохимии. Изд. Мир, М., 1969, стр. 257-265.
50. **Крашин И.И., Пересуненко Д.И.** Оценка эксплуатационных запасов подземных вод методом моделирования. М., Недра, 1976, 203 стр.
51. **Константинов А.Р.** Испарение в природе. М.: Гидрометеиздат, 1968. - 532 с.
52. **Коран Г., Коран Т.** Справочник по математике. М., Недра, 1978, 410 стр.
53. **Лебедев П.И. Егоров В.А.** Литомарге Алагеза (к вопросу к постмагматическом перерождении лав базальтового типа). Тр.петрогр.инст. АН СССР, N6, 1934, стр. 48-64.

54. **Левинсон-Лессинг Ф.Ю.** Армянское вулканическое нагорье. Избранные труды, т. I, М.-Л., 1949, стр. 219-227.
55. **Лукнер Л., Шестаков В.М.** Моделирование геофильтрации. М., Недра, 1976, 407 стр.
56. **Лыгин А.М.** Исследование гидрогеологической роли глубинных разломов с использованием аэро- и космофотоматериалов (на примере Южной Якутии). Автореф. Канд. дис. М., 1983, 20 стр.
57. **Малиновский Е.Е.** Новейший вулканизм и типы вулканических ландшафтов Кавказа. Вопросы геофизики. М., 1968, стр. 67-80.
58. **Малиновский Е.Е.** Новейшая тектоника Кавказа. Недра, М., 1958, 483 стр.
59. **Мелекесцев И.В.** Дешифрировочные признаки четвертичных вулканических образований Камчатки. Методики картирования вулканических формаций. М., 1969, стр. 82-88.
60. **Мелькановицкий И.М., Ряполова В.А., Хордикайнен М.А.** Методики геофизических исследований при поисках и разведке месторождений пресных вод. Недра, М., 1982, 239 стр.
61. Методическое руководство по разведке и оценке эксплуатационных запасов подземных вод для водоснабжения. ВСЕГИНГЕО, М., 1979, 132 стр.
62. **Минасян Р.С.** Изучение подземных вод вулканических областей геофизическими методами. НИИВПиГ, 1989, 198 стр.
63. **Минасян Р.С., Варданян В.П.** Палеорельеф и распределение подземного стока Центрального вулканического нагорья Армении. Изд.-во "Асогик", Ереван, 2003, 151 стр.
64. **Минасян Р.С., Мкртчян М.С.** Установление связи между современным и древним (погребенным) рельефами для установления элементов водного баланса речных бассейнов. Основные проблемы географии южного Кавказа и прилегающих регионов. Материалы конференции, посв. 70-летию географического факультета ЕГУ, Ереван, 2005, стр. 27-30.

65. **Минасян Р.С., Мкртчян М.С.** Физико-гидрогеологические модели сооружений в связи с поисково-разведочными работами на воду в целях водоснабжения. Ежемесячный научно-производственный журнал «Безопасность труда в промышленности». Москва, N10, 2015, стр.43-46.
66. **Мохаев Б.Н., Доливо-Добровольский А.В., Кобец Н.В. и др.** Опасные особенности использования космических фотоснимков при региональных геологических исследованиях. Изв. вузов. Геология и разведка, 1974, N12, стр. 17-22.
67. **Назарян А.Н.** Подземные воды, приуроченные к плиоценовым и четвертичным лавовым породам Арм.ССР. Изв. АН Арм. ССР, серия геол. и географ. Наук, 1959, N6, стр. 18-27.
68. **Назаретян С.Н.** Глубинные разломы территории Армянской ССР. Изд.-во АН Арм ССР, Ереван, 1984, 138 стр.
69. **Объедков Ю.Л.** Гидрогеологический анализ аэрокосмической информации. М., Наука, 1993, 144 стр.
70. **Основы гидрогеологии.** Методы гидрогеологических исследований. Наука, Новосибирск, 1984, 213 стр.
71. **Паффенгольц К.Н.** Геологический очерк Кавказа. Изд.-во АН Арм ССР, Ереван, 1969, 506 стр.
72. **Паффенгольц К.Н.** Сейсмотектоника Армении и прилежащих частей Малого Кавказа. Изд.-во АН Арм ССР, Ереван, 1974, 325 стр.
73. **Петрусевич М.Н.** Аэрометоды пригеологических исследованиях. Госгеолтехиздат, М., 1962, 406 стр.
74. **Писарский Б.Н., Шерман С.Н.** Параметры трещиноватости и их значение при гидрогеологических исследованиях. Формирование и геохимия подземных вод Сибири и Дальнего Востока. Наука, М., 1967, стр. 25-29.
75. **Плотников Н.И.** Эксплуатационная разведка подземных вод. М., Недра, 1979, 272 стр.
76. Прогноз изменения гидрогеологических условий под влиянием водохозяйственных мероприятий /Невечерия И.К., Заланцова Л.И и др./ М., Недра, 1987, 205 стр.

77. **Рейнгард А.Л.** Морфогенез массива Алагеза в свете новых геологических данных. Изд-во гос. географ. общ-ва, т. 71, вып. 3, 1939, стр. 72-84.
78. **Садов А.В., Бурлешин М.И., Викторов А.С.** Аэрокосмические методы поисков подземных вод. Недра, М., 1985, 144 стр.
79. **Садов А.В., Бурлешин М.И.** Гидрогеологические и инженерно-геологические космофотокарты. Разведка и охрана недр, 1984, N2, стр. 51-55.
80. **Садов А.В., Ревзон А.Л.** Аэрокосмические методы в гидрогеологии и инженерной геологии. Недра, М., 1979, 224 стр.
81. **Сардаров Э.И.** Подземные воды центрального вулканического нагорья Армянской ССР. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1975, стр. 138-146.
82. **Саркисян П.Т.** Режим подземных вод территории Армянской ССР, его закономерности и прогноз. Изд. "Айастан", Ереван, 1973, 139 стр.
83. **Сахартов В.З.** Особенности структуры Кавказско-Таврского региона по данным дешифрирования космических снимков. Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, N11, стр. 14-24.
84. **Сахартов В.З.** Роль космических снимков при решении задач региональной тектоники юга восточной части Кавказа. Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, N7, стр. 62-66.
85. **Севастьянов В.И., Хаин В.Е., Ярмолюк В.А.** Значение космических методов в геологических исследованиях. Изв. вузов. Геология и разведка, 1974, N12, стр. 3-5
86. **Толстихин О.Н.** Гидрогеологические особенности комплекса четвертичных эффузивов Камчатки и Курильских островов. Бюллетень научно-технической информации (ОНТИ). Госгеолтехиздат, М., 1957, N5 (10), стр. 28-30.
87. **Торосян Г.А., Хамоян Р.В.** Проведение НИР по выявлению меж- и подлаговых водотоков в пределах северо-западных склонов горы Арагац. Ереван, Фонды УГ СМ Арм.ССР, 1981г, 72 стр.
88. **Устюжанин Б.С.** О взаимодействии речных и подземных вод в районах их интенсивной эксплуатации. ГГИ, 1973, стр. 84-86.

89. **Фомин В.И.** Фотогеологическое изучение вулканических поясов. Наука, М., 1979, 213 стр.
90. **Фролов Н.М.** Геотермические методы изучения условий взаимосвязи поверхностных и подземных вод. ВСЕГИНГЕО, Москва, стр. 328-336.
91. **Фролов Н.М.** Температурный режим гелиотермозоны. М. Недра, 1966, 156 стр.
92. **Хаин В.Е., Еремин В.К., Кац Я.Г.** Современное состояние геологических исследований из космоса. Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, N11, стр. 5-13.
93. **Харазян Э.В.** Геология новейших вулканических образований северо-западной части Армянской ССР. Автореф. канд.дис., Ереван, 1971, 21 стр.
94. **Чемеков Ю.Ф., Галицкий В.И.** Погребенный рельеф платформ и методы его изучения. Изд. "Недра", Л., 1974, 207 стр.
95. **Чернышев С.Н.** Трещины горных пород. Наука, М., 1983, 240 стр.
96. **Шарапов И.П.** Применение математической статистики в геологии. М., Недра, 1971, 248 стр.
97. **Штенгелов Р.С.** Формирование и оценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод. М., Недра, 1988, 231 стр.
98. **Minasyan R.S, Vardanyan V.P.** Social features of hydrogeological structure of volcanic massifs for water balance analysis. The 4th International Conference on Hydrosience and Engineering. September 26-29, 2000, Seoul, Korea, p.1-5.
99. **Schiff L.** Progress in artificial ground-water recharge. –Bull Internat. Comm.Irrig.Drain., Bull. 1961, 118 p.

Հավելվածներ

**Առաջին աստիճանի տրենդի (գծային տրենդի) հաշվարկային արժեքներ, տվյալները
լեռ Արտենի-Թալին-Դաշտադեմ տեղամասի, 2015թ.**

x2	x1	Y	EX2	Ex1	Ey	EX2^2	E1^2	Ex1x2	EX2 Y	Ex1 Y	Y^	Y-Y^	
0.000	0.000					0.105875		0.075680	3936.922	3786.12			
1	1	860	3.0261	3.0261	146125	11	0.10587511	01	5	9	866	-6	
	0.000												
0.005	1	920									912	8	
	0.000												
0.01	1	970									959	11	
	0.000	100									100		
0.015	1	0									5	-5	
	0.000	105									105		
0.02	1	0									2	-2	
	0.000										109		
0.025	1	1150	121	3.0261	3.0261						9	51	
	0.000	123			0.075680								
0.03	1	0	3.0261	0.10587511	01	det M	0.110321032				1146	84	
	0.000	123		0.075680									
0.035	1	0	3.0261	01	0.10587511						1192	38	
	0.000	123									123		
0.04	1	0									9	-9	
	0.000	126									128		
0.045	1	0									6	-26	
	0.000	134									133		
0.05	1	0	146125	3.0261	3.0261						3	7	
0.000		100			0.075680		95.3867969						
1	0.005	5	3786.129	0.10587511	01	det b0	5		b0	=	864.63	887	118
			3936.922	0.075680									
0.005	0.005	950	5	01	0.10587511							933	17
		105									4360.8		
0.01	0.005	0							b1	=	3	980	70
											102		
0.015	0.005	1125									7	98	
		120									9354.8		
0.02	0.005	0	121	146125	3.0261				b2	=	0	107	126
					0.075680		481.090873					4	
0.025	0.005	1100	3.0261	3786.129	01	det b1	8					1120	-20
		100										-	
0.03	0.005	0	3.0261	3936.9225	0.10587511							1167	167
		120											
0.035	0.005	0										1214	-14
												-	
												13	
0.04	0.005	1125									1261	6	
		125									130		
0.045	0.005	0	121	3.0261	146125						7	-57	
		136					1032.03107				135		
0.05	0.005	2	3.0261	0.10587511	3786.129	det b2	6				4	8	
0.000		106		0.075680									
1	0.01	5	3.0261	01	3936.9225							909	156
		107											
0.005	0.01	0										955	115
		107									100		
0.01	0.01	0									2	68	
		107									104		
0.015	0.01	5									9	26	
											109		
0.02	0.01	1100									5	5	
0.025	0.01	1150										1142	8
		100										-	
0.03	0.01	0										1189	18

					9
				-	-
0.035	0.01	105 0		123 6	18 6
				-	-
0.04	0.01	103 0		128 2	25 2
				-	-
0.045	0.01	122 0		132 9	10 9
0.05	0.01	136 0		137 6	-16
0.000		100			
1	0.015	0		931	69
0.005	0.015	100 0		977 102	23
0.01	0.015	105 0		107 4	26
0.015	0.015	1150		107 0	80
0.02	0.015	1170		1117	53
0.025	0.015	125 0			
0.03	0.015	1100		1164	86
				1211	-111
0.035	0.015	105 0			-
0.04	0.015	1150		1257	20
0.045	0.015	120 0		130 4	7 154
0.05	0.015	135 8		1351	-
0.000				139	151
1	0.02	935		8	-40
0.005	0.02	940		953	-18
0.01	0.02	105 0		999	-59
0.015	0.02	105 0		104 5	5
0.02	0.02	105 0		109 2	-42
0.025	0.02	1225		1139	-89
0.03	0.02	135 0		1186	39
0.035	0.02	130 0			
0.04	0.02	145 0		1232	118
0.045	0.02	140 0		127 9	21
0.05	0.02	135 5		132 6	124
0.000					
1	0.025	930		137 3	27
0.005	0.025	960		142 0	-65
0.01	0.025	120 0		975	-45
0.015	0.025	120 0		102 0	-60
0.02	0.025	1125		106 7	133
0.025	0.025	120 0			
0.03	0.025	135 0		1114	86
0.035	0.025	135 0		1161	-36
0.04	0.025	143 0		120	-8
0.045	0.025	146 0		125 4	96
				1301	49
				134 8	82
				139 5	65

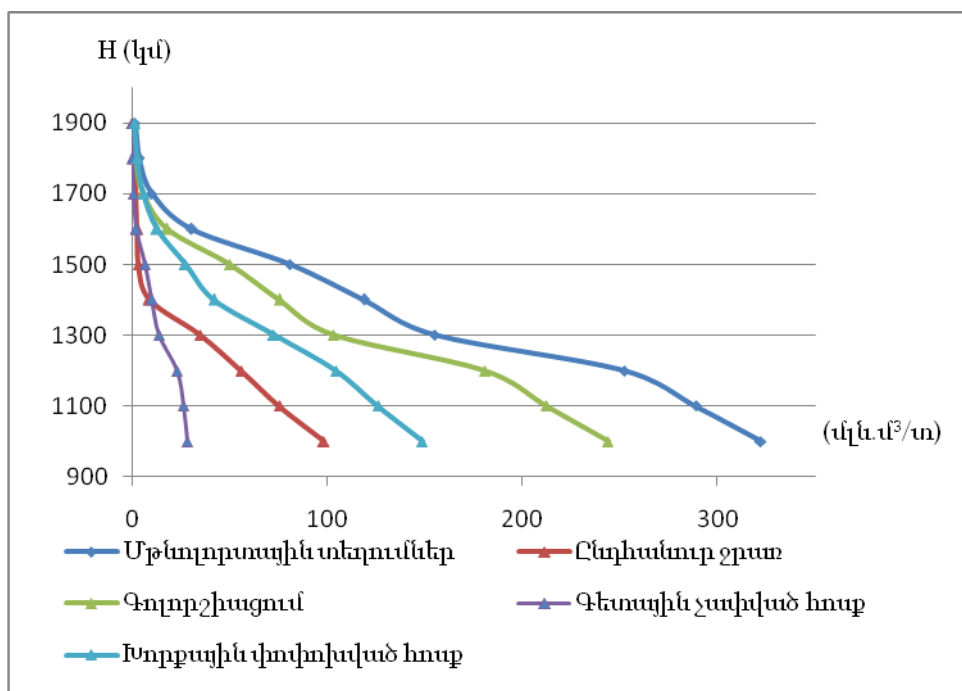
		137			
0.05	0.025	0		1441	-71
0.000					
1	0.03	900		996	-96
				104	10
0.005	0.03	1150		2	8
				108	18
0.01	0.03	1275		9	6
		120			
0.015	0.03	0		1136	64
		125			
0.02	0.03	0		1183	67
		135		122	
0.025	0.03	0		9	121
		130		127	
0.03	0.03	0		6	24
		125		132	
0.035	0.03	0		3	-73
		145		137	
0.04	0.03	0		0	80
		152			
0.045	0.03	0		1416	104
		144		146	
0.05	0.03	0		3	-23
				-	
0.000					18
1	0.035	830		1018	8
				106	
0.005	0.035	970		4	-94
0.01	0.035	1150		1111	39
0.015	0.035	1150		1158	-8
		125		120	
0.02	0.035	0		4	46
		140			
0.025	0.035	0		1251	149
		132		129	
0.03	0.035	5		8	27
				-	
		107		134	27
0.035	0.035	0		5	5
		150			10
0.04	0.035	0		1391	9
		157		143	
0.045	0.035	5		8	137
		160		148	
0.05	0.035	0		5	115
0.000				104	
1	0.04	950		0	-90
		106		108	
0.005	0.04	5		6	-21
		120			
0.01	0.04	0		1133	67
		127			
0.015	0.04	0		1179	91
				122	
0.02	0.04	1225		6	-1
		130			
0.025	0.04	0		1273	27
		135		132	
0.03	0.04	0		0	30
				-	
		120		136	16
0.035	0.04	0		6	6
				-	
		107			34
0.04	0.04	0		1413	3
		135		146	-
0.045	0.04	0		0	110
		170		150	19
0.05	0.04	0		7	3
0.000				106	-
1	0.045	950		2	112
		102			
0.005	0.045	5		1108	-83

0.01	0.045	1100	1154	-54
		125		
0.015	0.045	0	1201	49
		127	124	
0.02	0.045	0	8	22
		125	129	
0.025	0.045	0	5	-45
		142	134	
0.03	0.045	0	2	78
		140	138	
0.035	0.045	0	8	12
		140	143	
0.04	0.045	0	5	-35
		140	148	
0.045	0.045	0	2	-82
		157	152	
0.05	0.045	0	9	41
			-	
0.000			108	28
1	0.05	800	4	4
		102		
0.005	0.05	5	1129	104
		106		
0.01	0.05	0	1176	116
0.015	0.05	1150	1223	-73
		127	127	
0.02	0.05	0	0	0
		128		
0.025	0.05	0	1317	-37
		143	136	
0.03	0.05	0	3	67
		152		
0.035	0.05	5	1410	115
		156		10
0.04	0.05	0	1457	3
		165	150	
0.045	0.05	0	4	146
		180	155	25
0.05	0.05	0	0	0

Հավելված 2

Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 5% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.

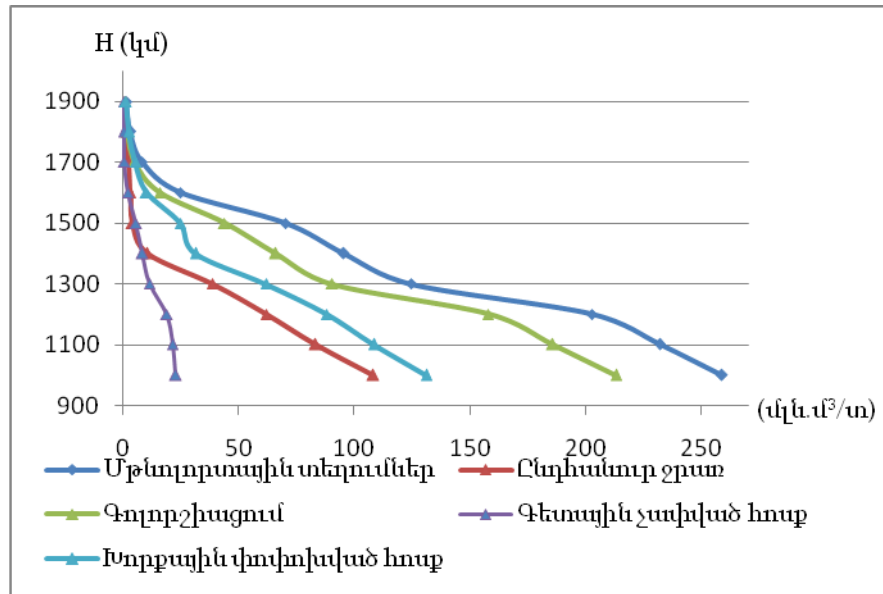
Բարձրություն	Մթն. տեղումներ	Ջրառ	Գոլորշիացում	Գետային հոսք	Ջրամատ. ֆիլտրացիոն կորուստներ	Խորքային փոփոխված հոսք
3400	-	-	-	-	-	-
3300	0.68	-	0.11	0.16	-	0.41
3200	4.68	-	0.77	0.8	-	8.06
3100	16.42	-	2.89	2.19	-	11.34
3000	33.43	-	6.38	3.81	-	23.24
2900	48.38	-	9.72	4.35	-	33.81
2800	66.31	-	14.05	5.8	-	46.46
2700	83.91	-	18.65	6.51	-	58.75
2600	98.65	-	22.34	6.99	-	68.32
2500	114.67	-	27.76	7.43	0.31	79.17
2400	135.88	-	34.61	7.94	0.31	92.47
2300	154.91	-	41.77	8.42	0.31	104.41
2200	177.31	-	50.63	8.99	0.31	117.36
2100	199.19	0.70	60.35	9.61	0.33	129.6
2000	227.1	2.93	73.49	10.61	0.33	145.6
1900	261.31	5.89	89.41	12.32	0.33	165.14
1800	301.59	12.95	111.18	14.8	0.33	188.23
1700	353.06	20.51	136.93	18.64	0.33	217.67
1600	415.44	26.15	172.35	23.83	0.33	245.66
1500	502.02	32.15	223.32	31.3	0.33	273.72
1400	579.06	37.84	273.21	38.51	0.33	304.85
1300	638.8	63.68	326.77	44.42	0.33	330.91
1200	770.85	84.86	423.58	57.03	0.33	374.82
1100	875.83	104.35	494.13	65.78	0.33	419.89
1000	998.2	127.23	605.3	72.64	0.33	447.16



Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 5% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.

Խորքային հոսքի փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 25% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.

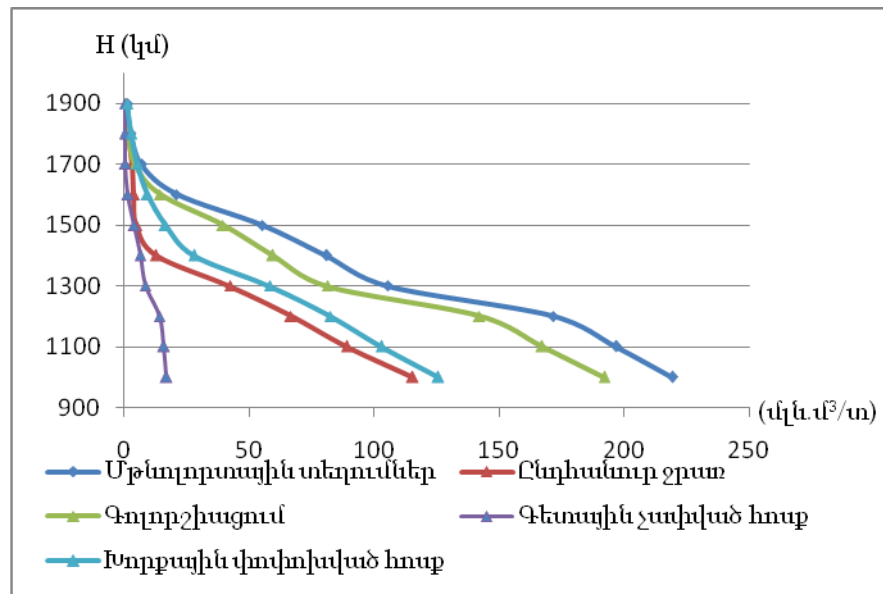
Բարձրություն	Մթն. տեղումներ	Ջրառ.	Գոլորշիացում	Գետային հոսք	Ջրամատ. ֆիլտրացիոն կորուստներ	Խորքային փոփոխված հոսք
3400	-	-	-	-	-	-
3300	0.54	-	0.09	0.13	-	0.32
3200	3.72	-	0.68	0.64	-	2.4
3100	13.13	-	2.53	1.77	-	8.8
3000	26.83	-	5.58	3.08	-	18.17
2900	38.83	-	8.49	3.92	-	26.42
2800	53.23	-	12.28	4.68	-	36.27
2700	67.35	-	16.3	5.25	-	45.8
2600	79.19	-	19.96	5.64	-	53.59
2500	92.05	-	24.26	5.99	0.33	61.47
2400	108.63	-	30.25	6.41	0.33	71.64
2300	124.35	-	36.51	6.8	0.33	80.71
2200	142.33	-	44.26	7.25	0.33	90.39
2100	159.89	0.85	52.86	7.76	0.35	99.77
2000	182.3	3.56	64.74	8.57	0.35	112.2
1900	209.76	7.16	79.16	9.95	0.35	127.46
1800	242.09	15.75	99.4	11.95	0.35	146.14
1700	283.41	24.44	122.93	15.05	0.35	169.52
1600	338.48	30.92	154.12	19.28	0.35	190.65
1500	402.98	37.82	200.48	25.27	0.35	214.7
1400	464.36	44.37	244.44	31.08	0.35	233.33
1300	512.78	72.53	294.06	35.85	0.35	255.05
1200	618.73	95.71	330.94	46.04	0.35	287.16
1100	703.04	116.99	444.82	53.1	0.35	321.76
1000	801.28	141.98	544.44	58.63	0.35	339.84



Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 25% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.

Խորքային հոսքի փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.

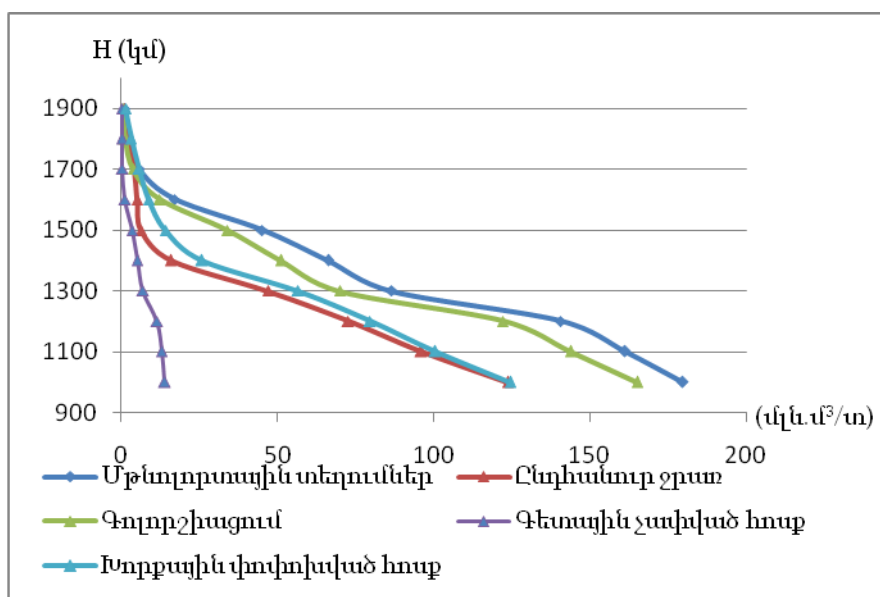
Բարձրություն	Մթն. տեղումներ	Ջրառ	Գոլորշիացում	Գետային հոսք	Ջրամատ. ֆիլտրացիոն կորուստներ	Խորքային փոփոխված հոսք
3400	-	-	-	-	-	-
3300	0.46	-	0.08	0.09	-	0.29
3200	8.15	-	0.61	0.47	-	2.06
3100	11.17	-	2.28	1.31	-	7.57
3000	22.74	-	5.02	2.29	-	15.42
2900	32.91	-	7.65	2.91	-	22.34
2800	45.11	-	11.06	3.48	-	30.55
2700	57.08	-	14.68	3.96	-	38.48
2600	67.11	-	17.98	4.25	-	44.92
2500	78.01	-	21.86	4.51	0.35	51.33
2400	92.06	-	27.25	4.82	0.35	59.68
2300	105.38	-	32.89	5.11	0.35	67.07
2200	120.62	-	39.87	5.45	0.35	74.99
2100	135.5	1.16	47.25	5.83	0.37	83.25
2000	154.49	4.87	57.3	6.43	0.37	95.3
1900	177.76	9.8	70.52	7.51	0.37	109.25
1800	205.16	21.57	87.35	9.01	0.37	130.09
1700	240.13	31.92	110.53	11.32	0.37	149.97
1600	282.61	39.64	140.88	14.48	0.37	166.62
1500	341.51	47.86	183.4	18.95	0.37	186.74
1400	393.92	55.66	224.16	23.79	0.37	201.85
1300	434.56	85.3	260.08	27.35	0.37	232.65
1200	524.39	109.7	342.73	34.95	0.37	256.63
1100	595.8	132.1	414.09	40.22	0.37	273.81
1000	679.05	158.4	505.73	44.35	0.37	287.59



Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.

Խորքային հոսքի փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 75% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.

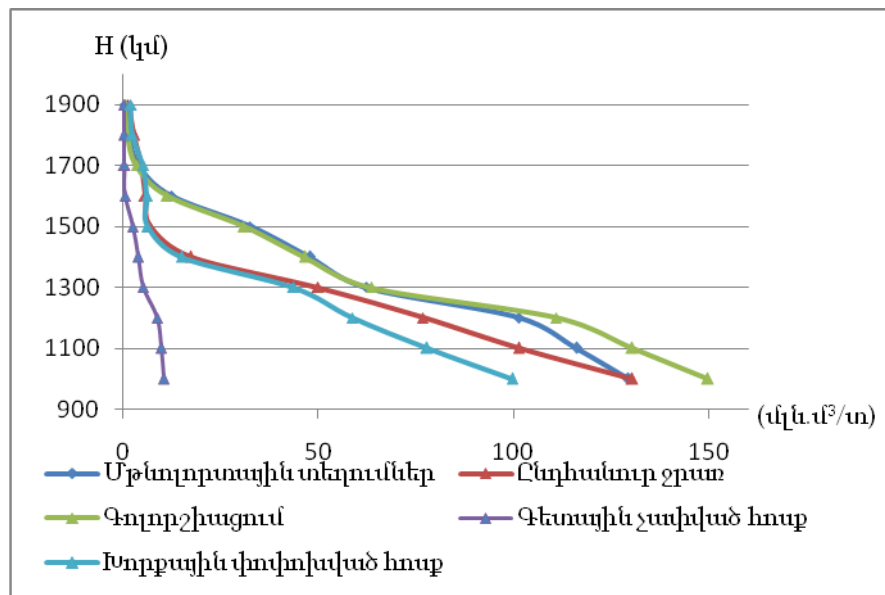
Բարձրություն	Մթն. տեղումներ	Ջրառ	Գոլորշիացում	Գետային հոսք	Ջրամատ. ֆիլտրացիոն կորուստներ	Խորքային փոփոխված հոսք
3400	-	-	-	-	-	-
3300	0.38	-	0.07	0.08	-	0.23
3200	2.58	-	0.52	0.39	-	1.67
3100	9.16	-	1.96	1.08	-	6.12
3000	18.65	-	4.32	1.83	-	12.45
2900	26.99	-	6.58	2.4	-	18.01
2800	36.99	-	9.51	2.87	-	24.61
2700	46.81	-	12.62	3.22	-	30.97
2600	55.03	-	15.46	3.45	-	36.12
2500	68.97	-	18.8	3.67	0.37	41.13
2400	75.49	-	23.44	3.92	0.37	47.76
2300	86.41	-	28.29	4.16	0.37	53.59
2200	98.91	-	34.29	4.44	0.37	60.81
2100	111.11	1.64	41.46	4.75	0.39	66.15
2000	126.68	6.87	52.21	5.24	0.39	75.71
1900	145.76	13.82	65.47	6.09	0.39	87.63
1800	168.23	30.42	86.12	7.31	0.39	104.83
1700	196.95	43.15	107.35	9.21	0.39	123.15
1600	231.74	52.65	133.75	11.8	0.39	138.45
1500	280.04	62.76	172.06	15.46	0.39	154.89
1400	323.01	72.35	208.37	19.02	0.39	167.58
1300	356.84	103.47	251.47	21.94	0.39	186.03
1200	430.00	129.09	322.61	28.17	0.39	207.92
1100	488.56	152.61	375.61	32.49	0.39	232.68
1000	556.82	180.23	456.93	35.88	0.39	243.85



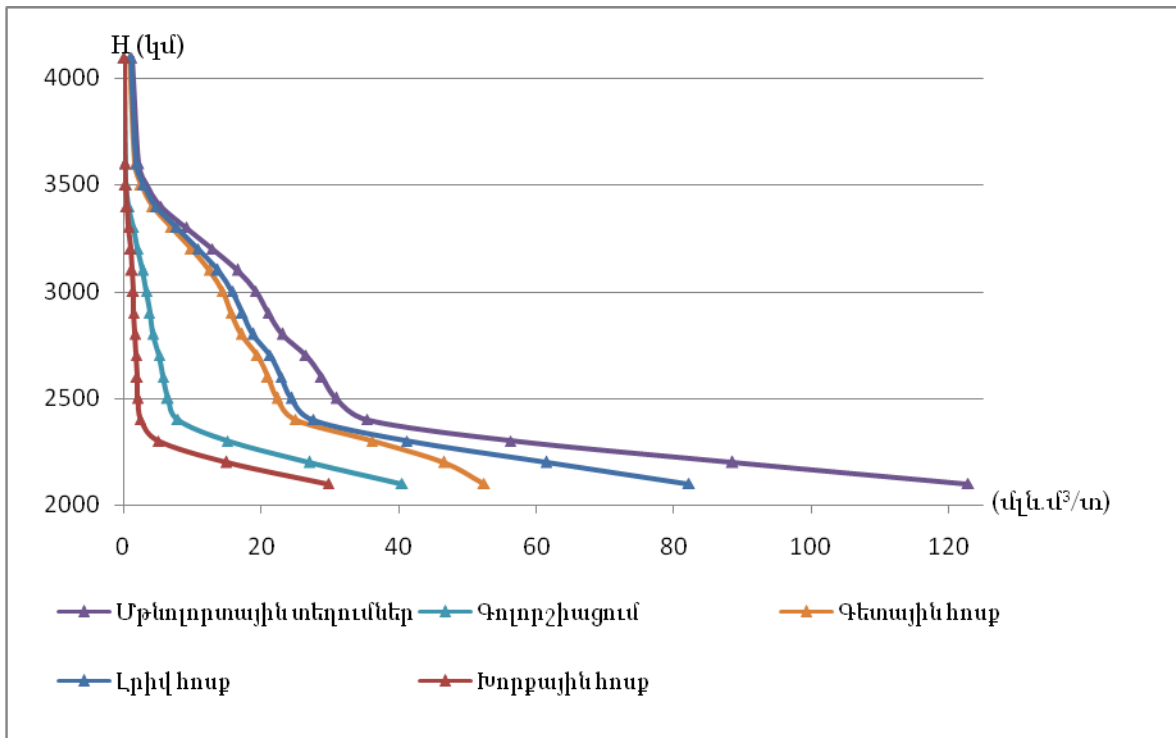
Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 75% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.

Խորքային հոսքի փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 95% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.

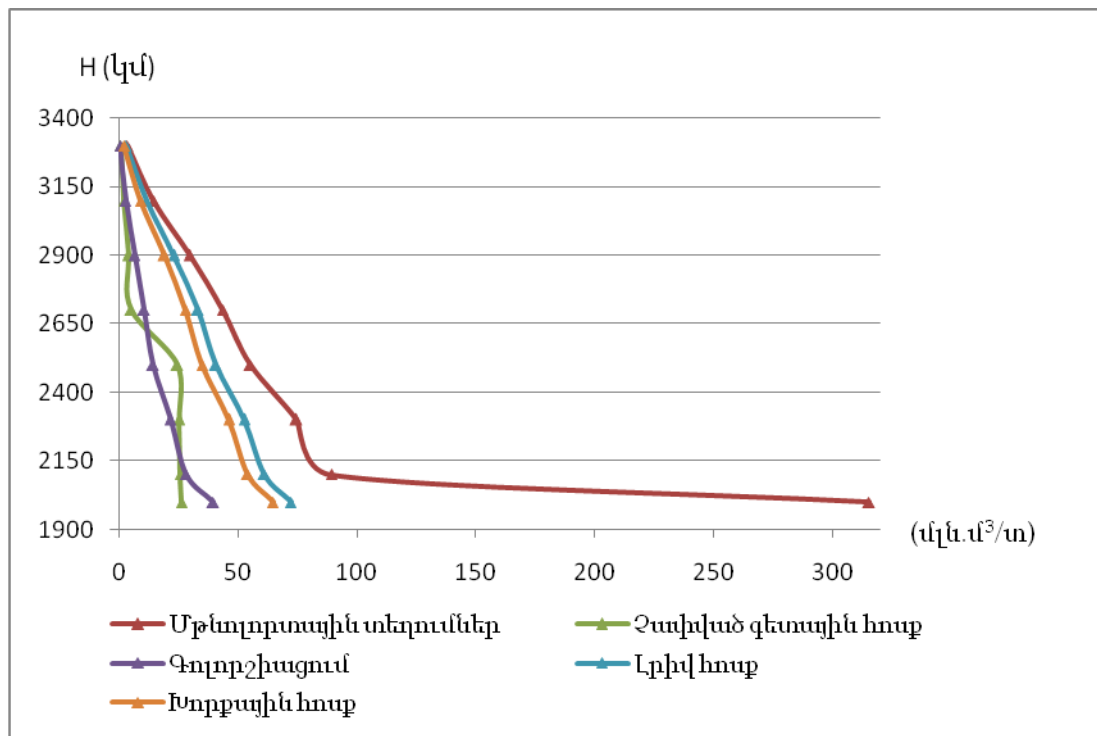
Բարձրություն	Մթն. տեղումներ	Ջրառ	Գոլորշիացում	Գետային հոսք	Ջրամատ. ֆիլտրացիոն կորուստներ	Խորքային փոփոխված հոսք
3400	-	-	-	-	-	-
3300	0.270	-	0.06	0.06	-	0.15
3200	1.860	-	0.47	0.29	-	1.1
3100	6.590	-	0.76	0.81	-	4.02
3000	13.420	-	3.87	1.4	-	8.15
2900	19.420	-	5.89	1.78	-	11.75
2800	26.610	-	8.52	2.13	-	15.96
2700	33.680	-	11.3	2.39	-	19.99
2600	39.590	-	13.84	2.57	-	23.18
2500	46.080	-	16.83	2.73	0.39	26.08
2400	54.320	-	20.98	2.92	0.39	30.03
2300	62.170	-	25.33	3.09	0.39	33.36
2200	71.170	-	30.7	3.3	0.39	36.78
2100	79.950	1.83	37.29	3.58	0.41	40.55
2000	91.150	7.69	47.51	3.9	0.41	47.02
1900	104.380	15.48	60.17	4.58	0.41	55.25
1800	121.040	34.08	80.53	5.44	0.41	68.74
1700	141.710	47.95	100.77	6.88	0.41	81.6
1600	166.740	58.29	125.33	8.73	0.41	90.51
1500	201.490	69.3	160.61	11.5	0.41	98.27
1400	232.410	79.75	194.05	14.15	0.41	103.55
1300	256.390	112.32	235	16.32	0.41	117.01
1200	309.890	139.19	300.65	20.96	0.41	126.56
1100	351.520	163.83	349.9	24.17	0.41	140.87
1000	400.620	192.76	424.81	26.69	0.41	141.49



Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների փոփոխումն ըստ բարձրության մթնոլորտային տեղումների 95% ապահովվածության դեպքում, Սելավմաստարա գետի ջրհավաք ավազան, մլն.մ³/տարի, 2010թ.



Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Քասախի գետի «ինվերսիոն» տարածք, մլն.մ³/տարի



Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչների աճող գումարների բաշխումն ըստ տարբեր բարձրությունների մթնոլորտային տեղումների 50% ապահովվածության դեպքում, Կարկաչուն գետի «ինվերսիոն» տարածք, մլն.մ³/տարի