

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ  
ՆԱԽԱԼՍԱՐԱՆ

ԺՈՐԱ ԱՉՈՅԱՆ | ՏԻՐՈՒՅԻ ՄԿՐՏՉՅԱՆ

# ԸՆԴՂԱՆՈՒՐ ԶՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԺՈՐԱ ԱԶՈՅԱՆ  
ՏԻՐՈՒՀԻ ՄԿՐՏՉՅԱՆ

**ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ  
ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

*Ուսումնական ձեռնարկ*

ԵՐԵՎԱՆ  
ԵՊՀ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ  
2014

ՀՏԳ- 556.3 (07)  
ԳՄԳ- 26.326 ց7  
Ա 666

**Հրատարակության և երաշխավորել  
ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության  
ֆակուլտետի գիտական խորհուրդը**

**Քրախոսներ՝** տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր Վ. Ս. Սարգսյան  
երկր.-հանք.գիտ. թեկնածու, դոցենտ Ս. Հ. Հայրոյան

**Աշոյան Ժ. Ա., Սկրտչյան Տ. Գ.**

Ա 666 Ընդհանուր ջրաերկրաբանություն: -Եր.: ԵՊՀ հրատ., 2014 թ., 410 էջ:

Ուսումնական ձեռնարկում շարադրված են ջրաերկրաբանության ընդհանուր հիմունքները՝ ջրաերկրաբանության զարգացման պատմությունը, երկրի վրա ջրի ծագումը և ջրոլորտի ձևավորումը, ստորերկրյա ջրոլորտի կառուցվածքը, աերացիայի և ջրահագեցած զոնաներում ստորերկրյա ջրերի շարժման օրինաչափությունների մասին հասկացությունները, ստորերկրյա ջրերի ֆիզիկական հատկությունները և քիմիական կազմը, ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման հարցերը, ստորերկրյա ջրերի հիմնական տիպերը (գրունտային և արտեզյան), ստորերկրյա ջրերը հավերժական սառածության քարոլորտում (լիթոսֆերայում), ստորերկրյա հանքային, արդյունաբերական և թերմալ ջրերի մասին հասկացությունները, ջրաերկրաբանական աշխատանքների և հետազոտությունների հիմնական տեսակները: Եզրափակիչ գլուխներում տրվում է հակիրճ տեղեկատվություն ջրաերկրաբանական հետազոտությունների մեթոդների, ջրաերկրաբանական մոնիտորինգի, ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսների ու պաշարների և դրանց պահպանության հարցերը:

Ուսումնական ձեռնարկը նախատեսված է «Ջրաերկրաբանություն և ինժեներական երկրաբանություն», ինչպես նաև «Երկրաբանություն», «Էկոլոգիական ջրաերկրաբանություն», «Երկրաէկոլոգիա», «Ջրաբանություն» մասնագիտությունների ուսանողների համար: Այն կարող է օգտակար լինել նաև արդյունաբերության ոլորտի աշխատողների համար:

ՀՏԳ- 556.3 (07)  
ԳՄԳ- 26.326 ց7

ISBN 978-5-8084-1915-5

© ԵՊՀ հրատարակչություն, 2014  
© Աշոյան Ժ. Ա., Սկրտչյան Տ. Գ., 2014

## ՆԱԽԱԲԱՆ

Ջրաերկրաբանությունը գիտություն է երկրակեղևում ստորերկրյա ջրերի ծագման, տեղադրման պայմանների, տարածման և շարժման օրինաչափությունների մասին, նրանց ֆիզիկական հատկությունների, քիմիական, մանրէաբանական և գազային կազմի, ինչպես նաև ռեժիմի և մթնոլորտի, մակերևութային ջրոլորտի, կենսոլորտի, լիթոսֆերայի (երկրակեղև) և երկրի մանտիայի նյութերի հետ փոխազդեցության գործընթացների մասին: Այն ուսումնասիրում է ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի առաջացման պայմանները, ստորերկրյա ջրերի դերը երկրաբանական և օգտակար հանածոների (հանքային, նավթային և գազային) հանքավայրերի ձևավորման գործընթացներում, մշակում է մեթոդներ ստորերկրյա տարբեր տիպի ջրերի որոնման և հետախուզման, նրանց ռեսուրսների գնահատման, պաշարների համալրման, ռեժիմի կառավարման համար, ինչպես նաև տալիս է ինժեներական հիմնավորումներ շինարարական, հողատարածքների մեխորատիվ իրացման և օգտակար հանածոների հանքավայրերի շահագործման տարաբնույթ խնդիրների լուծման համար:

Այսպիսով, ջրաերկրաբանությունը, որը ստորերկրյա ջրերը ուսումնասիրում է որպես երկրի բնական յուրահատուկ նյութի և որպես առավել կարևոր օգտակար հանածոյի հանդիսանում է երկրաբանության կարևոր ճյուղերից մեկը և դասվում է բնապատմական գիտությունների շարքին: Ելնելով բնության համակողմանի իմացության և պրակտիկ պահանջների բավարարման անհրաժեշտությունից, ջրաերկրաբանությունը ձևավորվել է որպես ինքնուրույն գիտություն և կոչված է աջակցելու ստորերկրյա ջրերի և այլ միներալահումքային ռեսուրսների առավել լիարժեք և արդյունավետ օգտագործմանը ժողովրդական տնտեսության մեջ:

Դասագրքի պատրաստման համար հիմք են հաղիսացել մինչև այժմ ջրաերկրաբանության և նրա տարբեր բաժինների վերաբերյալ գոյության ունեցող (հատկապես նորագույն) դասագրքերը, գրված տարբեր բուհերի համար, ինչպես նաև հեղինակների դասախոսությունների, որոնք կարդացվում են Երևանի պետական համալսարանում: Այն կազմվել է «Ընդհանուր ջրաերկրաբանություն» կուրսի ծրագրին համապատասխան:

«Ընդհանուր ջրաերկրաբանություն» դասագիրքը հայերեն լեզվով լույս է տեսնում առաջին անգամ: Դասագրքի որակի բարելավմանն ուղղված կարծիքները, քննադատական դիտողությունները և առաջարկությունները հեղինակները կընդունեն երախտագիտությամբ:

Խնդրվում է դրանք ուղարկել հետևյալ հասցեով՝ ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետ, ջրաերկրաբանության և ճարտարագիտական երկրաբանության ամբիոն:

## ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ձուրը Երկիր մոլորակի վրա ունի լայն տարածում, այն հանդես է գալիս տարբեր ոլորտներում և ունի բացառիկ նշանակություն բնության և կյանքի զարգացման համար: Ձուրը անփոխարինելի և հույժ կարևոր բաղադրամաս է Երկրի վրա և ընդերքում ընթացող ֆիզիկաաշխարհագրական, երկրաքիմիական և երկրաբանական գործընթացներում: Առանց ջրի անհնար է նաև ժողովրդական տնտեսության գերակշռող ճյուղերի գոյությունը և զարգացումը: Այդ ամենը բերել է ջրի մանրակրկիտ ուսումնասիրման հրատապ անհրաժեշտության բազմաթիվ գիտական ուղղություններում՝ կլիմայաբանություն, օդերևութաբանություն, ջրաբանություն, օվկիանոսագիտություն, սառցագիտություն, ֆիզիկական աշխարհագրություն, ջրաքիմիա, ջրաերկրաբանություն և այլն:

Բնության կենդանի և անկենդան միջավայրերում ընթացող գործընթացներում ջրի հույժ կարևոր նշանակություններից ելնելով շատ գիտնականներ, գրողներ, բանաստեղծներ և փիլիսոփաներ շատ գեղեցիկ մտքեր և խոսքեր են ասել ջրի մասին:

Այսպես, ֆրանսիացի գրող Անտուան Դը Սենտ-Էքզյուպերը (1393) գրել է. «Ձուր... Դու չունես ոչ համ, ոչ հոտ, ոչ գույն, քեզ դժվար է նկարագրել, քեզանով հիանում են՝ չիմանալով, թե դու ինչ ես: Չի կարելի ասել, թե դու անհրաժեշտ ես կյանքի համար, դու կյանքն ես: Դու լցնում ես մեզ երջանկությամբ, որը մեր զգացմունքներով անհնար է բացատրել: Քեզանով վերադառնում են մեզ հրաժեշտ տված ուժերը, քո գթասրտությամբ մեր մեջ վերստին սկսում են հորդալ մեր սրտի ցամաքած աղբյուրները: Դու աշխարհիս ամենամեծ հարստությունն ես...»: Ակադեմիկոս Ա. Պ. Կարպինսկին նշել է. «Չկա ավելի թանկարժեք օգտակար հանածո, քան ջուրը, առանց որի կյանք չկա...»: Ակադեմիկոս Ա. Դ. Օպլոբինը համարում է, որ «.... հատկապես ջրոլորտի (ջրապատյան, հիդրոսֆերա) ջրերն են հանդիսացել այն պարտադիր և անփոխարինելի միջավայրը, որտեղ ձևավորվել են առավել բարդ օրգանական միացությունները և հետագայում հիմք հանդիսացել կենդանի օրգանիզմների մարմնի կառուցմանը: Ձուրը ներկայումս էլ գերակշռող քիմիական բաղադրություն է «կենդանի մատերիայի»՝ մեր մոլորակում բնակվող ամբողջական օրգանիզմների համար»:

Իրոք, Երկրի ամբողջ կենդանական աշխարհի 2/3 կազմում է ջուրը, այն ցամաքաբնակ կենդանիների մոտ կազմում է 60%, իսկ ջրային օրգանիզմներում՝ 90% և ավելի: Մարդու կշռի 71%-ը, իսկ արյան՝ 90% և ավելին կազմում է ջուրը:

Ակադեմիկոս Վ. Ի. Վերնադսկին (1931) նշում է, որ մեր մոլորակի զարգացման պատմության մեջ ջրի դերը բացառապես մեծ է. «Չկա բնական մարմին, որը երկրաբանական խոշորագույն գործընթացների վրա ազդեցության տեսակետից համեմատվի ջրի գործունեության հետ»:

Ջուրը բացառիկ դեր ունի երկրագնդի զարգացման պատմության, կյանքի ծագման, ֆիզիկաքիմիական միջավայրի և մոլորակի եղանակի ու կլիմայի ձևավորման գործում: Այն մարդկության մեծագույն հարըստությունն է, ծառայում է որպես առողջության աղբյուր, բավարարում է մարդու ընդարձակ պահանջները, արդյունաբերության և գյուղատնտեսության զարգացումը: Կենցաղում և ժողովրդական տնտեսության մեջ լայնորեն օգտագործվում են մակերևութային և ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերը:

Երկրի վրա ամբողջ քաղցրահամ ջրերը կազմում են 28.25մլն.կմ<sup>3</sup>: Սակայն, այդ ջրերի մեծ մասը (ջուրջ 70%) սառցադաշտերի տեսքով գտնվում են Անտարկտիդայում, Արկտիկայում, Գրենլանդիա կղզում և բարձր լեռնային շրջաններում, այսինքն, այնպիսի տեղերում, որտեղից մեծ մասշտաբներով օգտագործումը դժվարահասանելի է: Ներկա ժամանակներում օգտագործման համար հասանելի է միայն այդ ջրաքանակի մոտ 3%-ը [24]:

Աշխարհում օրական օգտագործվում է 9 մլրդ.մ<sup>3</sup>-ից ավելի ջուր, այսինքն, մոտավորապես այնքան, որքան մեկ տարում օգտագործվում են մնացած բոլոր օգտակար հանածոները միասին վերցրած:

Վերջին տասնամյակներում ջրօգտագործման պրակտիկայում ավելի ակնհայտ է դառնում ստորերկրյա ջրերի օգտագործման ավելացման միտումը: Քանի որ նրանք մակերևութային ջրերից շահեկանորեն տարբերվում են իրենց քիմիական կազմով և ֆիզիկական հատկություններով, զերծ են մեխանիկական և օրգանական խառնուրդներից, առավել սառնորակ են, ունեն ավելի կայուն ռեժիմ և նվազ չափով են ենթարկվում քիմիական աղտոտման, մանրէաբանական ու ռադիոակտիվ

վարակումների: Խմելաջրի պահանջների մոտ 50%-ը, ոռոգման ջրի 20% և մնացած ճյուղերի 40%-ը լրացվում է ի հաշիվ ստորերկրյա ջրերի [14]:

Գրեթե մի քանի տասնյակ տարի առաջ էլ անապատային և կիսասանապատային գոտիներից բացի բոլոր ինդուստրիալ երկրները, նույնիսկ նրանք, որոնք ունեն հումիդ (խոնավ) կլիմայական պայմաններ, ջրի պակաս են զգում: Այդ է վկայում 1984 թ. Մոսկվայում կայացած միջազգային երկրաբանական կոնգրեսում մասնագետների այն կարծիքը, որ մոտ ապագայում բնական ռեսուրսների մեջ (նույնիսկ նավթից էլ առավել) առաջնահերթ տեղ է զբաղեցնելու ջուրը: Զուվեյթի ողջ դժբախտությունը կայանում է նրանում, որ նա ավելի հարուստ է նավթով, քան ջրով:

XX և XXI դարերում շրջակա միջավայրի աճող աղտոտման (հատկապես մակերևութային ջրերի) պայմաններում ստորերկրյա ջրերը դարձել են քաղցրահամ ջրերի կարևոր անվտանգ ռեզերվ: Ստորերկրյա ջրերը դեռևս շատ վաղուց և լայնորեն օգտագործվում են բուժական նպատակով, իսկ վերջին տասնամյակներում նաև արդյունաբերական մասշտաբներով էլեկտրաէներգիայի ստացման համար: Բացի այդ՝ ստորերկրյա ջրերի որոշ տիպեր պարունակում են արժեքավոր կոմպոնենտներ կամ դրանց միացությունները (յոդ, բրոմ, բոր, կերակրի աղ և այլն), այնպիսի քանակությամբ, որ բավարարում են արտահանման և վերամշակման արդյունաբերական շահավետությունը [13, 33]:

Այդ ամենով հանդերձ՝ բնական ջրերը հանդիսանում են բնական միջավայրի հիմնական տարր (էլեմենտ), երկրաբանական ակտիվ գործոն, և դրանց ուսումնասիրությունը համալիր օգտագործման, պահպանման և կարգավորման նպատակներով ունի կարևոր ժողովրդատնտեսական նշանակություն:

Երկրակեղևում ստորերկրյա ջրերի ձևավորման, տեղադրման և տարածման, նրանց ռեսուրսների, կազմի, ռեժիմի, հիդրոդինամիկայի և այլնի մանրամասն ուսումնասիրությամբ զբաղվում է Երկրի մասին հիմնարար (ֆունդամենտալ) գիտությունների շարքում կարևոր ուղղություններից մեկը՝ ջրաերկրաբանությունը:

Ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրման նշանակությունը արտակարգ կարևոր է: Այն, մասնակցելով երկրագնդի ընդհանուր ջրոլորտի շրջապտույտին, մակերևութային ջրերի և կլիմայի հետ միասին որոշում է



երկրի ջրաբանական կերպարանքը (ուրվագիծը) և հանդիսանում է գետերի սնման մշտական աղբյուր:

Ջրաերկրաբանության՝ որպես ինքնուրույն գիտության կայացումից հետո ԽՍՀՄ-ում հրատարակվել են շուրջ 20 դասագրքեր: Առավել վաղ ժամանակաշրջանի դասագրքերը (մինչև 1950-1960 թթ.) իրենցից ներկայացնում են միայն պատմական հետաքրքրություն: Ներկա ժամանակներում կան հանրամատչելի, սակայն հիմնականում արդեն հնացած դասագրքեր:

Ժամանակակից իրավիճակը և հատկապես ջրաերկրաբանության հեռանկարային զարգացումը պարտադրում են թարմացնել և կատարելագործել դասագրքային գրականությունը մի շարք տեսանկյուններից: Նախ և առաջ ժամանակակից դասագիրքը պետք է հիմնված լինի ջրաերկրաբանության գիտական և պրակտիկ ամենավերջին նվաճումների վրա, պետք է հաշվի առնի մասնագիտական հիմնարար (ֆունդամենտալ) գիտությունների նվաճումները, որոնց վրա հիմնվում է տվյալ ուսումնական կուրսը (ուղղությունը) և վերջապես, պետք է նպատակամղված լինի զարգացնելու հիմնականում ուսանողի ստեղծագործական հատկանիշները, բարձրացնելու նրա աշխարհայացքը:

Բնական է, որ դասագրքի հիմնական գլուխները շարադրելիս հնարավոր չէ, (նույնիսկ շատ կարճ) բնութագրել այն աշխատանքները, որոնք կատարվել են այդ ուղղությամբ: Գրանցից շատերը գործնականում մասնագիտական հազվագյուտ գրքեր են: Գրա հետ կապված տեքստում և առաջարկվող գրականության ցանկում հղումները հիմնականում կատարվում են առավելապես վերջին հրատարակումների վրա, որոնք կուրսը յուրացնելու համար կարելի է օգտագործել որպես լրացուցիչ ձեռնարկներ:

Սույն դասագրքի բոլոր բաժինները գրված են վերը նշված հանգամանքները հաշվի առնելով:

Ուսումնական ձեռնարկը պատրաստվել է ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի ջրաերկրաբանության և ճարտարագիտական երկրաբանության ամբիոնի որոշմամբ: Ինչ խոսք, դասագիրքը գերծ չի լինի որոշ թերություններից:

## ԳԼՈՒԽ I

### ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԱՆՈՒԹՅՈՒՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՋԱՐԳԱՑՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՓՈՒԼԵՐԸ

Ջրաերկրաբանությունը, ինչպես նաև շատ տեսական և կիրառական մասնագիտություններ, առաջ են եկել և զարգացել ժողովրդական տնտեսության բազմաթիվ պահանջարկների բավարարման անհրաժեշտությունից ելնելով:

Գիտության մեջ «ջրաերկրաբանություն» տերմինը 1802 թ. ներմուծել է Ժ. Բ. Լամարկը: Այդ տերմինի տակ նա հասկացել է ապարների քայքայումը և նստեցումը ջրի օգնությամբ: XIX դարի 80-ական թվականներից «ջրաերկրաբանություն» տերմինի ասելով սկսեցին հասկանալ ուսմունք ստորերկրյա ջրերի մասին, ընդ որում ջրաերկրաբանությունը դիտարկեցին որպես երկրաբանության ճյուղ: Ժողովրդական տնտեսության մեջ ստորերկրյա ջրերի գործնականորեն լայնատարած օգտագործումը նպաստեց ջրաերկրաբանության առանձնացմանը՝ որպես ինքնուրույն համալիր գիտության, որը կոչված է նպաստելու ստորերկրյա ջրերի և այլ բնական ռեսուրսների առավել լիարժեք և արդյունավետ օգտագործմանը:

Ժամանակակից մեկնաբանմամբ, ջրաերկրաբանությունը գիտություն է ստորերկրյա ջրերի ծագման, տեղադրման պայմանների, տարածման և շարժման օրինաչափությունների, ֆիզիկական հատկությունների, քիմիական, մանրէաբանական և գազային կազմի, ռեժիմի, ինչպես նաև մթնոլորտի, մակերևութային ջրերի, երկրակեղևի ապարների ու մանտիայի (թիկնոցապատյանի) նյութի հետ ստորերկրյա ջրերի փոխազդեցության գործընթացների մասին:

Ջրաերկրաբանությունն ուսումնասիրում է ստորերկրյա ջրոլորտի (հիդրոսֆերա, ջրապատյան) պատմությունը, տարածական բաշխման օրինաչափությունները և փոխազդեցությունը երկրապատյանների հետ, ստորերկրյա հանքավայրերի առաջացման պայմանները, նրանց դերը երկրաբանական գործընթացներում և օգտակար հանածոների հանքավայրերի ձևավորման գործում, մշակում է տարբեր տիպի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի որոնման, հետախուզման, ռեսուրսների գնահատման, պաշարների համալրման, ռեժիմի կարգավորման և այլ հարցեր, ինչպես նաև ստորերկրյա ջրոլորտի կոմպոնենտների տնտեսական

նշանակությունը և նրանց վրա մարդու գործունեության ազդեցությունը [26]:

Ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրման պատմությունը բաժանում են երկու շրջանի՝ մինչհեղափոխական և հետհեղափոխական [19,4]:

**Մինչհեղափոխական** շրջանում առանձնացնում են ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրման երեք փուլ.

1) ստորերկրյա ջրերի օգտագործման փորձի կուտակման (X-XVII դար),

2) ստորերկրյա ջրերի մասին եղած տեղեկությունների և գիտելիքների ընդհանրացման (XVIII-XIX դարի կեսերը),

3) ջրաերկրաբանությունը որպես ինքնուրույն գիտության կազմավորման (XIX դարի երկրորդ կեսից մինչև XX դարի սկիզբները):

*Ստորերկրյա ջրերի օգտագործման փորձի կուտակման փուլ:* Ունեցած ոչ լրիվ տվյալները վկայում են այն մասին, որ արդեն 3000-2000 թթ. մ.թ.ա. Մերձավոր Արևելքում, Միջին Ասիայում, Չինաստանում և այլ երկրներում, նախ և առաջ չորային շրջաններում, ստորերկրյա ջրերն ինտենսիվ կերպով օգտագործվել են խմելու համար, մասնավորապես, բավականին բարդ ու խորը ջրհավաք գալերեաներ (քյարիզներ) կառուցելու ճանապարհով՝ շահագործելով արտաբերման կոների և ալյուվիալ նստվածքների ստորերկրյա ջրերը: Ռ.Դ-ը Ուխտը բերում է տվյալներ այն մասին, որ արդեն նախապատմական ժամանակներից Չինաստանում գոյություն է ունեցել հորատման տեխնիկա և լեռնագործություն, որոնք հնարավորություն են տվել կառուցել մինչև 1200-1500 մ խորության ջրհավաք հորեր և ստանալ ստորերկրյա աղաջրեր [35]:

Հարավային շրջանների տափաստաններում հին սկյութները փորել են 11 մ և ավելի ջրհորեր: Խոր անցյալում Միջին Ասիայում Կոպետ-Դաղի և Կովկասյան լեռնաստորոտներում կառուցվել են ստորերկրյա ջրհավաք քյարիզներ, որոնք օգտագործվում են մինչև այժմ: Ուրարտուի թագավոր Մենուայի հրամանով մ.թ.ա. 8-րդ դարում Տուշպա (Վան) քաղաքի համար կառուցվել է ջրատար: Այն ունի 70 կմ երկարություն և կազմված է բաց ու փակ ջրազծերից և ակվեդուկներից: Կարևոր է նշել, որ այդ ջրատարը անխափան գործում է նաև մեր օրերում:

XI-XII դարերում Ռուսաստանի Նովգորոդ քաղաքում ի հայտ են գալիս ջրատար կառույցներ, իսկ XV դարում կառուցվել է Մոսկվայի Կրեմլի ջրատարը:

Ջրատարների, ջրհորերի, հորատանցքերի, կապտաժային կառույցների հին մնացորդները վկայում են մարդու ջրամատակարարման, աղի ստացման և բուժիչ նպատակների համար ստորերկրյա ջրերի օգտագործման իմացությունը:

*Ստորերկրյա ջրերի մասին եղած տեղեկությունների և գիտելիքների ընդհանրացման փուլ:* Այս փուլի սկզբնական ժամանակահատվածում կառուցվում են խոշոր ջրատարներ, կատարվում են ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրություններ, այդ թվում հանքային ջրերի հայտնաբերման և օգտագործման համար:

Հայաստանում հանքային ջրերը բուժման նպատակով օգտագործվել են դեռևս վաղ անցյալից: Այս տեսակետից հայտնի է Գ. Վոսկոբոյնիկովի (1830) հղումները Տաթևի և Ջերմուկի հանքային աղբյուրների օգտագործման վերաբերյալ:

Ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրությունները առավել սիստեմատիկ դարձան Ռուսական գիտական ակադեմիայի կազմավորումից հետո (1724 թ.): Ստորերկրյա ջրերի տվյալների հավաքագրումը կատարվում էր աշխարհագրական և երկրաբանական ուսումնասիրությունների ընթացքում: Այդ աշխատություններում առաջին փորձերն էին արվում բացահայտելու բնական տարբեր երևույթների, ինչպես նաև ստորերկրյա ջրերի փոխադարձ կապի պատճառները:

Առաջին անգամ ակադեմիկոս Մ. Վ. Լոմոնոսովը դեռևս 1757-1759 թթ. նշել է երկրաբանական գործընթացներում ստորերկրյա ջրերի նշանակության մասին:

Նշված փուլի ընթացքում կատարված ուսումնասիրությունները ամփոփվել են ակադեմիկոս Վ. Մ. Սևերգինի աշխատություններում:

Այս փուլի վերջնամասում քաղաքների և գյուղական վայրերի ջրամատակարարման համար հորատանցքերի անցման արդյունքում Ռուսաստանի եվրոպական մասի համար ստացվել են նոր տվյալներ երկրաբանության և խորը ստորերկրյա ջրերի վերաբերյալ, այդ թվում բացահայտվել են որոշ արտեզյան ավազաններ:

Այսպիսով, բնական գիտությունների շարքում ծնվեց ստորերկրյա ջրերի մասին (ստորերկրյա ջրերի երկրաբանություն) ինքնուրույն գիտություն:

*Ջրաերկրաբանությունը որպես ինքնուրույն գիտություն կազմավորման փուլ:* Ջրաերկրաբանությունը որպես ինքնուրույն գիտական

ճյուղ բնական գիտությունների շարքում, ձևավորվել է XIX դարի 80-ական թվականներին: Դրա կազմավորման գործում մեծ դեր խաղացին գիտնականներ Ի. Վ. Մաշկետովը, Ն. Ա. Սոկոլովը, Վ. Դ. Սոկոլովը, Ս. Ն. Նիկիտինը, Ն. Ֆ. Պոգրեբովը, Լ. Էլի դը Բոնոն, Օ. Ֆոլգերը, Ե. Վոլմին, Օ. Է. Մեհնցեր, Ռ. Ուիսոը և ուրիշները:

XIX դարի վերջին լույս տեսան Ա.Գորբեի (1887) և Ի. Գազի (1885) աշխատությունները, որոնք, ջրաերկրաբանության մասին առաջին դասագրքերն էին, չնայած դրանցում «ջրաերկրաբանություն» տերմինը չեն օգտագործում [35]:

Ջրաերկրաբանության զարգացման գործում առանձնակի նշանակություն ունեցան Նիկիտինի աշխատանքները: 1880-1890 թթ. նա առաջին անգամ հիմնարար ընդհանրացում կատարեց Ռուսաստանի եվրոպական մասի արտեզյան և գրունտային ջրերի մասին: Հրատարակվել է նրա մենագրությունը, որում լուսաբանված են Մոսկվա քաղաքի մերձակա տարածքների քարածխային նստվածքները և արտեզյան ջրերը:

Ջրաերկրաբանության գիտության համար բեղմնավոր եղան Վ. Վ. Գոկուչավի բնության մեջ բնապատմական զոնայականության մասին գաղափարները, որոնք լայն կիրառություն գտան բազմաթիվ տեսական և կիրառական հարցերի լուծման ժամանակ: Այդ հիմքի վրա առաջին անգամ Պ. Վ. Օտոցկին տվեց գրունտային ջրերի զոնայականությունը: Այս փուլում Հայաստանում ջրաերկրաբանության մասին առաջին տեղեկությունները տեղ են գտել Ի. Գյուլդենշտեդի, Ի. Աբիխի (1873), Ն. Չեռնոյարսկովի (1880), Բ. Միլլերի և Դ. Գենիսովի (1889), Մ. Սմբատյանի և այլոց աշխատանքներում [6,7]:

Շարունակվում են Կովկասյան հանքային ջրերի ուսումնասիրությունները (Ա. Ն. Օգիլվի, Ա. Պ. Գերասիմով, Ն. Ն. Սլավյանով և ուրիշներ): Ձևավորվում են ջրաերկրաբանության նոր ճյուղեր, և ուսումնասիրությունները սկսում են կրել համատարած բնույթ:

*Ջրաերկրաբանություն գիտության զարգացման հետհեղափոխական շրջանի* համար առանձնացնում են երկու փուլ՝ մինչպատերազմյան և հետպատերազմյան:

*Մինչպատերազմյան փուլը (1917-1941թթ.)* բնութագրվում է ջրաերկրաբանության բուռն զարգացմամբ և դառնում է պետական կարևոր գործոն:

Ջրաերկրաբանական մեծածավալ ուսումնասիրություններ են կատարվում՝ Արևելյան Անդրկովկասում (Ֆ. Պ. Սավերևսկի, Վ. Ա. Պրիկլոնսկի և ուրիշներ), Կոպետ-Դաղի շրջանում (Ի. Ի. Նիկշիչ), Սիջին Ասիայում (Ե. Վ. Իվանով, Օ. Կ. Լանգե և ուրիշներ), Ուկրաինայի հյուսիսում (Ն. Ա. Պլոտնիկով, Կ. Ի. Մակով և ուրիշներ), Ղազախստանում (Ա. Ա. Կոզիրով, Բ. Կ. Տերդեցկի և ուրիշներ), Հայաստանում (Վ. Ֆ. Չախարով, Դ. Գ. Տիգրանյան, Կ. Ն. Պաֆենգոլց, Ա. Պ. Գեմյոխին և ուրիշներ): Նմանատիպ աշխատանքներ կատարվեցին նաև այլ ռեգիոններում և հանրապետություններում:

1920 թ. Մոսկվայի լեռնային ակադեմիայում սկսվում է ջրաերկրաբանություն մասնագիտությամբ մասնագետների պատրաստումը: 1922 թ. լույս է տեսնում առաջին դասագիրքը ջրաերկրաբանության մասին՝ գրված Պ. Ն. Չերվինսկու կողմից:

1931 թ. Լենինգրադում կայացավ Առաջին համամիութենական ջրաերկրաբանական համագումարը, որտեղ ներկայացված էին հետաքրքիր աշխատանքներ ջրաերկրաբանության ընդհանուր հարցերի (Օ. Կ. Լանգե, Ա. Ֆ. Լեբեդև, Ֆ. Ա. Սավարենսկի և ուրիշներ), գրունտային ջրերի զոնայականության և ջրաերկրաբանական շրջանացման վերաբերյալ (Պ. Ի. Վասիլևսկի, Վ. Ս. Իլին, Ա. Ն. Սեմիխատով, Ռ. Ն. Կամենսկի, Ն. Ի. Տոլստիխին և ուրիշներ):

Ջրաերկրաբանական մի շարք գաղափարների (հայացքների) զարգացման համար բացառիկ կարևոր նշանակություն ունեցան Վ. Ի. Վերնադսկու աշխատությունները (1935 թ.), որոնցում նա հիմնավորում է Երկիր մոլորակի բոլոր ջրերը միմյանց հետ սերտորեն կապված են և բնական ջրերը պետք է դիտել մեկ ընդհանուր համակարգի մեջ:

30-ական թվականներին առաջին անգամ կազմվեցին ամփոփիչ քարտեզներ (ջրաերկրաբանական, հանքային ջրերի, ջրաերկրաբանական շրջանացման), որոնք ունեցան կարևոր նշանակություն հետագա ջրաերկրաբանական ուսումնասիրությունների պլանավորման համար: Միաժամանակ հրատարակման էր պատրաստվում «ԽՍՀՄ ջրաերկրաբանություն» ամփոփիչ մենագրությունը Ն. Ի. Տոլստիխինի խմբագրությամբ: Մինչև Մեծ հայրենական պատերազմը հրատարակվում է այդ ամփոփիչ մենագրությունից միայն 12 հատորը: Սովետական կարգերի տարիներին ստեղծվում են ջրաերկրաբանության տեսական հիմունքները և սկսում են կազմավորվել դրա գիտական և մեթոդական կուրսերը [9]:

Այսպիսով, մինչպատերազմյան տարիներին ջրաերկրաբանությունը դառնում է ինքնուրույն գիտություն՝ ներառելով տարբեր գիտամեթոդական մասնագիտություններ (դիսցիպլիններ):

*Հերպարտերազմյան փուլ (1941-ից մինչև մեր օրերը):* Հայրենական պատերազմի ավարտից հետո սովետական ջրաերկրաբանները, օգտագործելով նախկինում կատարված տեսական մշակումները և փաստացի նյութերը, ձեռնամուխ եղան դրանց մշակման և ընդհանրացման բարդ հիմնախնդիրներին: Ստորերկրյա ջրերի մասին խոր գիտական անալիզի և նյութերի ռեգիոնալ ընդհանրացման համար որոշում կայացվեց հրատարակման պատրաստել 45 հատորից բաղկացած «ՍՍՀՄ ջրաերկրաբանություն» աշխատությունը և բացի այդ՝ կազմել ամփոփիչ 5 հատոր: Այդ հսկայական աշխատանքն արդեն կատարված է, ընդ որում Հայաստանի ջրաերկրաբանությունը ամփոփված է VIII հատորում:

Այս փուլի ընթացքում ջրաերկրաբանական ուսումնասիրությունները տարվում են գիտական հիմքի վրա, դրանք բնութագրվում են աշխատանքների ընդգրկում և թեմատիկայով ու կոնպլեկտայնությամբ: Երկրաբանական կտրվածքի խորը հորիզոնների վերաբերյալ արժեքավոր տեղեկություններ ստացվեցին նավթագազաորոնողական հորատման ընթացքում:

Ջրաճնշումային համակարգի խոր մասերի վերաբերյալ կուտակված եզակյան նյութերը, բացի ժողովրդական տնտեսության կարևոր կիրառական խնդիրների ու ջրաերկրաբանական խիստ տեսական հարցերի լուծումները տալուց, հնարավորություն ստեղծեցին նաև անցնելու համաերկրաբանական հիմնահարցերի լուծմանը, մասնավորապես, պարզելու ջրի դերը ապարներում վերափոխված միներալների նստեցման ընթացքում միներալագոյացմանը, երկրակեղևի բազմակիլոմետրանոց հաստվածքում ջրի երկրաբանական և երկրաքիմիական դերը, պինդ հանքային, նավթային ու գազային օգտակար հանածոների հանքավայրերի ձևավորմանը [9]:

1988 թ. տեղի ունեցավ ինժեներ-երկրաբանների, ջրաերկրաբանների և երկրասառցաբանների Առաջին համամիութենական համագումարը, որը իմի բերեց այդ հարակից գիտությունների զարգացումը սովետական կարգերի 70 տարիների ընթացքում, և որոշեց կատարել տեսական և կիրառական ուսումնասիրություններ: Ջրաերկրաբանական ու-

սումնասիրությունների բնագավառում գոյություն ունեցող հարցերի շարքում համագումարը նշեց ուսումնասիրությունների երկու հիմնական ուղղություններ՝

1) ինտենսիվ անտրոպոգեն փոխազդեցության պայմաններում ստորերկրյա ջրերի ձևավորման օրինաչափությունների ուսումնասիրություններ, վերջինիս հետ կապված բուն ստորերկրյա ջրերի պահպանության հարցեր և համալիր էկոլոգիական խնդիրներ, որոնք իրենց մեջ ներառում են ստորերկրյա ջրերի դերի ուսումնասիրումը տարբեր տիպի տեխնոգեն լանդշաֆտների ձևավորման, բնական միջավայրի աղտոտման դեմ պայքարի, մարդու տարաբնույթ տնտեսական գործունեությամբ պայմանավորված ստորերկրյա հիդրոսֆերայի վերին մասերում ընթացող գործընթացների հսկում և կառավարում,

2) ստորերկրյա հիդրոսֆերայի խոր հորիզոնների ուսումնասիրություններ՝ նպատակ ունենալով իմանալու և պարզելու դրանում զարգացող գործոնների քանակական բնութագրերը, պարզելու ստորերկրյա ջրերի դերը երկրաբանական գործընթացներում, այդ թվում օգտակար հանածոների ձևավորման և քայքայման գործընթացը:

Ներկա ժամանակներում ջրաերկրաբանությունը ձևավորվել է որպես բարդ համալիր գիտություն: Այն ներառում է հետևյալ ինքնուրույն բաժինները.

1) ընդհանուր ջրաերկրաբանություն, 2) ջրաերկրադինամիկա (ստորերկրյա ջրերի դինամիկա), 3) ջրաերկրաքիմիա, 4) ջրաերկրաբանական հետազոտությունների մեթոդաբանություն, 5) օգտակար հանածոների հանքավայրերի ջրաերկրաբանություն, 6) մելիորատիվ ջրաերկրաբանություն, 7) ռեզիուսալ ջրաերկրաբանություն, 8) ինժեներական ջրաերկրաբանություն, 9) ուսմունք հանքային, արդյունաբերական և թերմալ ջրերի մասին, 10) ջրաերկրաբանական մոդելավորում, 11) ջրաերկրաբանական մոնիտորինգ, 12) էկոլոգիական ջրաերկրաբանություն, 13) ռադիոջրաերկրաբանություն, 14) հնէաջրաերկրաբանություն, 15) ջրաերկրաթերմիա, 16) կրիոջրաերկրաբանություն [19, 25, 11, 4]:

***Ընդհանուր ջրաերկրաբանությունը*** ուսումնասիրում է ստորերկրյա ջրերի սնման և ձևավորման ընդհանուր հարցերը՝ ներառելով օդերևութաբանական պայմանները, ստորերկրյա ջրերի ծագումը, դրանց դասակարգումը, քիմիական կազմը, ջրաերկրաբանական ուսումնասիր-



րությունների ընդհանուր հարցերը և ջրատերկրաբանական քարտեզների կազմումը:

**Ջրատերկրադինամիկան** (ստորերկրյա ջրերի դինամիկա) ուսումնասիրում է ստորերկրյա ջրերի շարժումը երկրակեղևի ապարներում բնական և արհեստական գործոնների ազդեցության տակ, ինչպես նաև մշակում է շարժման քանակական գնահատման և նպատակային կառավարման մեթոդներ:

**Ջրատերկրաքիմիան** (ստորերկրյա ջրերի երկրաքիմիա) ուսումնասիրում է ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմը և նրա փոփոխությունները ժամանակի ընթացքում և տարածության մեջ՝ կապված երկրակեղևում ընթացող քիմիական, ֆիզիկական և կենսաբանական գործընթացների հետ:

**Ջրատերկրաբանական հեղազույությունների մեթոդաբանությունը** զբաղվում է ջրատերկրաբանական պայմանների բացահայտման մեթոդների և եղանակների, ստորերկրյա ջրերի պաշարների, որակի, ռեժիմի, շարժման օրինաչափությունների որոշմամբ՝ նպատակ ունենալով լուծելու ժողովրդական տնտեսության տարբեր խնդիրներ (ջրատեխնիկական, քաղաքացիական, արդյունաբերական և այլ տիպի շինարարություն, ջրամատակարարում, հողատարածքների ոռոգում և չորացում, բուժիչ և արդյունաբերական նպատակներով ջրերի հետախուզում, նավթային և գազային հանքավայրերի ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրում, հոսքաջրերի թաղում և այլն):

**Օգտակար հանածոների հանքավայրերի ջրատերկրաբանությունը** զբաղվում է հանքավայրերի որոնման, հետախուզման, երկրաբանա-արդյունաբերական գնահատման, շահագործման խնդիրների հետ կապված ջրատերկրաբանական պայմանների ուսումնասիրությամբ: Այս բաժնում առանձնացնում են երկու ուղղություն.

ա) պինդ օգտակար հանածոների հանքավայրերի ջրատերկրաբանություն,

բ) նավթագազային հանքավայրերի ջրատերկրաբանություն:

**Մեխորատիվ ջրատերկրաբանությունը** ուսումնասիրում է մեխորացվող հողատարածքների ջրատերկրաբանական պայմանները, մշակում է հողերի մեխորատիվ վիճակի բարելավման մեթոդները և եղանակները՝ դրանց արդյունավետ օգտագործման և կայուն բարձր բերքի ստացման նպատակով: Մեխորատիվ ջրատերկրաբանության կարևորա-

գույն խնդիրը հանդիսանում է հողատարածքների և գյուղատնտեսական այլ օբյեկտների ոռոգման, չորացման, ջրարբիացման, ջրամատակարարման պլանավորման և շինարարական նախագծերի ջրաերկրաբանական հիմնավորումը:

***Ռեգիոնալ ջրաերկրաբանությունը*** զբաղվում է որոշակի ռեգիոնների (երկրամասերի, մարզերի) ստորերկրյա ջրերի առաջացման, տեղադրման, տարածման օրինաչափությունների, երկրակեղևի երկրաբանական կտրվածքի և զարգացման պատմության հետ նրանց կապի ուսումնասիրությամբ՝ նպատակ ունենալով պարզաբանել ժողովրդական տնտեսության մեջ ստորերկրյա ջրերի օգտագործման հնարավորություններն ու հեռանկարները:

***Հանքային, արդյունաբերական և քերամայ ջրերի մասին ուսումնառքը*** ուսումնասիրում է դրանց հանքավայրերի ձևավորման, ջրերի կազմի, դրանց ծագման և հանքավայրերի երկրաբանա-արդյունաբերական գնահատման հարցերը դրանք գործնական նպատակով օգտագործելու համար:

***Ջրաերկրաբանական մոդելավորումը*** ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիոն գործընթացները տարբեր մոդելների վրա արհեստական վերարտադրման մեթոդ է, որը նպատակ ունի լուծելու բազմազան ջրաերկրաբանական խնդիրներ: Առավել կիրառական են համարվում էլեկտրոնային մոդելները: Այլ մոդելները (հիդրավիկական, մագնիսային, մեմբրանային, օպտիկական, պնևմատիկական) օգտագործվում են հազվադեպ:

***Ջրաերկրաբանական մոնիտորինգը*** զբաղվում է ստորերկրյա ջրերի ռեժիմի և հաշվեկշռի, դրանց կազմի ու որակի սիստեմատիկ (մշտապես) դիտարկումների, այդ հիմքի վրա իրավիճակի գնահատման և հետագա վիճակի կանխատեսումների խնդիրներով: Ներկայումս, երբ ստորերկրյա ջրերի պաշարները ավելի ու ավելի ինտենսիվորեն ու անհաշվենկատ են շահագործվում, խախտվում է դրանց ռեժիմը, ուստի ստորերկրյա ջրերի յուրաքանչյուր խոշոր հանքավայրի կամ ավազանի համար մոնիտորինգի վարումը դառնում է հրամայական:

***Էկոլոգիական ջրաերկրաբանությունը*** գիտություն է ստորերկրյա հիդրոսֆերայի (հիդրոլիթոսֆերայի) ջրաերկրաբանական, ջրաերկրադինամիկական և ջրաերկրաքիմիական փոխակերպումների մասին, որպես շրջակա միջավայրի և ջրաերկրաբանական համակարգի բնա-

տեխնիկական բազա կազմող բաղադրիչ՝ անտրոպոգեն ծանրաբեռնվածության և բնատեխնիկական աղետների ազդեցության տակ:

**Ռ-ադիոջրաերկրաբանությունը** զբաղվում է ստորերկրյա ջրերում ռադիոակտիվ տարրերի ձևավորման, տարածման, միգրացիայի (տեղագաղթ) օրինաչափությունների ուսումնասիրմամբ, ինչպես նաև դրանց որոնման և արդյունահանման առավել արդյունավետ մեթոդների մշակումով:

**Հնէաջրաերկրաբանությունը** (պատմական ջրաերկրաբանություն) ուսումնասիրում է երկրակեղևի ջրաճնշումային համակարգերի զարգացման պատմությունը՝ նպատակ ունենալով պարզաբանելու տարբեր բաղադրության ստորերկրյա ջրերի ձևավորման օրինաչափությունները և դրանց երկրաբանական դերը օգտակար հանածոների հանքավայրերի առաջացման և քայքայման գործում:

**Ջրաերկրաքերմիան** ուսումնասիրում է ստորերկրյա ջրերի ջերմային հատկությունները և դրանց հետ ջերմատարման գործընթացները:

**Կրիոջրաերկրաբանությունը** ուսումնասիրում է բազմամյա սառցույթային շրջանների ստորերկրյա ջրերը, դրանց փոխազդեցությունը բազմամյա սառած ապարների հետ, ինչպես նաև ջրերի արդյունավետ եղանակով կապտաժումը և շահագործումը:

Ջրաերկրաբանություն գիտության նշանակությունը մեծանում է տարեցտարի այնպես, ինչպես բարձրանում է ստորերկրյա ջրերի օգտագործման պահանջարկը և դրանց դերի ուսումնասիրությունները երկրաբանական, երկրաքիմիական և ջրաբանական գործընթացներում, որոնք տեղի են ունենում երկրակեղևում և Երկրի մակերևույթի վրա:

Ջրաերկրաբանության գիտական և գործնական նշանակությունը արտակարգ մեծ և բազմաբնույթ է, քանի որ ժողովրդական տնտեսության մեջ դժվար է գտնել մի ճյուղ, որը կապված չլինի ստորերկրյա ջրերի հետ:

Հիմնական խնդիրները, որոնք լուծվում են ջրաերկրաբանությունում հետևյալներն են [19].

1) քաղցրահամ ստորերկրյա ջրերի աղբյուրների հետախուզում և ջրամատակարարման կազմակերպում բնակավայրերին, գյուղատնտեսական օբյեկտներին և արդյունաբերական ձեռնարկություններին,

2) լուծում է մելիորատիվ ջրաերկրաբանական խնդիրներ՝ կապված չորային շրջաններում հողերի ոռոգման և հավելցուկային խոնավության շրջաններում հողերի չորացման հետ,

3) ջրատեխնիկական և արդյունաբերական շինարարական օբյեկտների ջրաերկրաբանական պայմանների գնահատում, ջրերի ֆիլտրացիոն կորուստների որոշում,

4) բուժիչ նպատակով օգտագործվող հանքային ջրերի հանքավայրերի հետախուզում և գնահատում,

5) արդյունաբերական ջրերի հանքավայրերի որոնում, հետախուզում և երկրաբանա-արդյունաբերական գնահատում, որպես քիմիական հումք՝ դրանից յոդ, բրոմ, բոր, լիթիում, ստրոնցիում և այլն կորզելու համար,

6) ջեռուցման և երկրաջերմային էլեկտրակայանների կառուցման համար ջերմաջրերի օգտագործման շահավետության հետախուզում և գնահատում,

7) լեռնային գործի խնդիրների լուծման ապահովում՝ լեռնային փորվածքներ ջրհոսքի կանխատեսում, ինչպես նաև օգտակար հանածոների կորզման նոր պրոգրեսիվ մեթոդների ներդրում՝ հիդրավիկական, քիմիական, նավթային գործում՝ արհեստական ջրայցում (ջրի ներմղում),

8) ջրաերկրաքիմիական մեթոդներով օգտակար հանածոների հանքավայրերի որոնում,

9) ատոմային հումքի հանքավայրերի ռադիոջրաերկրաբանական որոնում և ռադիոակտիվ ջրերի օգտագործման հարցերի լուծում:

Ջրաերկրաբանության հաջողությունները մեծամասամբ կանխորոշվել են ֆունդամենտալ աշխատություններով և գիտնականների գիտական, ուսումնա-դաստիարակչական և կազմակերպչական գործունեությամբ, որպիսիք են Ս. Ն. Նիկիտինը, Վ. Ս. Իլինը, Ն. Ֆ. Պոգրեբովը, Ա. Ֆ. Լեբեդևը, Ն. Ն. Պավլովսկին, Ֆ. Պ. Սավարենսկին, Վ. Ն. Վերնադսկին, Օ. Կ. Լանգեն, Գ. Ն. Կամենսկին, Ն. Ի. Տոլստիխինը, Ա. Մ. Օվչիննիկովը, Պ. Պ. Կլիմենտովը, Ի. Կ. Ջայցևը, Վ. Պ. Ջվերևը, Ի. Ս. Ջեկցերը, Վ. Ա. Կիրյուխինը, Ե. Վ. Պինեկերը, Ն. Ն. Վերիգինը, Ավերյանովը, Ն. Ն. Բինդեմանը, Ա. Ի. Կուդեխինը, Գ. Մ. Կացը, Վ. Մ. Շեստակովը, Ի. Կ. Գավիչը, Վ. Ա. Վսևոլժսկին և այլք:

Արտասահմանյան գիտնականներից, որոնք էական ներդրում ունեն ջրաերկրաբանության զարգացման գործում, կարելի է հիշատակել հետևյալներին՝ ֆրանսիացի գիտնականներ և ինժեներներ Ե.Մարիոտտին, Ի. Պուազեյին, Ա. Դարսիին, Լ. Դյուպուիին, Դ. Բուսինեսկին, Ժ. Կաստանիին, ամերիկացի գիտնականներից՝ Ն. Թեյսին, Ս. Ջեկոբին, Օ. Է. Մեհնցերին, Ի. Ս. Սլիխտերին, Ռ. Ուիստին, Մ. Մասկետին, Մ. Խանտուշին, ավստրիացի գիտնականներից՝ Ֆ. Ֆորլագեհմերին, գերմանացի գիտնականներից՝ Դ. Սմրեկերին, Խ. Սլիխտերին, Ա. Տիմային, Ե. Պրինցին, անգլիացի գիտնականներից՝ Ու. Սմիտին, Ս. Բուխային և ուրիշներին:

Հայաստանի ջրաերկրաբանության զարգացման գործում մեծ ավանդ ունեն Վ. Ֆ. Ջախարովը, Գ. Գ. Օզանեզովը, Կ. Ն. Պաֆենզովը, Ա. Պ. Դեմյոխինը, Վ. Ա. Ավետիսյանը, Փ. Թ. Սարգսյանը, Վ. Տ. Վեհունին, Ա. Ե. Ամրոյանը և ուրիշները:

## ԳԼՈՒԽ II

### ՋՐԻ ԾԱԳՈՒՄԸ ԵՐԿՐԻ ՎՐԱ, ԴՐԱ ԲԱՇԽՈՒՄԸ ԵՎ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՇՐՋԱՊՏՈՒՅՏԸ ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ

#### 2.1. ՋՐԻ ԾԱԳՈՒՄԸ ԵՐԿՐԻ ՎՐԱ ԵՎ ՋՐՈԼՈՐՏԻ ՉԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ջրի ծագումը և ջրուղրտի (հիդրոսֆերայի) ձևավորումը անխզելիորեն կապված են այնպիսի բարդ հիմնահարցերի հետ, ինչպիսիք են Երկրի ծագումը և դրա երկրաբանական պատմությունը:

Համաձայն առավել ճանաչում գտած ժամանակակից վարկածի, Երկիր մոլորակն առաջացել է 4.7 մլրդ. տարի առաջ նախաարևային համակարգում ցրված տիեզերական սառը գազափոշու ամպերի կուտակումից և հետագա խտացումից: Այդ խտացված նյութի կազմը մնանեցվում է երկնային ասուպների կազմին (քարային կամ երկաթաքարային մետեորիտներ), որոնք պարունակել են 0.5-1.0% կապակցված ջուր:

Սակայն, որպեսզի Երկիր մոլորակի վրա առաջանային երկրապատյանները, այդ թվում ջրային պատյանը, հարկավոր էր կապակցված ջրի անջատումը սկզբնանյութից, որի համար հսկայական քանակությամբ էներգիա էր անհրաժեշտ:

Ներկայումս շատ հետազոտողներ Երկրի ջրուղրտի և մթնոլորտի ձևավորման հարցում համամիտ են Ա. Պ. Վինագրադովի վարկածի հետ: Այն է՝ Երկրի պատյանների տարանջատումը կատարվել է զոնալ (շերտավոր) եռման սկզբունքով՝ ի հաշիվ ադիաբատիկ սեղմման և ռադիոակտիվ էլեմենտների տրոհման արդյունքում անջատված էներգիայի: Երկրի պատմության վաղ շրջանում ռադիոակտիվ տրոհման էներգիան 8-9 անգամ գերազանցել է նրա ներկա քանակը: Մոլորակի եռացող ընդերքում հրահեղուկ զանգվածը շերտավորվել է դժվարահալ և դյուրահալ նյութերի: Առաջինները, որոնք ավելի ծանր են, հանգրվանել են ներքևում և աստիճանաբար վերածվել են պինդ ապարների (պայմանական բազալտների), իսկ երկրորդները՝ դյուրահալները, գազերով հագեցած նյութերը բարձրացել են վերև և որոշակի խորություններում սառել, բյուրեղացել և ենթարկվել դեգազացիայի (գազանջատման): Արդյունքում առաջացել են գրանիտային ապարները (նույնպես պայմանական): Ընդերքի մնան հալման և գազանջատման արդյունքում Երկրի

մակերևույթ են բարձրացել ոչ թե թեթև նյութերը, այլ դյուրահալ՝ բազալտային հրահեղուկ մագման, որը պարունակում է ջուր և լուծված գազեր: Հաշվարկները ցույց են տվել, որ այդ ճանապարհով ձևավորվող ջրոլորտը և մթնոլորտը արդյունք են միայն մանտիայի (միջնապատյան, թիկնոցապատյան, միջնոլորտ) նյութերի հալման և գազանջատման [19]: Այդ են վկայում նաև Վ. Պ. Չվերևի եզրահանգումները, որ մանտիայի ֆլյուիդների օքսիդացման գործընթացներն են հանդիսանում գլխավոր մեխանիզմը (ներքին կառուցվածքը) և պատասխանատուն հիդրոսֆերայի ձևավորման [13]:

Մանտիան հանդիսանում է բնական ջրերի գեներատորը (արտադրող մեքենան): Դրանում պարունակվում է մոտ  $20 \times 10^{18}$  տոննա ջուր բոլոր վիճակներում, ընդ որում 7.5-12.5% [ $(1.5 \dots 2.5) \times 10^{18}$ տ], իսկ որոշ գիտնականների տվյալներով՝ 17-24% [ $(3.4 \dots 4.8) \times 10^{18}$ տ] քանակի ջրեր տեղագաղթել (միգրացվել) են երկրակեղև և Համաշխարհային օվկիանոս, այսինքն ձևավորվել է ջրոլորտը: Պայմանականորեն կարելի է ընդունել, որ մագմայից հեռացել (չքացել) է  $3.4 \times 10^{18}$ տ ջուր [24]:

Մանտիայից ջրի արտագատումը կատարվում է բարդ կախվածություներով՝ կապված մանտիային ապարների սերպենտինիզացման (օձաքարացման) և այլ գործընթացների հետ (Մոնին, Սորոխտին, 1984, Շուպֆ, 1982, Տիմոֆեև, Խոլոտով, Չվերև 1988):

Իզոտոպային և պետրոլոգո-երկրաքիմիական մեթոդներով ստացված բազմաքանակ տվյալների համատեղ վերլուծությունը հիմք է հանդիսացել եզրակացնելու, որ Երկրի զարգացման վաղ փուլերը բնութագրվում են ֆլյուիդների ինտենսիվ դուրս գալով, որոնց կազմում գերակշռող են հանդիսացել իներտ գազերը և ածխածնի միացությունները: Այդ շրջանում ջրի անջատումը, դատելով Վեներա մոլորակի մթնոլորտում դրա պարունակությունից (Բարսուկով 1985), եղել է, ըստ երևույթին, ոչ շատ: Միայն արխեսյի և պրոտերոզոյի սահմանագծում սկսվել է ջրի առավել ինտենսիվ անջատում, կապված մանտիային ֆլյուիդների օքսիդացման հետ՝ պայմանավորված ֆլյուիդների և ապարների փոխազդեցությամբ, որն ընթանում է նաև ներկա ժամանակներում [13]:

Մանտիայի գազազրկման գործընթացի արդյունքում Երկրի վրա ջրոլորտի ձևավորման հիմնական վարկածի հետ միաժամանակ ներկա ժամանակներում դիտարկվում են ջրի մուտքի սկզբունքորեն նոր հնարավոր ճանապարհներ դեպի մոլորակի ջրոլորտ: Այսպես, ըստ Վ. Ֆ.

Գերպիտոլցի (1962) կարծիքի, մոլորակի ջրոլորտի շուրջ 100 հազ. կմ<sup>3</sup> ջրաքանակը Երկիր է թափանցել Արեգակնային համակարգի աստերոիդային մարմինների հետ (ժամանակակից ջրոլորտի ծավալի 0.005 %-ից պակաս): Որոշ հեղինակներ հիմնավորում են այն պատկերացումը, թե վերգետնյա ջրի «տիեզերական» մուտքը պետք է դիտարկել որպես Երկրի ջրոլորտի ձևավորման հիմնական գործընթաց: Մեկ այլ պոտենցիալ հնարավոր ջրաղբյուր համարում են մթնոլորտի 80 կմ և ավելի բարձրությունների վրա արծաթավուն ամպերում ջրային կուտակումների հնարավոր առաջացումը: Այժմ արհեստական արբանյակների օգնությամբ մթնոլորտի վերին շերտում տարվող ուսումնասիրություններով որոշված է, որ 230-250 կմ բարձրությունների վրա կան թթվածնի և ջրածնի ատոմներ և ջրի մոլեկուլի առաջացումը չի բացառվում [13, 25]:

Մանտիայի հետ համեմատած՝ տիեզերքը և մթնոլորտի բարձր շերտերը տվել են շատ քիչ քանակի ջուր: Առավել շատ քանակի ջուր Երկրից գնում է տիեզերական տարածություն:

Այսպիսով, Երկրի վրա ջրի միակ աղբյուրը գործնականում համարվում է մանտիան:

Հիդրոսֆերայի տակ հասկանում են Երկրի ջրային պատյանը, որը միավորում է Համաշխարհային օվկիանոսի ջրերը, ստորերկրյա ջրերը (երկրակեղևում պարունակվող), ինչպես նաև ցամաքի մակերևութային ջրերը (գետեր, լճեր, ճահիճներ, ներառյալ ձնածածկույթի և սառցադաշտերի ջրերը): Ընդ որում ջրոլորտի վերին սահմանը միաժամանակ հանդիսանում է մթնոլորտի ներքին սահմանը, իսկ ջրոլորտի ներքին սահմանը համընկնում է երկրակեղևի և մանտիայի սահմանի հետ: Այլ կերպ ասած՝ հիդրոսֆերան իրենից ներկայացնում է Երկրի ընդհատ ջրային թաղանթ, որը տեղաբաշխված է մթնոլորտի և պինդ երկրակեղևի միջև:

Ջրոլորտի աղային կազմի ձևավորման հետ կապված Ա. Պ. Վինագրադովը անջատում է երեք ընթացաշրջան. վաղ շրջան՝ կենսոլորտի բացակայության (խոր արխեյում), կենսոլորտի կազմավորման շրջան (արխեյի վերջ-պալեոզոյ), ժամանակակից օվկիանոս (պալեոզոյից մինչև մեր օրերը):

Ընդհանուր առմամբ օվկիանոսի աղերի անիոնային մասը առաջ է եկել հրաբխային նյութերի զագանջատումից, իսկ կատիոնայինն՝ ի հաշիվ ապարների քայքայման: Վերջինիս հետ կապված անհրաժեշտ է հիշեցնել, որ օվկիանոսների (Խաղաղ, Ատլանտյան) ժամանակակից



հատակները ծածկված են բազմաթիվ հանգած հրաբխային կոնաձև մարմիններով:

Առաջնային մթնոլորտում (երբ դեռևս թթվածին չի եղել) եղել են հետևյալ նյութերը՝  $H_2O$  գոլորշիներ,  $CH_4$ ,  $NH_4$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $S$ ,  $H_2S$ ,  $H_3BO_3$  և  $HCl$ ,  $HF$ ,  $HBr$  (հավանական է նաև  $Se$ ,  $Te$ ,  $As$ ): Երկրի գոյության սկզբնական շրջանում ջրոլորտի ջրերը եղել են թթու, քանի որ ջրի գոլորշիների խտացման գործընթացում ավելացել են  $HCl$ ,  $HF$  և այլ գազեր: Թվարկած բոլոր ածխածնային միացությունների աղբյուրները եղել է բազալտային և այլ ապարներում ցրված գրաֆիտը:

Այդ ժամանակներում մթնոլորտում դեռևս թթվածին չի եղել, այն կարող էր առաջանալ միայն մթնոլորտի վերին շերտերում գոլորշանման ջրի հաշվին, քանի որ այն, արևի ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների ազդեցության տակ տարալուծվելով՝ առաջացնում է ազատ թթվածին: Այդ ֆոնի վրա ձևավորվում է օվկիանոսների աղային զանգվածի նախնական կազմը: Մուտք գործող ջրերի ծավալի մեծացումով մեծանում է գազային էմանացիաների մուտքը, իսկ դրա հետ կապված աճում է նաև աղի քանակը օվկիանոսում:

Օվկիանոսի աղային զանգվածի կատիոնային կազմը ժամանակակրցի հետ համեմատած, եղել է տարբեր, քանի որ հեռու անցյալում քայքայման են ենթարկվել գլխավորապես հիմնային և ուլտրահիմնային ապարները: Օվկիանոսային ջրում նատրիումի գերակշռումը կալիումի նկատմամբ եղել է ավելի բարձր, քան ներկայումս է, այն հագեցված չի եղել  $CaCO_3$ -ով:

Մթնոլորտի և օվկիանոսի կազմի նշանակալից փոփոխություններ կատարվել են կատարխեյի և արխեյի սահմանագծում (մոտ  $3.5 \times 10^9$  տարի առաջ): Մթնոլորտում, Երկրի մակերևույթի վրա և օվկիանոսում կազմի փոփոխությունների էությունը վերականգնողական պայմաններից օքսիդացման պայմանների անցումն է:

Թթվածնի առաջացման միակ աղբյուրը հանդիսացել են մթնոլորտի վերին մասերում ֆոտոքիմիական ռեակցիաները  $H_2O$  և  $CO_2$ -ի հետ: Այդ ժամանակներում Երկրի մթնոլորտում թթվածնի պարունակությունը կազմել է 0.1 մասից ոչ ավելի՝ ժամանակակից մթնոլորտի հետ համեմատած, իսկ ազոտի պարունակությունը՝ շատ աննշան: Քանի որ մթնոլոր-

տում թթվածնի պարունակությունը եղել է քիչ, և այն հիմնականում ծախսվելիս է եղել օքսիդացման գործընթացների վրա, ուստի մթնոլորտում օզոնային էկրան չէր կարող առաջանալ: Այդ պայմաններում Երկիրը բավականին ինտենսիվ ենթարկվել է Արևի տիեզերական և ուլտրամանուշակագույն ճառագայթումների: Օվկիանոսի ընդարձակ մակերևույթի վրա  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  և այլն տիպի միացությունների առատությունը կարող էին ծառայել ածխաջրածնային բարդ օրգանական միացությունների առաջացմանը: Նման օրգանական միացությունների հիմքի վրա օվկիանոսային ջրի որոշակի խորության շերտի էկրանի տակ զարգանում են պարզ օրգանիզմները: Յամաքի վրա դեռևս կյանք չի եղել (օզոնային էկրանի բացակայության պատճառով):

Օվկիանոսային ջրերում օրգանական բարդ միացությունների, իսկ այնուհետև պարզ օրգանիզմների ի հայտ գալը առաջին անգամ բերեցին օվկիանոսային ջրերի կազմի խորքային վերափոխումների և դրանում ընթացող գործընթացների: Օրգանական նյութերի ի հայտ գալը փոխեց երկրաբանական գործընթացները, օվկիանոսի և հատակային նստվածքներում աղային զանգվածի ձևավորումը: Օրգանական նյութերի, իսկ հետո անաէրոբ կյանքի ի հայտ գալու հետ միասին արխեյում տեղի է ունենում օվկիանոսային ջրերի կազմի խոր փոփոխություններ: Այն կապված է  $\text{H}_2\text{O}$ -ի վերականգնման առաջացման հետ, որը տեղի է ունենում պարզ օրգանիզմների կենսագործունեության գործընթացներով և ազատ թթվածնի անջատումով պայմանավորված: Արդյունքում, մթնոլորտում և օվկիանոսում փոխվում են գոյություն ունեցող հավասարակշռությունները և ձևավորվում նոր օքսիդացման կենսոլորտ և ժամանակակից ազոտա-թթվածնային մթնոլորտ:

Մթնոլորտում ֆոտոսինթետիկ թթվածնի կուտակումը բերեց օզոնային շերտի (էկրանի) առաջացմանը, որը և նպաստեց ցամաքի վրա կյանքի ի հայտ գալուն և զարգացմանը: Մոլորակի հզոր օդային պատյանի առաջացումով դադարեց բարդ օրգանական միացությունների ռադիոզեն և ֆոտոզեն սինթեզը:  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$  և այլ միացությունների օքսիդացումը բերեց մթնոլորտում և օվկիանոսային ջրերում  $\text{CO}_3$ -ի պարունակության մեծացման: Վաղ պալեոզոյում բիկարբոնատի,  $\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,

SO<sub>4</sub>-ի օքսիդացումը նույնպես նպաստեց օվկիանոսային լուծույթի կազմի փոփոխմանը և օվկիանոսային ջրերը գերազանցապես դարձան քլորիդ-սուլֆատային տիպի:

Յամաքում կյանքի ի հայտ գալով փոփոխվեցին հողմնահարման գործընթացները, ածխաթթու գազի ազդեցության տակ, դրանք հանդես եկան առավել ինտենսիվ և կենսոլորտը դարձավ երկրագնդի առավել դինամիկ պատյանը:

Երկրի վրա կյանքի ծագումը, ժամանակակից մթնոլորտի աջառացումը, երկրակեղևի տարանջատումը համեմատաբար կայուն պլատֆորմային և երկրասինկլինալային մարզերի մոտ 3.0-2.5 մլրդ. տարի առաջ պայմանավորեցին քաղցրահամ ջրի ի հայտ գալուն և երկրագնդի վրա ջրի մեծ շրջապտույտի ձևավորմանը:

Ենթադրվում է, որ սկզբնապես Համաշխարհային օվկիանոսը ծածկել է մոլորակի գրեթե ողջ մակերևույթը, այնուհետև տեկտոնական շարժումների հետևանքով տեղի են ունեցել քարային պատյանի (լիթոսֆերայի) բեկորագատումներ, տեղաշարժեր, ցամաքի բարձրացումներ և օվկիանոսի խորությունների նիշերի բազում տատանումներ: Այդ տատանումների հետևանքը եղել է այն, որ երկրաբանական անցյալում օվկիանոսային ջրերը բազմիցս գրավել են Յամաքի այս կամ այն հատվածքը և ապա նահանջել, իսկ ընդհանուր առմամբ Յամաքի տարածքը մեծացել է ի հաշիվ Համաշխարհային օվկիանոսի: Ի վերջո, վերին չորրորդականում Երկրի ջրային պատյանն ստացել է ժամանակակից ուրվագիծը:

## **2.2. ԶՈՒՐԸ ՄԹՆՈԼՈՐՏՈՒՄ: ՄԹՆՈԼՈՐՏԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ**

Ինչպես հայտնի է մթնոլորտն իրենից ներկայացնում է Երկրի օդային պատյանը (ոլորտը): Սովորաբար դրան բաժանում են երեք շերտի՝ տրոպոսֆերա, ստրատոսֆերա և իոնոսֆերա (նկ.1, Կլիմենտով):

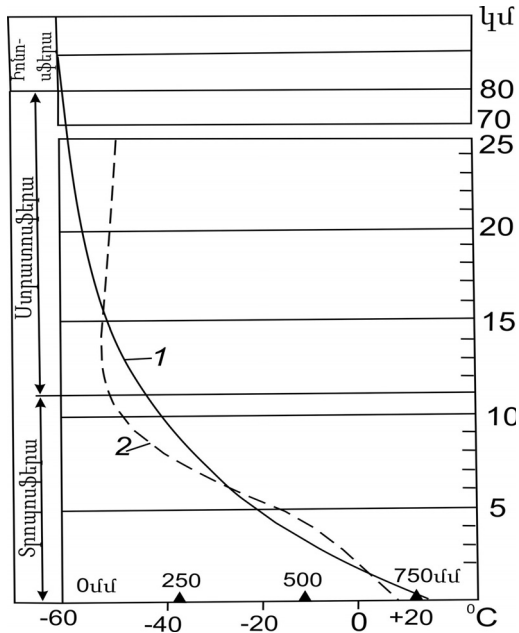
*Տրոպոսֆերա:* Այն հանդիսանում է մթնոլորտի ներքին շերտը և անմիջապես հարում է երկրի մակերևույթին: Նրա վերին սահմանի դիրքը Երկրի կենտրոնախույս արագացման ազդեցության տակ բևեռներից դեպի հասարակած փոփոխվում է: Բևեռների վրա և միջին լայնություններում տրոպոսֆերայի բարձրությունը կազմում է 8-12 կմ, իսկ հասա-

րակածային զոնաներում հասնում է 17-18 կմ: Տրոպոսֆերայում օդի ջերմաստիճանը տարբեր աշխարհագրական զոնաներում միանման չէ և ունի սեզոնային և օրական տատանումներ: Սակայն, Երկրի մակերևույթից դեպի վեր ջերմաստիճանը՝ որպես կանոն, յուրաքանչյուր 100 մ-ի վրա նվազում է 0.6°C-ով (աէրոթերմիկ գրադիենտ):

Տրոպոսֆերայի համար բնութագրական է օդային զանգվածների անընդհատ հորիզոնական և ուղղաձիգ տեղափոխությունները: Համարյա ամբողջ ջրային գոլորշիները ամփոփված են տրոպոսֆերայում: Հատկապես միայն այստեղ է հնարավոր ջրային գոլորշիների խտացման գործընթացները, ամպերի ու տեղումների առաջացումը: Ընդհանուր առմամբ տրոպոսֆերան համարվում է մթնոլորտի առավել ակտիվ զոնան, քանի որ նրանում են կատարվում այս կամ այն եղանակի ձևավորման հիմնական երևույթները: Տրոպոսֆերային հաճախ անվանում են «եղանակի ֆաբրիկա», քանի որ հատկապես նրանում են ձևավորվում ամպերը, անձրևը, ձյունը և կարկուտը: Տրոպոսֆերայում ընթացող գործընթացների վրա խիստ կերպով ազդում է երկրի մակերևույթը:

*Ստրատոսֆերա:* Այն ընկած է տրոպոսֆերայից վերև, որի վերին սահմանը համարվում է մոտ 80 կմ բարձրությունը: Դրանում նույնպես տեղ են գտել վերընթաց և վարընթաց օդային հոսանքները, սակայն դրանք սահմանափակվում են ստրատոսֆերայի միայն ներքին մասերում: Այստեղ օդային մասնիկների իրար խառնվելը կատարվում է նշանակալիորեն թույլ՝ համեմատած տրոպոսֆերայի հետ: Մթնոլորտի այս շերտում օդը խիստ նոսրացած է: Ստրատոսֆերայում ջրային գոլորշիները շատ քիչ են, դրա համար էլ անձրևային ամպեր և տեղումներ այստեղ չեն ձևավորվում:

*Իոնոսֆերա:* Այն ընկած է ստրատոսֆերայից վերև և վերին սահմանը երկրի մակերևույթից հաշված կազմում է 1000-2000 կմ: Աչքի է ընկնում յուրահատուկ էլեկտրական հատկություններով: Բնութագրվում է խիստ ցրված, իոնիզացված մասնիկների և չեզոք մոլեկուլների տարածումով, որոնք շարժվում են առեղծվածի արագություններով: Իոնիզացումը առաջանում է արևի ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների և այսպես կոչված տիեզերական ճառագայթման ազդեցությամբ: Իոնոսֆերան աստիճանաբար անցնում է տիեզերական տարածության:



**Նկ. 1 Մթնոլորտի կառուցվածքի սխեմա**

*1- ճնշման փոփոխությունը, 2-ջերմաստիճանի փոփոխությունը*

Մթնոլորտը Երկրի օդային թաղանթն է, որը կապված է ծանրության ուժով և մասնակցում է Երկրի օրական և տարեկան պտույտներին: Մթնոլորտի օդն իրենից ներկայացնում է գազային խառնուրդ: Հիմնական գազերը մաքուր և պարզ մթնոլորտում հանդիսանում են ազոտը՝ մոտ 78% (ըստ ծավալի), թթվածինը՝ 21%, արգոնը, ջրածինը և այլ գազեր՝ 1%, այդ թվում անխաթառ գազը՝ մոտ 0.03%:

Բացի այդ՝ մթնոլորտի ստորին մասերում, միշտ առկա են ջրային գոլորշիները: Այստեղ ջուրը հանդես է գալիս տարբեր վիճակներով.

- 1) գոլորշու տեսքով՝ երկրագունդը շրջապատող օդային պատյանում,
- 2) հեղուկ-կաթիլային՝ ամպերում, մառախուղներում և անձրևի տեսքով,
- 3) կարծր՝ ձյան, կարկուտի և բարձրադիր ամպերում սառցի բյուրեղիկների տեսքով:

Մթնոլորտում գտնվում են մեծ քանակությամբ կախութային կարծր մասնիկներ, որոնք օդ են բարձրանում երկրի մակերևույթից: Հրաբուխների ժայթքման ժամանակ մոխիրը փոշու տեսքով բարձրանում է, ինչ-

պես նաև վառարանների և ֆաբրիկաների խողովակներից: Կախված տեղանքի պայմաններից՝ Երկրի մակերևույթին մոտ  $1\text{սմ}^3$  օդում փոշեհատիկների քանակը կարող է տատանվել մի քանի հարյուրից մինչև 100 հազ. և ավելի:

Մթնոլորտի ցանկացած կետում օդը կրում է իրենից վերև գտնվող շերտի ճնշումը: *Մթնոլորտային օդի ճնշումը* որոշվում է միավոր հիմք ունեցող կետում օդի սյան զանգվածով: Ծովի մակերևույթին մթնոլորտային ճնշումը միջինը հավասար է սնդիկի սյան 760 մմ բարձրությանը:

Մթնոլորտային ճնշումը, կախված օդի ջերմաստիճանից, օրինաչափորեն ընկնում է՝ ըստ բարձրության: Օդն ամենամեծ խտությունն ունի Երկրի մակերևույթին մոտ շերտերում: Ըստ բարձրության՝ օդի խտությունը փոքրանում է այնպիսի արագությամբ, որ մինչև 5 կմ բարձրությունը գտնվում է օդի զանգվածի կեսը, իսկ մինչև 10 կմ բարձրությունը 3/4-ը (տե՛ս նկ.1):

*Օդի խոնավություն:* Օդի խոնավությունը ջրային գոլորշիների պարունակությունն է օդում: Որպեսզի ջրային գոլորշիներով հագեցած օդում տեղի ունենա դրանց խտացում, անհրաժեշտ է, որ օդում առկա լինեն խտացնող միջուկ (կորիզ)՝ կարծր, հեղուկ կամ գազանման մասնիկներ, որոնք ունենան խոնավածություն (հիգրոսկոպիկություն) կամ ջրի հետ քիմիական բնածին հատկություններ՝ ջրային գոլորշիների մոլեկուլները և ծանր իոնները (էլեկտրալիցքավորված մասնիկները) իրենց ձգելու հատկություն:

Օդի խոնավության բնութագրման համար օգտագործում են *բացարձակ խոնավություն, հարաբերական խոնավություն և խոնավության պակաս* հասկացությունները:

*Բացարձակ խոնավությունը* տվյալ պահին օդում գտնվող ջրային գոլորշիների քանակն է: Սյն կարելի է չափել  $1\text{սմ}^3$  օդում պարունակվող ջրային գոլորշիների զանգվածով ( $q/\text{սմ}^3$ ) կամ ջրային գոլորշիների ճնշումով՝ միլիբարով (մբար): Մեկ միլիբարը հավասար է  $0.001\text{դին}/\text{սմ}^2$ , որը կազմում է 3/4 սնդիկի սյան մմ-երով: Օդի բացարձակ խոնավությունը կախված է օդի ջերմաստիճանից և ըստ բարձրության ենթարկվում է կտրուկ փոփոխությունների՝ հաշված երկրի մակերևույթից:

Տաք ու չոր օդի զանգվածը կարող է գերազանցել  $50q/\text{սմ}^3$ , իսկ ցուրտ արկտիկայի օդի զանգվածը իջնում է մինչև  $0.1q/\text{սմ}^3$ :

*Օդի հարաբերական խոնավությունը* տվյալ պահին օդում պարունակվող ջրային գոլորշիների առաձգականության հարաբերությունն է միևնույն ջերմաստիճանում օդի նույն տարածության հազեցման համար անհրաժեշտ ջրային գոլորշիների առաձգականությանը՝ արտահայտած տոկոսներով: Այն որոշվում է.

$$r = \frac{\varepsilon}{E} \times 100 \quad (1)$$

որտեղ՝  $r$  -ը հարաբերական խոնավությունն է, %,

$E$ -ը ջրային գոլորշիների առաձգականությունը տվյալ ջերմաստիճանի դեպքում, սնդիկի սյան մմ կամ մբար,

$E$ -ն հազեցված գոլորշիների առաձգականությունը նույն ջերմաստիճանի դեպքում, սնդիկի սյան մմ կամ մբար:

Օդի հարաբերական խոնավությունը՝ ինչպես բացարձակ խոնավությունը, նույնպես ենթարկվում է փոփոխությունների կախված մի շարք պատճառներից: Խոնավ, մառախլապատ եղանակներին օդի հարաբերական խոնավությունը կարող է հասնել 100%-ի, որի դեպքում Երկրի մակերևույթն ու բուսականությունը ցողապատվում են: Չհազեցած օդի սառեցման գործընթացում գալիս է մի պահ, երբ օդում պարունակվող ջրային գոլորշին տվյալ ջերմաստիճանային պայմաններում կարող է հազեցնել դրան: Այդ պահը կոչվում է ցողի կետ:

Օդի խոնավությունը որոշվում է խոնավաչափ սարքերի միջոցով՝ պսիխոմետր, գիգրոմետր, գիգրոգրաֆ: Դրանց բնութագիրը կարելի է գտնել օդերևութաբանական դասագրքերում:

*Խոնավության պակասը (հազեցման պակաս)* օդը լրիվ հազեցնելու համար անհրաժեշտ ջրային գոլորշիների ( $E$ ) և տվյալ պահին օդում եղած գոլորշիների ( $\varepsilon$ ) առաձգականության տարբերությունն է.

$$d = E - \varepsilon \quad (2)$$

$d$ -ն օդի խոնավության պակասն է, սնդիկի սյան մմ-երով կամ մբարով:

Գործնական նպատակների համար ինչպես  $\varepsilon$ -ի, այնպես էլ  $E$ -ի որոշման համար, կախված օդի ջերմաստիճանից, սովորաբար օգտվում են պսիխոմետրական աղյուսակներից:

*Մթնոլորտային տեղումներ:* Օդի բարձրացման և սառեցման ժամանակ ջրային գոլորշիները խտանում են և առաջացնում ջրի փոքրիկ

կաթիլներ կամ սառցի բյուրեղիկներ, որոնցից էլ կազմավորվում են ամպերը (շերտավոր, կուտակ և ամպրոպային): Ջրի այդ փոքրիկ մասնիկները միախառնվում են ամպերի ու մառախուղի ձևով: Գրանցից որոշները բախվում են, միախառնվում և սկսում ընկնել: Ընկնելով դրանք միանում են այլ կաթիլների հետ և մեծանում ըստ ծավալի: Այդ ճանապարհով առաջացած կաթիլները որոշակի պայմանների դեպքում օդի վերընթաց հոսքերով ի վիճակի չեն պահվելու տրոպոսֆերայում և թափվում են երկրի մակերևույթի վրա մթնոլորտային տեղումների տեսքով:

Մթնոլորտային տեղումները լինում են երկու տիպի. 1) ջրային գոլորշիների խտացումը (օդի ջերմաստիճանի իջեցման հետևանքով) ձևավորվում է անմիջապես երկրի մակերևույթին և վերերկրյա առարկաների վրա (ցող, եղյամ, մերկասառույց), 2) ամպերից երկրի մակերևույթ են թափվում անձրևի, մանրամաղ անձրևի, ձյան, կարկուտի տեսքով:

Մթնոլորտային տեղումները չափվում են տարվա ընթացքում տեղումներից գոյացած հեղուկի սյան բարձրությունով (մմ, սմ, մ) կամ ջրի ծավալով (սմ<sup>3</sup>, դմ<sup>3</sup>, մ<sup>3</sup>): Մեկ տարվա ընթացքում եկած մթնոլորտային տեղումների քանակը կոչվում է տեղումների տարեկան գումար (մմ/տարի) և հանդիսանում է կարևոր ցուցանիշ ջրահաշվեկշռային հաշվարկներ կատարելիս: Տեղումների տարեկան նորման բազմամյա կտրվածքում որոշվում է.

$$X_0 = \frac{\sum_i^n X_i}{N} \tag{3}$$

որտեղ՝  $X_0$  -ն տարեկան գումար տեղումների նորման է, մմ/տարի,

$X_i$  -ն կոնկրետ տարում տեղումների գումարը, մմ/տարի,

$N$  -ը դիտումներ տարված տարիների թիվը:

Գրանց ինտենսիվությունը որոշվում է 1 րոպեի ընթացքում թափվող հեղուկի սյան բարձրությամբ (մմ/րոպե): Երբ տեղումների ինտենսիվությունը 0.5-1.0 մմ և ավելի է, դրանց անվանում են տարափ (տեղատարափ անձրև):

Տեղումները, որոնք թափվում են ամպերից, լինում են երեք տիպի՝ *դեղատարափ, մանրամաղ, տեղատարափ:*



*Տեսական համարարարի* անձրևները բնութագրվում են ոչ մեծ ինտենսիվությամբ, սակայն նշանակալի երկարատևությամբ: Մյուսնք ամենամեծ նշանակությունն ունեն ստորերկրյա ջրերի սնման գործում:

*Մակրամաղ տեղումները*, որոնք թափվում են շերտավոր ամպերից, ունեն շատ փոքր կաթիլներ, բերում են քիչ քանակությամբ ջուր և ստորերկրյա ջրերի սնման գործում դրանց դերն աննշան է: Տարվա տաք եղանակներին դրանց գերակշիռ մասը ծախսվում է գոլորշացման վրա:

*Տեղարարարի անձրևները* կարճ ժամանակում տալիս են շատ ջրաքանակ, որի գերակշիռ մասը ծախսվում է մակերևութային հոսքի վրա:

Տեղումները պինդ (կարծր) վիճակում՝ ձյան, կարկուտի տեսքով թափվում են տարվա ցուրտ ժամանակին: Կարկուտն ի տարբերություն ձյան, սովորաբար, երկրի մակերևույթ է հասնում տարվա տաք ժամանակին՝ կեսօրյա ժամերից հետո, օդային զանգվածի վերընթաց ուժեղ հոսանքների դեպքում: Պինդ տեղումները ստորերկրյա ջրերին կարող են սնել միայն հեղուկ վիճակի անցնելուց հետո, այսինքն՝ գլխավորապես գարնանը, երբ տեղի է ունենում ձմռան ընթացքում կուտակված ձյան շերտի հալում:

Մթնոլորտային տեղումները չափվում են անձրևաչափերով (հեղուկ տեղումների համար) և տեղումնաչափերով (հեղուկ և պինդ տեղումների համար) [32]:

Տեղումների քանակական որոշման մեթոդիկան, չափիչ սարքերի բնութագրերը, ինչպես նաև դիտակետային տվյալների մշակման մեթոդները մանրամասն տրվում են օդերևութաբանական դասագրքերում և հաստուկ տեղեկագրերում:

Տարբեր շրջաններում, մթնոլորտային տեղումների տարեկան քանակը միատեսակ չէ: Սովորաբար արձրևային տեղումների մաքսիմալ քանակը տեղի է ունենում ցածր մթնոլորտային ճնշման շրջաններում (ցիկլոնային անձրևներ), ինչպես նաև լեռնային մարզերում (անձրևներ՝ պայմանավորված ռելիեֆով): Հարկ է նշել, որ լեռնային շրջաններում բարձրության յուրաքանչյուր 100 մ-ի վրա մթնոլորտային տեղումները ավելանում են 12-15 մմ-ով: Ընդ որում տեղումների քանակի մեծացումը դիտարկվում է ոչ ավելի 5000 մ բարձրությունը: Աշխարհագրական տեսակետից տեղումները բաշխված են այնպես, որ դրանց գերակշռող քա-

նակը գալիս է տաք և խոնավ շրջաններից, նվազագույնը՝ արևադարձային լայնություններում, անապատային և տափաստանային զոնաներում: Ընդհանուր առմամբ տեղումների քանակը և հաճախականությունը օվկիանոսային ափերից դեպի մայրցամաք նվազում է:

Մթնոլորտային տեղումների տարեկան առավել քանակ արձանագրվել է Չերեպունջայում (Հնդկաստան, Ասամի պրովինցիա): Այստեղ առանձին տարիների այն հասնում է 20000 մմ-ի: Հնդկաստանի այլ ռեգիոններում (Մանոհրամա) տարեկան տեղումների քանակը կազմել է 12665 մմ: Ամենաքիչ մթնոլորտային տեղումների քանակ (1-10 մմ) դիտվել է Ատակամա անապատում (Հարավային Ամերիկա): Յուրօրինակ օրական մթնոլորտային տեղումների քանակի ինտենսիվություն նկատվել է 1876 թ. Չերեպունջայում, այն կազմել է 1036մմ/օր:

Ըստ մամուլի հաղորդագրության՝ Նեղոս գետի վրա կառուցված պատվարի (Ասուան ՀԱՀ) շրջանում, որտեղ ամռանն օդի ջերմաստիճանը 50<sup>0</sup>C է և ավելի, 15 տարվա ընթացքում բացարձակապես մթնոլորտային տեղումներ չեն գրանցվել:

Ստորերկրյա ջրերի սնման գործում, մթնոլորտային տեղումների դերի մասին գնահատելիս պետք է հաշվի առնել ոչ միայն տեղումների քանակը, այլև տեղումների ժամանակը և տևողությունը, ձևը (հեղուկ, կարծր), ինտենսիվությունը և քիմիական կազմը:

Մթնոլորտային տեղումների (և այլ բնորոշ հատկանիշների) տարեկան գումարային փոփոխությունները կատարվում են ոչ միայն ժամանակի մեջ, այլ նաև ըստ մակերեսի (կետից-կետ, տեղամասից-տեղամաս): Մթնոլորտային տեղումների բաշխումը ուսումնասիրվող շրջանի վրա, կախված շրջանի չափերից և տեղաբաշխման բնույթից, արտահայտում են կամ իզոգիետների<sup>1</sup> քարտեզների կամ շրջանի (մակերեսները) մթնոլորտային տեղումների նույնանման մեծությունների բաժանման ճանապարհով:

---

<sup>1</sup> Իզոգիետները նույն քանակի մթնոլորտային տեղումներն ունեցող կետերն իրար միացնող գծերն են:

### **2.3. ՋՈՒՐԸ ԵՐԿՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻՆ ԵՎ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎՈՒՄ**

Երկրագնդի ջրային ռեսուրսների հիմնական զանգվածն (ընդհանուրի մոտ 95.6%) կենտրոնացված է օվկիանոսներում, ծովերում, լճերում, գետերում, ջրամբարներում, սառցադաշտերում, հողերում (տես գլ. I):

Մակերևութային ջրերը գտնվում են հեղուկ և պինդ վիճակներում: Օվկիանոսների և ծովերի մակերևութներից (հատկապես արևադարձային և մերձարևադարձային շրջաններում), քիչ քանակությամբ գետերի, լճերի, խոնավ հողատարածքների, բույսերի տերևների և ձյան ու սառցադաշտերի մակերևութներից անընդհատ տեղի են ունենում ջրի գոլորշիացում և ջրային գոլորշիների մուտք մթնոլորտ: Ստորերկրյա ջրերի մակերևութից գոլորշիացումը տեղի է ունենում միայն այն տարածքներից, որտեղ դրանք Երկրի մակերևութից տեղադրված են ոչ խորը:

Ջրի գոլորշիացման տակ հասկանում են  $H_2O$  մոլեկուլին անցման գործընթացը, երբ ստեղծված արագությունը հասնում է այնպիսի չափերի, որը բավարար է հաղթահարելու մոլեկուլյար ձգողության ուժը, որով այն պահվում է հեղուկի կամ պինդ մարմնի մակերևութին և դուրս գալիս մթնոլորտ (շրջապատող միջավայր):

Ջրային գոլորշիների քանակը, որը ձևավորվում է գոլորշիացման ժամանակ և մուտք է գործում մթնոլորտ, կախված է մի շարք գործոններից, որոնցից հիմնականներն են. 1) գոլորշիացվող մակերևութի ջերմաստիճանը, 2) մթնոլորտային ճնշումը, 3) օդի խոնավության պակասը, 4) գոլորշիացվող մակերևութի վրա քամու արագությունը, 5) գոլորշիացվող ջրային մակերևութի չափերը և ձևը, դրանց աշխարհագրական դիրքը, տեղանքի ռելիեֆի բնույթը:

Ջրային մակերևութից գոլորշիացման դեպքում գոլորշիացման մեծությունը կախված է գոլորշիացվող մակերևութի ջերմաստիճանից, օդի խոնավության պակասից, քամու արագությունից և մթնոլորտի ճնշումից: Գոլորշիացվող մակերևութի ջերմաստիճանի բարձրացման, քամու արագության մեծացման և խոնավության պակասի աճի դեպքում, գոլորշիացման արագությունը մեծանում է, մթնոլորտային ճնշման բարձրացման դեպքում՝ նվազում:

Անհրաժեշտ է տարբերել «գոլորշիացում» և «գոլորշունակություն» հասկացությունները:

Գոլորշիացում կոչվում է տվյալ շրջանի (տարածքի) երկրի մակերևույթից գոլորշիացվող խոնավության փաստացի միջին մեծությունը, իսկ գոլորշունակությունը նույն պայմաններում միայն ջրային մակերևույթից կամ մշտապես խոնավ մակերևույթից գոլորշիացման մեծությունն է:

Ինչպես մթնոլորտային տեղումները, այնպես էլ գոլորշիացումը արտահայտվում է (մմ, սմ, մ) կամ (մմ<sup>3</sup>, դմ<sup>3</sup>, մ<sup>3</sup>) միավորներով:

Տարբեր լանդշաֆտային զոնաների համար գոլորշիացման և գոլորշունակության մեծությունները բերվում է աղ. 1-ում [17]:

**Աղյուսակ 1**

h/h	Լանդշաֆտային զոնաները	Գոլորշունակությունը, մմ/տարի	Գոլորշիացումը, մմ/տարի
1	Տունդրա	200-300	70-120
2	Տայգա (անտառերկիր)	300-600	200-300
3	Խառն անտառներ	400-850	250-430
4	Տափաստան	600-1100	240-550
5	Կիսաանապատ	900-1000	180-200
6	Անապատ	1500-2000	50-100
7	Մերձարևադարձային	800-1300	300-750

Երկրագնդի մակերևույթից տարեկան գոլորշիանում է միջինը 525.0-577.0 հազ. կմ<sup>3</sup> ջուր: Այդ գոլորշիացման վրա ծախսվում է մոտ  $2.6 \times 10^{23}$  Ջոուլ ջերմություն, որը կազմում է տարեկան Երկիր հասնող արեգակնային էներգիայի մոտ 25%-ը:

Գոլորշիացման արագությունը իրենից ներկայացնում է միավոր մակերեսից միավոր ժամանակում գոլորշիացած ջրի քանակը: Գոլորշիացման մեծությունը որոշվում է հատուկ փորձասարքերի միջոցով կամ մոտավորապես որոշվում է էմպիրիկ բանաձևերով:

Ջրային մակերևույթներից գոլորշիացման մեծության որոշման համար կարելի է օգտվել հետևյալ բանաձևից.

$$Q = K \frac{E - \varepsilon}{P} S \tag{4}$$

որտեղ՝

Q-ն գոլորշիացած ջրի քանակությունն է, ինչ-որ մակերևույթից, միավոր ժամանակում,

K -ն համեմատականության գործակից է,

E -  $\varepsilon = d$  - օդի խոնավության պակասն է (տե՛ս բանաձև 2)

P -ն մթնոլորտային ճնշումը,

S-ը գոլորշիացվող մակերևույթի մակերեսը:

Երկրի մակերևույթից գոլորշիացման գործընթացը ավելի բարդ է, քան ջրային մակերևույթից: Այն կախված է հողի կառուցվածքից, բուսականության բնույթից, մակերևույթի դիրքից, գրունտային ջրերի տեղադրման խորությունից և մի շարք այլ գործոններից:

Գոլորշիացման գործընթացը առավել բարդանում է, երբ այն կատարվում է բուսականության կողմից: Բույսերի կողմից տեղի ունեցող գոլորշիացումը կոչվում է *փրանսպիրացիա*: Գոլորշիացման և տրանսպիրացիայի միագումարը կոչվում է *էվապոտրանսպիրացիա*: Բույսը իր աճման և զարգացման շրջանում (վեգետացիայի շրջանում) հողից վերցրած ջրաքանակի միայն չնչին մասն է օգտագործում իր հյուսվածքների ձևավորման և աճի վրա, գերակշիռ մասը (մինչև 99.5-99.8%) գոլորշիացնում է:

Բույսի ջրապահանջությունը որոշվում է, այսպես կոչված, տրանսպիրացիայի գործակցով, որի տակ հասկանում են միավոր չոր նյութի առաջացման համար պահանջվելիք ջրի քանակը: Այլ կերպ ասած՝ տրանսպիրացիայի գործակիցը բույսի կողմից ամբողջ վեգետացիայի շրջանում օգտագործած ջրի քանակի հարաբերությունն է չոր նյութի կշռին և արտահայտվում է մ<sup>3</sup>/տոննա միավորներով: Այն տարբեր մշակաբույսերի համար տարբեր է: Այսպես, եթե շատ գյուղատնտեսական մշակաբույսերի համար տրանսպիրացիայի գործակիցը չափավոր տաք կլիմա ունեցող շրջաններում կազմում է 200-300, տափաստանային պայմաններում՝ 450-500 և ավելի, ապա կիսաանապատային և անապատային պայմաններում այն կազմում է 600-1200 և ավելի:

Չորային շրջաններում հողային մեծ տարածությունների ոռոգումը և կանաչ բույսերի տերևներով խոնավության տրանսպիրացիան բարձրացնում է օդի խոնավությունը, որը տարվա առավել շոգ ժամանակաշրջանում բարենպաստ ազդեցություն է թողնում մշակաբույսերի աճման և զարգացման վրա:

Բուսական ծածկոցը ցամաքի խոնավապատյանում կատարում է վիթխարի գոլորշեցուցիչի դեր: Բավական է ասել, որ որոշ շրջաններում բուսական ծածկի գոլորշիացման ինտենսիվությունը (տրանսպիրացիա) գերազանցում է ջրային մակերևույթից գոլորշունակության մեծությանը:

Մակերևութային ջրերը սերտ կապի մեջ են ստորերկրյա ջրերի հետ: Վերջիններս կարող են գտնվել գոլորշու ձևով, հեղուկ և պինդ վիճակներում (տես գլ. X): Սովորաբար մթնոլորտային տեղումները և մակերևութային ջրերը, ներծծվելով ապարների մեջ, համալրում են ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսները, հատկապես երկրակեղևի վերին շերտերում: Ստորերկրյա ջրերը, բռնաթափվելով օվկիանոսների, ծովերի, լճերի, գետերի կամ էռոզիոն իջվածքների և տեկտոնական խախտումների մեջ, նորից դուրս են գալիս երկրի մակերևույթ:

Երկրակեղևում ջրի մի մասը գտնվում է ազատ վիճակում, այսինքն՝ այն կարող է տեղաշարժվել ծանրության ուժի ազդեցության կամ հիդրոստատիկ ճնշումների տարբերության շնորհիվ: Նշանակալից քանակի ջուր կապակցված վիճակում գտնվում է լիթոսֆերայում (քարապատյանում) և պահվում է դրանում ապարների մասնիկների կողմից մոլեկուլյար ձգողության ուժերի շնորհիվ կամ մտնում է միներալների բյուրեղային ցանցի մեջ (տես գլ.V, կետեր 5.3, 5.4):

Մակերևութային և ստորերկրյա ջրերի միագումարությունը (ամբողջությունը) կազմում է Երկրի ջրային պատյանը (թաղանթը), որը ընդունված է անվանել հիդրոսֆերա (ջրոլորտ, ջրապատյան):

Ջրոլորտը ստորաբաժանում են երկու մասի՝ վերերկրյա (մակերևութային ջրեր) և ստորերկրյա (քարապատյանի ջրեր) (Ֆ. Պ. Մավարենսկի, Ա. Մ. Օվչիննիկով, Ֆ. Ա. Մակարենկո, Ա. Ա. Կարցև և այլք):

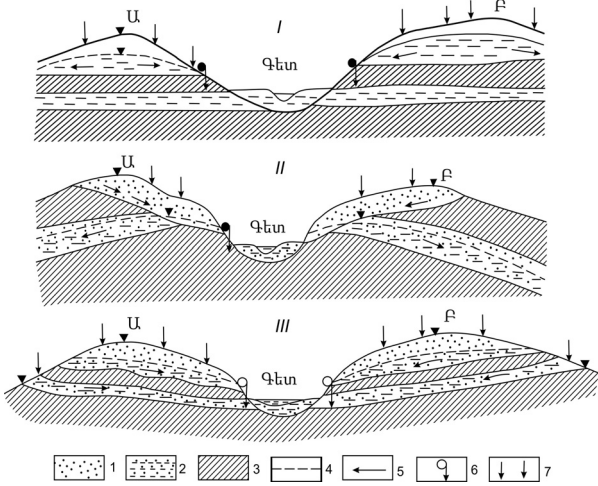
## **2.4. ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹԱՅԻՆ ԵՎ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՀՈՍՔԵՐ**

Ջրաերկրաբանությունում մթնոլորտային տեղումների և գոլորշիացման հետ միասին մեծ նշանակություն ունեն նաև մակերևութային և ստորերկրյա հոսքերի ուսումնասիրումը: Հոսք ասելով հասկանում են անձրևային և հալոցքային ջրերի շարժումը երկրի մակերևույթով (մակերևութային հոսք) և ապարների հաստվածքում (ստորերկրյա հոսք):

Մակերևութային հոսքը ձևավորվում է երկրի մակերևույթով ծանրության ուժի ազդեցության տակ ջրբաժանային տարածքներից՝ ավելի

բարձր տեղամասերից դեպի ցածրադիր տեղամասեր շարժվող ջրերի հաշվին: Առանձին փոքր ջրհոսքերը միախառնվելով իրար հետ, ձևավորում են գետային համակարգ կամ առանձին գետ, լիճ և այլն: Յամաքի այն մակերեսը, որտեղից գետային համակարգը հավաքում է իր ջրերը, կոչվում է ջրհավաք ավազան: Նմանօրինակ ձևով է կատարվում նաև ստորերկրյա ջրերի, որն առաջանում է ջրատար ապարների հաստվածքում, մասնակցությունը տվյալ գետային համակարգի ձևավորմանը: Վերջինս կոչվում է ստորերկրյա ջրհավաք ավազան:

Պլանում (հատակագծում) երկու հարակից ջրհավաք ավազանների միջով (ամենաբարձր կետերով) անցնող սահմանագիծը կոչվում է ջրբաժան, ընդ որում կախված ջրաներկրաբանական կտրվածքից, ավազանի չափսերից և այլ գործոններից՝ մակերևութային և ստորերկրյա ջրբաժանները (ջրհավաք ավազանները) տվյալ գետային համակարգում կարող են համընկնել և չհամընկնել մեկը մյուսին (տես նկ. 2):



**Նկ. 2** Մակերևութային և ստորերկրյա ջրհավաք ավազանների մակերեսների հարաբերակցությունն ըստ Պ. Պ. Կլիմենտովի

*I – մակերևութային և ստորերկրյա հոսքի ավազանները համընկնում են; II և III մակերևութային և ստորերկրյա հոսքերի ավազանները չեն համընկնում; ԱԲ մակերևութային հոսքի ավազաններ; ԱԲ ստորերկրյա հոսքի ավազաններ, 1-ավազ, 2-ավազը ջրի հեղ, 3-կավ, 4-գրունտային ջրերի մակարդակը, 5-գրունտային ջրերի հոսքի ուղղությունը, 6-աղբյուր:*

Մակերևութային հոսքն արտահայտվում է ժամանակավոր և մշտապես գործող ջրհավաքներով: Գետերը սնվում են ոչ միայն մակերևութային ջրերով, այլ նաև ստորերկրյա, ընդ որում այս կամ այն ջրերի բաժնեմասերը կախված կլիմայական, երկրաբանաձևաբանական գործոններից տարբեր շրջանների համար տարբեր են:

Գետերի սնումը մակերևութային ջրերից լինում է չորս տիպի՝ անձրևային, հալոցքային, սառցադաշտային և խառը: Տարեկան կտրվածքում գետերի սնումը հիմնականում լինում է խառը: Գարնանը և աշնանը գետերը հիմնականում սնվում են մակերևութային ջրերով, երաշտի և ձմռան շրջաններում՝ ստորերկրյա, որոնք այդ ժամանակաշրջանում հաճախ հանդիսանում են սնման միակ աղբյուրը:

Գետերի և ջրավազանների գործունեության տարրերի (էլեմենտների) օրինաչափ փոփոխությունները, որոնք տեղի են ունենում ժամանակի մեջ և պայմանավորված են կլիմայական ու այլ գործոններով, որոշում են մակերևութային ջրերի ռեժիմը: Ըստ ժամանակի գետերի ռեժիմը բնութագրող գլխավոր տարրերն են գետերի ջրի մակարդակի և ծախսի տատանումները: Գետերում ջրի մակարդակի և ծախսի փոփոխությունների դիտումները կատարում են հատուկ կահավորված ջրաչափական կետերում և հատվածքներում: Այդ դիտումների արդյունքում կազմվում են հատուկ գրաֆիկներ, որոնց վերլուծությունը թույլ է տալիս որոշել [33].

1) գետում բնորոշ ջրի մակարդակները գարնանային վարարումների, ամառային, աշնանային և ձմեռային շրջաններում,

2) ջրի մակարդակների տատանման ամպլիտուդան (ծայրակետերի տարբերությունը), որն ունի կարևոր նշանակություն ջրատեխնիկական հաշվարկներում,

3) ջրի մակարդակի տատանման կորի վրա առավելագույն և նվազագույն նիշերի քանակը և դրանց տեղաբաշխվածությունը տարվա կտրվածքում, հատկապես գետի մակարդակային ռեժիմում այդ առավելագույնների և նվազագույնների հանդես գալու պատճառները,

4) գետի ամառային և ձմեռային ծախսերը, որոնց միջև եղած տարբերությունը պատկերացում կտա դրա ստորերկրյա սնման մասին:

Մակերևութային, ինչպես նաև ստորերկրյա հոսքերի քանակական գնահատման համար օգտագործում են հետևյալ ցուցանիշները՝ հոսքի մեծություն (ջրի ելք), հոսքի մոդուլ, հոսքի նորմա, հոսքի գործակից, մոդուլային գործակից:



Հոսքի մեծությունը գետի ամբողջ ջրհավաք ավազանի մակերեսում գոյացող ջրային հոսքն է և որոշվում է ջրի ծախսի տվյալներով՝ չափված գետաբերանային մասում, արտահայտվում է մ<sup>3</sup>/վրկ, լ/վրկ միավորներով:

Գետի ծախսը նրա ցանկացած հատվածքում որոշվում է.

$$Q = vF \tag{5}$$

որտեղ՝ Q-ն գետի ծախսն է տվյալ հատվածքում (կտրվածքում), մ<sup>3</sup>/վրկ,

v-ն հոսքի միջին արագությունը, մ/վ,

F-ը տվյալ հատվածքում հոսքի կենդանի կտրվածքի մակերեսն է, մ<sup>2</sup>:

Հոսքի մոդուլը միավոր ժամանակամիջոցում գետի ավազանի միավոր մակերեսից դեպի գետ հոսող ջրի քանակությունն է: Այն որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$M = \frac{10^3 \times Q}{F} \tag{6}$$

որտեղ՝

M-ը հոսքի մոդուլն է, լ/վրկxկմ<sup>2</sup>,

Q-ն գետի ջրի ծախսն է, մ<sup>3</sup>/վրկ

F-ը ջրհավաք ավազանի մակերեսը, կմ<sup>2</sup>:

Հոսքի մոդուլը կարելի է արտահայտել նաև հոսքի շերտի բարձրությամբ: Հոսքի մոդուլը հոսքի շերտի բարձրությամբ (h, մմ) վերահաշվարկելու համար գրենք գետի տարեկան ծախսի հավասարումն ըստ M-ի և h-ի.

ըստ M-ի՝

$$Q = \frac{MF \times 31.5 \times 10^6}{10^3}, \text{ մ}^3/\text{տարի} \tag{7}$$

ըստ h-ի՝

$$Q = F \times h \times 10^3, \text{ մ}^3/\text{տարի} \tag{8}$$

բանաձևերի համադրումից ստացվում է.

$$M = \frac{h}{31.5}, \text{ լ/վրկxկմ}^2 \tag{9}$$

կամ  $h = 31.5 \times M$ , մմ:

Այստեղ՝  $31.5 \times 10^6$ -ը տարվա կտրվածքում վայրկյանների թիվն է:

Հոսքի գործակիցը որևէ ժամանակամիջոցում ջրհավաք ավազանի մակերեսում հոսքի շերտի հարաբերությունն է նույն ժամանակամիջոցում այդ մակերեսի վրա թափվող տեղումների շերտին.

$$\eta = \frac{h}{X} \times 100 \quad (10)$$

որտեղ՝

$\eta$ -ն հոսքի գործակիցն է՝ արտահայտված %-ով,

$h$ -ը հոսքի (ջրի) շերտի բարձրությունը, մմ,

$X$ -ը տեղումների քանակը, մմ:

Հոսքի գործակիցը կարելի է արտահայտել նաև միավորի մասերով:

Հոսքի նորման գետի հոսքի մեծության միջին թվաքանական արտահայտությունն է՝ որոշված բազմամյա (40-50 տարի) դիտարկումների տվյալներով: Այն կարելի է արտահայտել.

ա) գետի միջին բազմամյա ծախսով՝  $Q_0$  մ<sup>3</sup>/վրկ,

բ) հոսքի միջին բազմամյա հոսքի մոդուլով  $M_0$ , որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$M_0 = \frac{Q_0}{F} \quad (11)$$

որտեղ՝

$M_0$ -ը գետի ջրհավաք ավազանի հոսքի մոդուլն է,  $l^3/վրկ \times l^2$ ,

$Q_0$ -ն գետի միջին բազմամյա ծախսը,  $l^3/վրկ$

$F$ -ը ջրհավաք ավազանի մակերեսը,  $l^2$ ,

գ) հոսքի շերտի միջին բազմամյա բարձրությամբ՝  $h_0$  (մմ/տարի), որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$h_0 = 31.5 \times M_0 \quad (12)$$

դ) հոսքի միջին բազմամյա ծավալով՝  $W_0$  (մ<sup>3</sup>/տարի), որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$W_0 = h_0 \times F \quad (13)$$

Մոդուլային գործակիցը հոսքի որևէ բնութագրիչի հարաբերությունն է իր միջին բազմամյա մեծությանը, օրինակ՝

$$K_i = \frac{M_i}{M_0} = \frac{Q_i}{Q_0} = \frac{h_i}{h_0} = \frac{W_i}{W_0} \quad (14):$$

Հոսքերը տարբեր ժամանակաշրջանների համար՝ տարի, սեզոն, ամիս, սովորաբար գնահատվում են մոդուլային գործակցով (բանաձև 14): Մի շարք տարիների մոդուլային գործակցի միջին արժեքը հավասար է մեկի:

Ստորերկրյա հոսքը իր գոյությամբ, այսպես ասած, պարտական է ջրաթափանց ապարներում տեղադրվող և շարժվող, ինչպես նաև ջրհավաք ավազանների երկրաբանական գործընթացներին մասնակցող ստորերկրյա ջրերին:

Ինչպես վերն ասվեց, ստորերկրյա հոսքը նաև ունի իր ջրհավաք ավազանը, որը որոշակի երկրաբանական պայմանների դեպքում կարող է չհամընկնել մակերևութային ջրհավաք ավազանի հետ (տես նկ. 2):

Ստորերկրյա ջրհավաք ավազանի մակերեսի սահամանները որոշում են հիդրոիզոգծերի քարտեզների օգնությամբ՝ հաշվի առնելով ջրաերկրաբանական պայմանները:

Ստորերկրյա հոսքի մեծությունը կարելի է որոշել տարբեր մեթոդներով: Դրանցից մեկը՝ երբ օգտագործվում են իրարից որոշակի հեռավորության վրա գտնվող ջրաչափական հատվածքներում (կետերում) գետի ջրի ծախսի չափումները:

Այդ չափումների տվյալներով որոշում են գետի սնման չափը ստորերկրյա ջրերից, այսինքն ստորերկրյա հոսքի մեծությունը ( $u^3/vրկ$ ), որը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$Q_{ստ} = Q_1 - Q_2 \quad (15)$$

որտեղ՝

$Q_{ստ}$ -ն ստորերկրյա սնման մեծությունն է,

$Q_1$ -ը գետի ծախսը ներքևի հատվածքում,

$Q_2$ -ը գետի ծախսը վերևի հատվածքում:

Գետի 1 կմ երկարության վրա ստորերկրյա սնման մեծությունը ( $q$ ) որոշվում է.

$$q = \frac{Q_1 - Q_2}{L}, \text{ մ}^3/\text{վրկ}\times\text{կմ}^2 \quad (16)$$

որտեղ՝

L-ը ջրաչափական հատվածքների հեռավորությունն է, կմ:

Գետի ստորերկրյա սնման մեծության որոշումը վերը նշված մեթոդով տալիս է 90-95% ճշտություն: Ստորերկրյա հոսքի գնահատման մնացած ցուցանիշները որոշվում են նույն մեթոդով ինչպես մակերևութայինը:

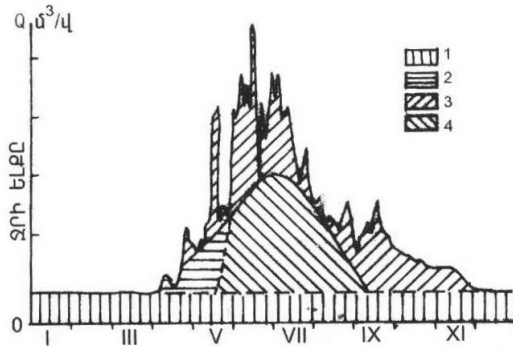
Հարկ է նշել, որ ապարների ջրառատության գնահատման համար, ստորերկրյա հոսքի մոդուլը հանդիսանում է բնորոշ ցուցանիշ, քանի որ հատկապես այդ մոդուլի մեծությունից է կախված ջրատար հորիզոնից գետահուն մուտք գործող ջրաքանակը:

Գետի հոսքի մոդուլի մեծությունը պայմանավորված է ինչպես մակերևութային, այնպես էլ ստորերկրյա հոսքերով: Ձմռան և երկարատև մթնոլորտային տեղումների բացակայության շրջանում շատ գետեր իրենց սնումը ստանում են միայն ստորերկրյա ջրերից, իսկ գարնանային վարարումների և առատ տեղումների շրջանում ստորերկրյա ջրերի դերն աննշան է: Հետևապես, հոսքի մոդուլի մեծությունը տարվա կտրվածքում խիստ փոփոխական է:

Այսպես, նախկին ԽՍՀՄ-ի ամբողջ տարածքի սահմաններում գետային հոսքի միջին բազմամյա մոդուլը կազմել է 5-6 լ/վրկ $\times$ կմ<sup>2</sup>, իսկ տատանման ամպլիտուդան՝ 0-ից մինչև 75 լ/վրկ $\times$ կմ<sup>2</sup>: Այդ նույն տարածքի համար ստորերկրյա հոսքի մոդուլը տատանվել է միավորի տասնորդական մասերում (չորային շրջաններում մինչև 2-3 լ/վրկ $\times$ կմ<sup>2</sup>):

Գետի սնման ռեժիմը, տարվա ընթացքում հոսքի բաշխումը, ինչպես նաև ստորերկրյա հոսքի մեծությունը կարելի է որոշել գետի հիդրոգրաֆի (ջրագիր) վերլուծության ճանապարհով: Գետի ջրագիրը որևէ գետի ջրի ծախսի փոփոխության գրաֆիկն է որոշակի ժամանակահատվածի համար (տարեկան, սեզոնային, վարարման և այլն):

Ուսումնասիրվող գետի հոսքի ընդհանուր հաշվեկշռում տարբեր սնման աղբյուրների քանակական գնահատումը կատարվում է հիդրոգրաֆի մասնատման ճանապարհով (տե՛ս նկ. 3):



**Նկ. 3 Հիդրոգրաֆի մասնատման օրինակ**  
*1-գրունրային սնում, 2-չյան սնում, 3- անչրհային սնում,  
 4- սառցադաշտային սնում*

Գետային ջրագրի մասնատման մեթոդիկան մակերևութային և ստորերկրյա հոսքերի բաժնենմասերը որոշելու նպատակով մշակված է Բ. Ի. Կուդեյիևի, Օ. Վ. Պոպովի, Կ. Պ. Վոսկրեսենսկու, Բ. Վ. Պոլյակովի և այլոց կողմից [5]:

Գետի ջրագրի մասնատման բավականին հիմնավորված մեթոդը և ստորերկրյա սնման մեծության որոշումը մշակել է Բ. Ի. Կուդեյիևը: Նա առանձնացնում է ստորերկրյա ջրերով գետի սնման չորս տարբեր տիպեր, որոնց համապատասխան դիտարկում է գետային ջրագծի մասնատման չորս սխեմա, որոնք մանրակրկիտ վերլուծվել են Բ. Ի. Կուդեյիևի աշխատություններում, ինչպես նաև ընդհանուր ջրաերկրաբանության խնդիրների ժողովածուում [5]:

Հարկավոր է նշել, որ ստորերկրյա սնման մեծության որոշումը ջրագրերի միջոցով հնարավոր է միայն փոքր և միջին գետերի համար: Խոշոր գետերի համար ջրագրի մասնատման մեթոդը կիրառելի չէ, քանի որ այդ գետերի ջրհավաք ավազաններն ունեն շատ բարդ երկրաբանա-լիթոլոգիական կառուցվածք և ջրաերկրաբանական պայմաններ, դրա համար էլ ավազանի տարբեր տեղամասերում դիտվում են ջրատար հորիզոնների ջրերի և գետային ջրերի միջև հիդրավիկական կապի պայմանների տարբեր դրսևորումներ:

## 2.5. ՄՈԼՈՐԱԿԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՋՐԱՔԱՆԱԿԸ ԵՎ ՋՐԻ ՇՐՋԱՆԱՌՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՉ

Ջուրը բնության մեջ ամենատարածված միացությունն է: Այն  $H_2O$  մոլեկուլի կամ  $O$  և  $H$  ատոմների ձևով մտնում է երկրակեղևը կազմող միներալների բաղադրության մեջ, ազատ ձևով տարածված է լեռնային ապարների ճեղքերում և ծակոտիներում, երկրակեղևի վերին շերտում և հողաբուսական ծածկում, օվկիանոսներում, ծովերում, լճերում ու գետերում, կարծր (սառցի և ձյան) ձևով՝ բևեռային ու բարձր լեռնային շրջաններում, առավելապես գոլորշու ձևով՝ օդային պատյանում, որոշակի քանակությամբ ջուր կա նաև բուսապատյանում:

Պատահական չէ, որ Երկիրը հաճախ անվանվում է «Կապույտ մոլորակ»: Ինչքա՞ն ջուր կա Երկիր մոլորակի վրա և ինչպե՞ս է տեղաբաշխված այն տարբեր երկրապատյաններում: Այս հարցերի պարզաբանումը կապված է զգալի դժվարությունների հետ, քանի որ ջուրը, ի տարբերություն այլ օգտակար հանածոների, շարժունակ է և գտնվում է բնական անընդհատ շրջանառության մեջ:

Անհրաժեշտ է նշել, որ համաձայն Վ. Ի. Վերնադսկու ուսմունքի՝ մեր մոլորակի բոլոր ջրերը միմյանց հետ սերտորեն կապված են, և դրանց քանակական գնահատման հարցում բնական ջրերը պետք է դիտել մեկ ընդհանուր համակարգի մեջ:

Վերջին 3-4 տասնամյակներում Երկրի ջրաքանակի գնահատման հարցում համաշխարհային մասշտաբով զգալի աշխատանքներ կատարվեցին: Անհրաժեշտ եղավ միավորել նաև շատ երկրների մասնագետների ուժերը, որոնք մասնավորապես արդյունավետ հետազոտական տվյալների հասան՝ աշխատելով Միջազգային հիդրոլոգիական տասնամյակի (ՄՀՏ) ծրագրով, որը կենսագործվեց ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի կողմից 1966-75 թթ. ընթացքում:

Երկրի վրա ամբողջ ջրի ծավալի բաշխումը ցույց է տրված աղյուսակ 2-ում:

Աղյուսակի տվյալները վկայում են, որ ջրերի գերիշխող ծավալը գտնվում է համաշխարհային օվկիանոսում, ապա երկրակեղևում և բևեռային ու բարձր լեռնային սառցադաշտերում: Ցամաքի մակերևութային ջրերն ու մթնոլորտային խոնավությունը կազմում են ընդամենը 0.02%:

Երկրի վրա քաղցրահամ ջրերի առեղծի շտեմարաններ են սառցա-կուտակումները, որոնք զբաղեցնում են ավելի քան 16 մլն.կմ<sup>2</sup> տարածք (ցամաքի մակերեսի շուրջ 11%):

**Աղյուսակ 2**

*Երկրի վրա ջրի բաշխումը (ըստ ՄՀՏ, 1974) [33]*

Հիդրոսֆերայի մասերը	Տարածման մակերեսը, մլն.կմ <sup>2</sup>	Ջրի ծավալը, մլն.կմ <sup>3</sup>	Ջրի շերտը, մ	Քաժինը համաշխարհային պաշարում, %	
				Ջրի ընդհանուր պաշարից	Քաղցրահամ ջրի պաշարից
Համաշխարհային օվկիանոս	361.3	1338	3700	96.5	-
Ստորերկրյա ջրեր (գրավիտացիոն, մազանոթային)	134.8	23.4*	174	1.7	-
Ստորերկրյա ջրեր՝ գերազանցապես քաղցրահամ	134.8	10.53	78	0.76	30.1
Հողային ջրեր	82.0	0.0165	0.2	0.001	0.05
Սառցակուտակումներ և մշտապես ձյան շերտով ծածկված տարածքներ՝	16.2275	24.0641	1463	1.74	68.7
Ամտարկտիդա	13.98	21.6	1546	1.56	61.7
Գրենլանդիա	1.802	2.34	1298	0.17	6.68
Արկտիկական կղզիներ	0.2261	0.0835	369	0.006	0.24
Լեռնային շրջաններ	0.224	0.0406	181	0.003	0.12
Հավերժական սառածության ապարների ստորերկրյա ջրեր	21.0	0.3	14	0.022	0.85
Ջրի պաշարները լճերում՝	2.0587	0.1764	85.7	0.013	-
քաղցրահամ	1.2364	0.091	73.6	0.007	0.26
աղի	0.8223	0.0854	103.8	0.006	-
Ճահճային ջրեր	2.6826	0.01147	4.28	0.0008	0.003
Գետահունային ջրեր	148.8	0.00212	0.014	0.0002	0.006
Կենսաբանական	510	0.00112	0.002	0.0001	0.003

ջրեր					
Մթնոլորտային ջրեր	510	0.129	0.025	0.001	0.004
Ջրերի ընդհանուր պաշարը	510	1385.98 5	2718	100	-
Քաղցրահամ ջրեր	148	35.03*	235	2.53	100

\* Առանց Անտարկիդայի արոտերկրյա ջրերի, որտեղ դրանց պաշարը մոտ 2.0 մլն.կմ<sup>3</sup> է, այդ թվում՝ մոտ 1.0մլն.կմ<sup>3</sup>-ը քաղցրահամ

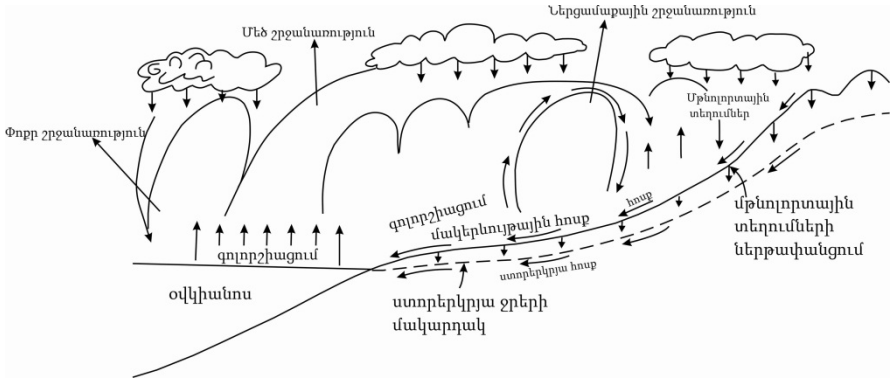
Երկրակեղևի 16 կմ խորությունում պարունակվող ընդհանուր ջրաքանակը ակադ. Վ. Ի. Վերնադսկին գնահատել է 450-500 մլն.կմ<sup>3</sup>: Ամերիկացի երկրաբան Ջ. Կալպի հաշվարկներով (1951 թ.) ողջ երկրակեղևում պարունակվում է 840 մլն.կմ<sup>3</sup>, իսկ Վ. Ֆ. Գերպիուցի հաշվումներով՝ շուրջ 1050 մլն.կմ<sup>3</sup> ջուր [33]: Այսինքն, համաձայն այդ հաշվարկների՝ երկրակեղևում պարունակված ջրաքանակը գրեթե համարժեք է համաշխարհային օվկիանոսի ծավալին: Սակայն պարզ է, որ այս հաշվումները մոտավոր բնույթ են կրում և երկրակեղևի կառուցվածքի ու կազմի վերաբերյալ գիտելիքների խորացմանը գուզընթաց ընդերքի ջրաքանակի հաշվառումները ավելի կճշգրտվեն:

Ինչպես նշեցինք, աղյուսակում բերված տվյալները վերաբերում են երկրագնդի վրա տեղաբաշխված ջրերի միաժամանակյա կամ ստատիկ պաշարներին: Սակայն, ինչպես ընդգծել է ակադ. Վ. Ի. Վերնադսկին, բնության մեջ բոլոր տեսակի ջրերը փոխադարձ կապի մեջ են և գտնվում են մշտական շրջանառության մեջ: Բնության մեջ ջրերի մշտական շրջանառությունը կատարվում է արեգակի ջերմային էներգիայի և ծանրության ուժի ազդեցության տակ: Գոլորշիանալով օվկիանոսների, ծովերի, գետերի, լճերի, բուսածածկի և ցամաքի մակերեսից՝ խոնավությունը բարձրանում է մթնոլորտի վերին շերտեր: Օդային զանգվածների տեղաշարժի պրոցեսում ջրային գոլորշիները նույնպես տեղափոխվում են և որոշակի պայմաններում խտանալով՝ անձրևի ու ձյան տեսքով թափվում են երկրի վրա:

Ցամաքի վրա թափված տեղումները մասամբ տարվում են գետերի կողմից, մասամբ՝ գոլորշիանում, մասամբ՝ կլանվում բուսածածկի կողմից, իսկ մի մասն էլ ներծծվում է հողի ու ապարների շերտերի մեջ և սնում ստորերկրյա ջրերի հորիզոնները: Վերջիններս կարող են տեղանքի ցածրադիր մասերում կամ էրոզիոն խրվածքներում աղբյուրների ձևով բեռնաթափվել գետերի, լճերի ու ծովերի մեջ:



Այսպիսով, բնական շրջանառությանը մասնակցում են օվկիանոսային, մակերևութային, մթնոլորտային և ստորերկրյա ջրերը, ըստ որում՝ այս շրջանառությունը որոշիչ դեր է խաղում երկրակեղևի վերին շերտերում ստորերկրյա ռեսուրսների ձևավորման գործում: Անհրաժեշտ է նշել, որ անընդհատ շրջանառության շնորհիվ քաղցրահամ ջրերի պաշարները մշտապես վերականգնվում են:



**Նկ. 4 Բնության մեջ ջրերի շրջանառության սխեմա**

Տարբերում են ջրի շրջանառության հետևյալ սխեմաները՝ *մեծ, փոքր (ներքին) և ներցամաքային շրջանառություններ* (նկ. 4): *Մեծ շրջանառության* դեպքում խոնավությունը մթնոլորտում տեղափոխվում է մեծ տարածություններ. օվկիանոսից գոլորշիանալով՝ այն օդային հոսանքներով տարվում է ցամաքի վրա, տեղումների ձևով թափվում և գետերով կամ ստորերկրյա ճանապարհով նորից հասնում է օվկիանոս: *Փոքր կամ ներքին (ներօվկիանոսային) շրջանառության* ժամանակ օվկիանոսից գոլորշիացող խոնավությունը տեղումների ձևով թափվում է օվկիանոսի սահմաններում: Իսկ ցամաքից գոլորշիացող և ցամաքի սահմաններում թափվող խոնավության շրջանառությունը կոչվում է *տեղական կամ ներցամաքային*:

## 2.6. ՀԱՄԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԱՅԻՆ ՀԱՇՎԵԿՇՈՒ ՄԱՍԻՆ

Ջրի շջանառության քանակական արտահայտությունը որևէ գետային ջրհավաք ավազանի, ռեզիռնի կամ ողջ երկրագնդի համար կոչվում է ջրային հաշվեկշիռ:

Բնության մեջ ջրի փոքր շրջանառությունը, ըստ բազմամյա տվյալների, տարվա կտրվածքում արտահայտում են հետևյալ հավասարումով.

$$U_2 = O_2 \quad (17)$$

որտեղ՝

$U_2$ -ն ջրային մակերևույթից տարեկան գոլորշիացումն է,

$O_2$ -ն ջրային մակերևույթի վրա տարեկան մթնոլորտային տեղումների քանակը:

Բնության մեջ ջրի մեծ շրջանառությունը, ըստ բազմամյա տվյալների, տարեկան կտրվածքում որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$U_g = O_g - C \quad (18)$$

որտեղ՝

$U_g$ -ն ցամաքի մակերևույթից տարեկան գոլորշիացումն է,

$O_g$ -ն ցամաքի մակերևույթի վրա տարեկան տեղումների քանակն է,

$C$ -ն տարեկան գետային հոսքն է ցամաքի մակերևույթից:

Համաշխարհային օվկիանոսի համար ջրի մեծ շրջապտույտի հավասարումը արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով.

$$U_2 = O_2 + C \quad (19)$$

Գումարելով (18) և (19) հավասարումները՝ կստանանք

$$U_2 + U_g = O_2 + O_g \quad (20)$$

Այսինքն՝ օվկիանոսների և ցամաքի մակերևույթից ջրի գոլորշիացման գումարը հավասար է դրանց մակերևույթին թափվող տեղումների գումարին:

(17) հավասարումը կիրառելով անհոսք շրջանների համար՝ կարելի է գրել.

$$U_w = O_w \quad (21)$$

որտեղ՝

$U_w$ -ն անհոսք շրջանների մակերևույթից տարեկան գոլորշիացման քանակն է,

$O_w$ -ն նույն մակերևույթի վրա տարեկան տեղումների քանակը:

Գումարելով (20) և (21) հավասարումները՝ կստանանք ամբողջ երկրագնդի համար ջրային շրջանառության հավասարումը.

$$U_g + U_g + U_w = O_g + O_g + O_w \quad (22)$$

Երկրագնդի սահմաններում տարեկան ջրի շրջանառությանը մասնակցում է 577 հազ.կմ<sup>3</sup> ծավալի ջուր [33]:

Գետային ավազանների համար (փոքր և միջին ջրհավաք մակերեսներով), որի սահմաններում տարածված գրունտային ջրերը տեղադրված են ինտենսիվ ջրաշրջանառության զոնայում և դրենացվում են գետահովիտներով, ավազանի ջրային հաշվեկշիռը արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով.

$$X_0 = Y_0 + Z_0 \quad (23)$$

որտեղ՝

$X_0$ -ն տեղումների նորման է տվյալ ավազանի համար, մմ/տարի,

$Y_0$ -ն գետային հոսքի նորման է տվյալ ավազանի համար, մմ/տարի,

$Z_0$ -ն գոլորշիացման նորման է տվյալ ավազանի համար, մմ/տարի:

Մեր ժամանակներում ներգամաքային շրջանառությունն ուսումնասիրում են կախված բնության մեջ ջրի շրջանառության վրա ազդող ինժեներական այնպիսի միջոցառումներից, ինչպիսիք են ճահիճների չորացումը, խոշոր ջրամբարների, ոռոգման համակարգերի ստեղծումը և այլն:

Ջրաերկրաբանությունում ջրի շրջանառությունը բնության մեջ և նրա տարրերը (տեղումներ, գոլորշիացում, հոսք) առանձին շրջանների

կամ մարզերի սահմաններում դիտարկվում են երկրաբանականառուցվածքային և ջրաերկրաբանական պայմանների հետ համատեղ:

Ստորերկրյա հոսքին վերաբերող մեծաքանակ փաստացի նյութերի մշակման հիման վրա Բ. Ի. Կուդելինը բնության մեջ ջրի շրջանառության բանաձևերում արել է էական լրացումներ, որոնք արտահայտում են ջրի ավազանի, շրջանի կամ մարզի ջրային հաշվեկշիռներում երկրաբանական և ջրաերկրաբանական պայմանների դերը [33]:

Փակ գետային ավազանների ոչ մեծ մակերեսների և արտեզյան ավազանների տարբեր մասերում տեղադրված տեղամասերի համար նա առաջարկում է ջրային հաշվեկշիռի հետևյալ հավասարումները.

1. Երբ գետային ավազանը (կամ դրա մի մասը) տեղակայված է արտեզյան ավազանի սնման մարզում.

$$X_0 = Y_0 + Z_0 + L_0 \quad (24)$$

2. Երբ գետային ավազանը (կամ դրա մի մասը) տեղակայված է արտեզյան ավազանի բեռնաթափման մարզում.

$$X_0 = Y_0 + Z_0 - V_0 \quad (25)$$

3. Երբ գետային ավազանը տեղակայված է արտեզյան ավազանի սնման և բեռնաթափման մարզերում.

$$X_0 = Y_0 + Z_0 + L_0 - V_0 \quad (26)$$

$X_0$ -ն,  $Y_0$ -ն և  $Z_0$ -ն նույնն են, ինչ որ (23) բանաձևում,

$L_0$ -ն միջին բազմամյա ինֆիլտրացիան է ճնշումային ջրատար հորիզոնի սնման մարզում, մմ/տարի,

$V_0$ -ն միջին բազմամյա հոսքն է ճնշումային ջրատար հորիզոնի բեռնաթափման մարզում, մմ/տարի:

4. Գետային ավազանի համար, որը տեղադրված է արտեզյան ավազանի ճնշման ձևավորման մարզում, ջրային հաշվեկշիռի հաշվարկման ժամանակ կարելի է օգտվել (23) բանաձևից:

Տարեկան կտրվածքում փակ գետային ավազանի համար ըստ բազմամյա տվյալների, ջրային հաշվեկշիռի հավասարումը ընդհանուր տեսքով արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով.

$$X_0 = Y_0 + Z_0 \pm W_0 \quad (27)$$

որտեղ՝  $\pm W_0$  -ն միջին բազմամյա ինֆլիտրացիան է ջրատար հորիզոնի դրա սնման մարզում կամ հոսքն բեռնաթափման մարզում (մմ/տարի), ճնշման մարզի համար  $W_0 = 0$  -ի:

Եթե (27) բանաձևում ընդունենք  $Y_0 = 0$ , ապա կստանանք ջրային հաշվեկշռի հավասարումը անհոսք շրջանի համար.

$$X_0 = Z_0 - W_0 \quad (28)$$

Ջրաերկրաբանությունում (23) - (27) բանաձևերը կիրառվում են մեկ կամ մի քանի ջրատար հորիզոնների ստորերկրյա ջրերի բնական ռեսուրսների որոշման համար:

Այդ բանաձևերում ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսներն արտահայտվում են  $L_0$ ,  $V_0$  և  $W_0$  անդամներով, որոնց քանակական մեծությունները հեշտ որոշվում են կոնկրետ դիտարկվող գետային ավազանի (կամ դրա մի մասի) համար  $X_0$ ,  $Y_0$  և  $Z_0$  հայտնի պարամետրերի հիման վրա: Ստորերկրյա ջրային ռեսուրսների գնահատման այս մեթոդիկան իր արտահայտությունն է գտել շատերի աշխատանքներում [27, 20 և այլն]:

### **ԳԼՈՒԽ III**

## **ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՌԵԺԻՍՏԻ ՄԱՍԻՆ: ԵՐԿՐԱՋԵՐՄԱՅԻՆ ՋՈՆԱՆԵՐ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ**

### **3.1. ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՌԵԺԻՍՏԻ ՄԱՍԻՆ**

Երկրակեղևի ջերմային ռեժիմը լիթոսֆերայում ընթացող մասսա և էներգափոխանակման ընդհանուր գործընթացների դրսևորումներից մեկն է:

Երկրակեղևի ջերմային ռեժիմի ձևավորմանը մասնակցում են արտաքին (էկզոգեն) և ներքին (էնդոգեն) ջերմային էներգիայի աղբյուրները:

Արտաքին ջերմային աղբյուրներից հիմնականը համոլիսանում է արևը: Արևի ճառագայթման հետ համեմատած՝ մյուս արտաքին ջերմային աղբյուրները (լուսնի, աստղերի, տիեզերական) ունեն երկրորդական նշանակություն: Արեգակնային ջերմությունն է սահմանում կյանքի զարգացումը մեր մոլորակի վրա և ցույց է տալիս բացառիկ կարևոր ազդեցություն մթնոլորտում, Երկրի մակերևույթին և երկրակեղևի ամենավերին մասերում ընթացող գործընթացների վրա: Ինչպես արդեն ասվել է, արեգակնային էներգիան և ծանրության ուժն են պայմանավորում Զրի շրջապատույտը բնության մեջ (տես գլ. II):

Արեգակնային ճառագայթման ինտենսիվությունը Երկրի վրա որոշվում է նրա  $1\text{սմ}^2$  մակերեսի վրա արևից հասած ջերմության քանակով՝ չափված ջոուլներով: Ճառագայթման ինտենսիվությունը կազմում է մոտ  $8.4\text{ ջոուլ/սմ}^2\text{x րոպե}$  (այսպես կոչված արեգակնային հաստատուն) կամ  $4.4\text{x}10^6\text{ ջոուլ/սմ}^2\text{x տարի}$ : Երկրի գնդաձևության, իր առանցքի և Արեգակի առանցքի շուրջ պտտվելու պատճառով, իրականում մթնոլորտի արտաքին սահմանների միավոր մակերեսին հասնում է այդ էներգիայի միայն  $1/4$  մասը, այսինքն մոտ  $1.1\text{x}10^6\text{ ջոուլ/սմ}^2\text{x տարի}$ : Այդ քանակի մոտ  $33\%$ -ը ( $0.36\text{x}10^6\text{ ջոուլ/սմ}^2$ ) մթնոլորտի կողմից անդրադարձվում է տիեզերքից երկրի մթնոլորտ է հասնում միայն  $0.74\text{x}10^6\text{ ջոուլ/սմ}^2\text{x տարի}$  էներգիա: Դրա մոտ  $0.25\text{x}10^6\text{ Ջոուլ/սմ}^2\text{x տարի}$  կլանվում է մթնոլորտի կողմից,  $0.18\text{x}10^6\text{ ջոուլ/սմ}^2\text{x տարի}$  ծախսվում է երկրի մակերևույթից ճա-

ռազագայթման անդրադարձման վրա: Մնացածը՝ 0.31 ջրու/սմ<sup>2</sup>x տարի կազմում է գումարային ջերմային էներգիան (ուղիղ և ցրված ճառագայթման), որը հասնում է երկրի մակերևույթին: Այն ծախսվում է երկրի մակերևույթից ջրի գոլորշիացման վրա և մասնակցում է երկրակեղևի վերին շերտերում ընթացող ջրափոխանակման գործընթացներին:

Անհրաժեշտ է նշել, որ Արևի ճառագայթների ինտենսիվությունը Երկրի վրա տարածության և ժամանակի մեջ փոփոխական է, որը ազդում է մոլորակի կլիմայի փոփոխման վրա:

Էներգեն (խորքային) ջերմային աղբյուրներին են դասվում գրավիոծին, ռոտացիոնածին և այլ տիպի էներգիաները, որոնք առաջ են գալիս մոլորակի սեղմման, Երկրի պտտման արագության փոփոխման, գրավիտացիոն դիֆերենցիացիայի, երկրաբանական գործընթացների և այլ երևույթների հետ կապված [13]: Հարկավոր է նշել, որ խորքային ոչ բոլոր ջերմային աղբյուրներն են հնարավոր գնահատել քանակապես: Նույնիսկ ջերմային էներգիայի գնահատումը, որը անջատվում է ռադիոակտիվ էլեմենտների տրոհմամբ, համարվում է խիստ մոտավոր: Պատճառը այն է, որ առայժմ բացակայում են Երկրի շառավիղով ռադիոակտիվ էլեմենտների բաշխվածության օրենքի և դրանց վերաբաշխումը երկրաբանական զարգացման գործընթացում տվյալները:

Երկրակեղևում ջերմության վերաբաշխումը կատարվում է կոնդուկտիվ և կոնվեկտիվ ջերմատարման օգնությամբ [19]:

Երկրի մակերևույթին, հողի և երկրակեղևի ջերմային ռեժիմը, պայմանավորված արևի գումար ճառագայթման (ինսոլացիա)<sup>2</sup> և Երկրի խորքից մակերևույթ բարձրացող ջերմությամբ, որոշում է ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը, որը տատանվում է լայն սահմաններում՝ բացասականից (գերսառը աղային ջրեր) մինչև 100<sup>0</sup>C-ը գերազանցող հեյզերներ (գերտաք ջրեր): Ավելի ցածր ջերմաստիճանի ստորերկրյա ջրերը հանդիպում են հավերժական սառցութային մարզերում, առավել բարձր ջերմաստիճանի ջրերը՝ երկիտասարդ հրաբխային գործունեության մարզերում և այն շրջաններում, որտեղ ստորերկրյա ջրերը տեկտոնական խախտումներով և ճեղքերով բարձրանում են երկրակեղևի շատ խորը հորիզոններից:

---

<sup>2</sup> Գումար ճառագայթում (ինսոլացիա)- ուղիղ և ցրված ճառագայթների միագումարություն (ամբողջություն), որը գալիս է Արևից և ամբողջ տիեզերական ծածկույթից Երկրի հորիզոնական մակերևույթի վրա:

Ստորերկրյա ջրերն իրենց հերթին հանդիսանում են երկրակեղևում ընթացող ջերմափոխանակման կարևոր գործոններից մեկը, քանի որ ապարների ջերմային հատկությունները կախված են դրանց խոնավությամբ և դրանցում շարժվող ջրերի տիպերից:

Ջրերի շարժումը երկրակեղևը կազմող ապարների միջով, ինչպես հայտնի է, կարող է տեղի ունենալ հիդրավիկական գրադիենտի (լամինար և տուրբուլենտ ֆիլտրացիաներ), մագնոսթային ուժերի, օսմոսի, լուծված գազերի, ջերմաստիճանային գրադիենտի, կոնվեկցիայի և այլ ուժերի ազդեցության տակ, ընդ որում հաճախ ջերմափոխանակմանը մասնակցում են ոչ թե մեկ, այլ խոնավության շարժման մի քանի ձևեր միաժամանակ: Դրա համար էլ ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանի ձևավորման հարցը դեռևս բավարար պարզ չէ, որը պահանջում է հետագա ուսումնասիրություններ, երկրակեղևի տարբեր ձևի ջրերի ջրաերկրաբանական հետազոտությունների ժամանակ [33]:

Ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզվել է, որ կոնդուկտիվ ջերմային հոսքի մեծության և տեկտոնիկ ակտիվության հասակի միջև կա սերտ կապվածություն, որը գոյություն ունի ինչպես մայրցամաքում, այնպես էլ օվկիանոսային կեղևի տարածման սահմաններում: Վերջինիս սահմաններում առավելագույն ջերմային հոսքի մեծությունները կապված են միջին-օվկիանոսային լեռնաշղթաների առանցքային մասերում, որտեղ տեղի է ունենում մաստիայի նյութի դուրս բերումը և նոր կեղևի ձևավորումը, որն առանցքից դեպի եզրերը աստիճանաբար մեղմանում է և բերում կոնդուկտիվ ջերմային մեծության աստիճանական փոքրացմանը [27]:

Երկրակեղևում ջերմության կոնվեկտիվ վերաբաշխումը հիմնականում կապված է ստորերկրյա ջրերի հետ: Այդ գործընթացը առավել ինտենսիվ կատարվում է երկրակեղևի վերին շերտերում, որտեղ ստորերկրյա ջրերը Երկրի գրավիտացիոն դաշտի ազդեցության տակ ինտենսիվ տեղաշարժվում են: Այդ ջրաշրջանառության զոնայի հաստությունը պլատֆորմների սահմաններում հասնում է 100 մ, իսկ լեռնածալքավոր մարզերում 200 մ [2]: Դրա հետ կապված, փորձեր են արվում ստորերկրյա ջրերի ջերմահանումը գնահատելու՝ ըստ դրանց շրջանառության ինտենսիվության:



### 3.2. ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ջրաերկրաբանությունում ապարների ջերմային հատկությունները, երկրաջերմային գրադիենտը և աստիճանը (տես կետ 3) օգտագործվում են տարբեր տիպի ստորերկրյա ջրերի և դրանց աղբյուրների, ապարների դրական և բացասական ջերմաստիճանների, ջրային, նավթային և գազային հորատանցքերում երկրաջերմային հետազոտական տվյալների վերլուծման և այլ ուսումնասիրությունների ժամանակ:

Ապարների ջերմային հատկությունների շարքին են դասվում ջերմահաղորդականությունը, ջերմային դիմադրությունը, ջերմատարողությունը և ջերմաստիճանահաղորդականությունը:

*Ջերմահաղորդականությունը* հոծ միջավայրում ջերմության մղվելույն տեղափոխումն է, որը պայմանավորված է ջերմաստիճանների տարբերության առկայությամբ: Ջերմափոխանակության այդ եղանակը տեղի է ունենում ինչպես մեկ մարմնի ներսում, այնպես էլ միմյանց հետ հպվող երկու մարմինների միջև:

Ջերմահաղորդականությունը բնութագրվում է ջերմահաղորդականության գործակցով կամ տեսակարար ջերմահաղորդականությամբ: Ջերմահաղորդականության գործակիցը (մետր-կիլոգրամ-ժամ համակարգում) հավասար է ջերմության այն քանակին, որն անցնում է մեկ ժամում  $1\text{մ}^2$  կտրվածքով (կտրվածքին ուղղահայաց ուղղությամբ), երբ ջերմաստիճանային գրադիենտը հավասար է  $1^\circ\text{C}$ : Այն որոշվում է.

$$\lambda = \frac{Ql}{S(t_2 - t_1)\tau} \quad (29)$$

որտեղ՝

$\lambda$ -ն ջերմահաղորդականության գործակիցն է, կկալ/(մxժամ $^\circ\text{C}$ ),

$Q$ -ն անցած ջերմության քանակն է, կկալ,

$l$ -ը ապարի շերտի հաստությունն է, մ,

$S$ -ը մակերևույթի մակերեսն է, որով անցնում է ջերմային հոսանքը, մ $^2$ ,

$\tau$ -ն ջերմային հոսանքի անցման ժամանակն է, ժամ,

$t_2 - t_1$ -ը ջերմաստիճանների տարբերությունն է ապարի շերտի հակադիր հարթությունների վրա,  $^{\circ}\text{C}$ :

Որոշ ապարների, ինչպիսի մաս գազի, նավթի և ջրի ջերմահաղորդականության գործակիցները բերվում են աղյուսակ 3 [33]:

Ապարների ջերմահաղորդականությունը փոփոխվում է՝ կախված նրանց ստրուկտուրայից, խոնավությունից, շերտայնությունից, խտությունից և այլ հատկություններից ու գործոններից:

*Ջերմային դիմադրությունը* ջերմահաղորդականության հակադարձ մեծությունն է և արտահայտվում է տեսակարար դիմադրությամբ.

$$\varepsilon = \frac{1}{\lambda} \quad (30)$$

որտեղ՝

$\varepsilon$ -ը տեսակարար ջերմային դիմադրությունն է, մաժամա $^{\circ}\text{C}/\text{կկալ}$ :

Տեսակարար ջերմային դիմադրությունը փոփոխվում է կախված ապարի հետևյալ հատկություններից՝ խտությունից, խոնավությունից, ֆիլտրացիայից, ջերմաստիճանից, շերտայնությունից, հեղուկի բնույթից և այլն: Գործնականում այն կախված չէ ստորերկրյա ջրերի հանքայնացումից:

Տեսակարար ջերմային դիմադրության արժեքները որոշ ապարների, նավթի, գազի և ջրի (տես աղյուսակ 3):

*Ջերմատարողությունը* բնութագրվում է ջերմատարողության գործակցով, այն համապատասխանում է ջերմության այն քանակին, որը ծախսվում է 1 կգ նյութը  $1^{\circ}\text{C}$ -ով տաքացնելու վրա, երբ ճնշումը հաստատուն է: Այն որոշվում է

$$C = \frac{\Delta Q}{P\Delta t} \quad (31)$$

որտեղ՝

$C$  -ն ջերմատարողության գործակիցն է, կկալ/կգ $^{\circ}\text{C}$ ,

$\Delta Q$  -ն ջերմության քանակն է, որը ծախսվել է նյութի տաքացման վրա, կկալ,

$P$  -ն նյութի մասսան է, կգ,

$\Delta t$  -ն նյութի տաքացման սկզբնական և վերջնական ջերմաստիճանների տարբերությունն է,  $^{\circ}\text{C}$ :

Ջերմատարողության գործակցի մեծությունները որոշ ապարների համար (տես աղյուսակ 3):

**Աղյուսակ 3**

*Որոշ ապարների ջերմաֆիզիկական հատկությունների գործակիցները*

Ջերմատարողականություն	Ապարներ	Խտություն, գ/սմ <sup>3</sup>	Ջերմահաղոր- դականության գործակից, $\lambda$ կկալ/մxժx°C	Տեսակարար ջերմային դիմադրություն $\epsilon$ մxժ°C/կկալ	Ջերմաստի- ճանահաղոր- դական ության գործակից, $a$ 10 <sup>6</sup> մ <sup>2</sup> /ժ	Ջերմա- տարողու- թյուն, $C$ կկալ/կգx <sup>0</sup> C
Բարձր	Քարաղ	2.135	2.35-2.20	0.3-0.16	7.68-14.0	0.204
	Ավազաքար	2.6	1.1-4.95	0.91-0.2	2.12	0.20
	Կվարցիտ	2.65	1.6-4.8	0.62-0.21	3.61-10.9	0.167
	Դոլոմիտ	2.8-2.99	0.93-4.3	1.08-0.23	1.45-6.7	-
	Անիդրիտ	-	3.64	0.27	-	-
	Մարմար	2.5-2.8	1.12-3.2	0.89-0.31	4.15-6.39	0.189
	Գրանիտ	2.67	1.8-3.1	0.56-0.32	6.75	0.17
	Դիորիտ	2.84	1.85-2.1	0.54-0.48	3.85-4.38	-
	Գաբրո	2.98	1.73	0.58	3.37	0.172
	Տրախիտ	-	1.47-2.16	0.68-0.46	3.4-3.7	-
Բազալտ	2.77	1.5-2.5	0.67-0.4	2.68	0.203	
Միջին	Ավազ	1.2-2.1	0.3-2.92	3.33-0.34	1.12	-
	Կրաքար	2.12-2.8	0.6-2.88	1.67-0.35	1.59-5.18	-
	Գնեյս	-	1.86-2.67	0.54-0.37	-	-
	Կապար	-	1.25-2.16	0.8-0.46	2.0	0.184
	Մերգել	-	0.79-1.37	1.26-0.53	-	-
	Տուֆ	1.8	0.61-1.37	1.64-0.73	1.02-2.3	-
	Կավ	1.6-2.9	0.21-1.3	4.85-0.77	3.5	0.118
	Գիպս	2.13	0.35-1.19	0.99-0.84	-	0.275
Կավիճ	1.8-2.6	0.72-1.08	1.39-0.93	1.66-2.34	-	
Ցածր	Ասֆալտ	1.1-2.8	0.72	1.34	0.92	-
	Ջուր 20°C	0.998	0.515	1.94	0.517	0.998
	Ածուխ	1.2-1.5	0.08-0.24	1.2-4.17	0.2-0.82	0.31
	Նավթ	0.73-0.96	0.11-0.13	9.09-7.69	0.29-0.34	0.50
	Գազ	-	1.036	27.78	-	-

**Ծանոթություն:** Բնական պայմաններում ապարների ջերմաֆիզիկական պայմանները կախված՝ նրանց ջրահագեցվածությունից, խորությունից և այլ ֆիզիկական հատկություններից կարող են լինել փոքրեր աղյուսակում բերվածի նկատմամբ:

*Ջերմաստիճանահաղորդականությունը* ջերմահաղորդականության գործակցի հարաբերությունն է ջերմատարողության և ապարի խտության (ծավալի կշռի) արտադրյալին.

$$a = \frac{\lambda}{C \times \rho} \quad (32)$$

որտեղ՝

a -ն ջերմաստիճանահաղորդականությունն է, մ<sup>2</sup>/ժամ,

C -ն ջերմատարողությունն է, կկալ/կգx<sup>0</sup>C,

ρ -ն ապարի խտությունն է, գ/սմ<sup>3</sup>:

Ապարի ջերմաստիճանահաղորդականությունը կախված է հետևյալ գործոններից.

ա) ապարի խտությունից. խտության մեծացումով (1.4-3.0գ/սմ<sup>3</sup> սահմաններում) ջերմաստիճանահաղորդականությունը փոքրանում է,

բ) ապարի խոնավությունից. նրա մեծացումով ջերմաստիճանահաղորդականությունը մեծանում է, ընդ որում բարձրացումը տեղի է ունենում մինչև խոնավության որոշակի սահմանին հասնելը, որից հետո բարձր խոնավության դեպքում ջերմաստիճանահաղորդականությունն ընկնում է, քանի որ նշանակալից խոնավության դեպքում մեծանում է ապարի ջերմատարողությունը,

գ) հեղուկի բնույթից. նավթային ապարներն ունեն ավելի փոքր ջերմաստիճանահաղորդականություն, քան ջրատարները, քանի որ նավթի ջերմային դիմադրությունն ավելի մեծ է քան ջրինը,

դ) ապարի ջերմաստիճանից՝ ապարի ջերմաստիճանի մեծացումով ջերմաստիճանահաղորդականությունը փոքրանում է, կապված դրա ջերմային դիմադրության և ջերմատարողության մեծացման հետ,

ե) ապարի շերտայնությունից. ըստ շերտավորության՝ ջերմաստիճանահաղորդականությունը բարձրանում է,

զ) միջշերտային ջրերի հանքայնացումից գործնականում կախված չէ:

Ապարների ջերմաստիճանահաղորդականության տվյալները բերվում են աղյուսակ 3-ում:

### 3.3. ԵՐԿՐԱԶԵՐՄԱՅԻՆ ՉՈՆԱՆԵՐԸ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ

Ըստ ջերմաստիճանային ռեժիմի առանձնահատկությունների երկրակեղևում սովորաբար առանձնացնում են երեք ջերմաստիճանային զոնաներ՝ արտաքին, տարեկան հաստատուն ջերմաստիճանային և ներքին:

*Արտաքին զոնա* (գելիոջերմազոնա, Էկզոզեն): Այս զոնայում ջերմային էներգիայի հիմնական աղբյուրն արեգակնային էներգիան է (տես կետ 1):

Արտաքին (վերին) զոնայի ջերմաստիճանային ռեժիմը փոփոխական է, ոչ ստացիոնար, դրան բնորոշ են պարբերական (ցիկլային) տատանումները՝ կապված արևի էներգիայի փոփոխման հետ օրվա ընթացքում, ըստ սեզոնի, տարեկան և բազմամյա կտրվածքում: Ջերմաստիճանի օրական տատանումները ցամաքում ըստ խորության կազմում են 0.8-2.0մ, օվկիանոսների վրա կազմում է 20-30 ս, սեզոնային տատանումները համապատասխանաբար՝ 8.0-10.0 ս և 150.0-200.0, իսկ տարեկան տատանումները՝ 15.0-30.0 և մինչև 350 ս [19]:

Ջերմաստիճանի տարածման բնույթը վերին զոնաներում կախված է ոչ միայն կլիմայից, այլ նաև բուսական ծածկի բնույթից, ռելիեֆի կտրտվածությունից և ապարների լիթոլոգիական կազմից: Կախված այս գործոնների հերթափոխումից՝ արևի ջերմությունը տարածվում է տարբեր խորությունների վրա:

Վերին զոնայում առկա են ջերմաստիճանի տատանումների երկու դրսևորումներ՝ առավելագույն և նվազագույն: Առավելագույն և նվազագույն ջերմաստիճանների միջև եղած տարբերությունը օրվա կամ տարվա կտրվածքում կոչվում է օրական կամ տարեկան տատանումների ամպլիտուդա (ծայրակետերի տարբերություն): Նվազագույն ջերմաստիճանից առավելագույնին հասնելու ժամանակը կոչվում է ջերմաստիճանային ալիքների շրջան, որն ըստ խորության գործնականում մնում է անփոփոխ. եթե ըստ խորության ջերմաստիճանի բարձրացումը չափվում է թվաբանական պրոգրեսիայով, ապա ջերմաստիճանի տատանման ամպլիտուդան նվազում է երկրաչափական պրոգրեսիայով [19]:

Ապարներում ջերմաստիճանի փոփոխությունները որոշակի խորության վրա ըստ ժամանակի գնահատելու համար կազմվում են թերմոխզույլետի (հավասարաջերմագծերի) գրաֆիկներ:

Հավասարաջերմագծերը տարբեր խորությունների համար հավասար ջերմաստիճանների կորերն են, սովորաբար կազմված ոչ պակաս քան մեկ տարվա տևողությամբ ստացիոնար դիտարկումների տվյալների հիման վրա:

*Տարեկան հաստատուն ջերմաստիճանի զոնա:* Այս ջերմաստիճանային զոնան սովորաբար ձևավորվում է այնտեղ, որտեղ մարում է արևի ճառագայթների և խորքային (էնդոգեն) ջերմային հոսքերի ազդեցությունը: Այդ զոնան ստացել է «չեզոք շերտ» կամ տարեկան հաստատուն ջերմաստիճանային գոտի անվանումները: Դրանում ջերմաստիճանը մոտ է իրենից վեր տեղադրված ապարների միջին բազմամյա ջերմաստիճանին և չնչին չափով տարբերվում է տվյալ տեղանքի օդի միջին տարեկան ջերմաստիճանից: Չեզոք շերտի տեղադրման խորությունը գտնվում է այնտեղ, որտեղ ջերմաստիճանի տարեկան փոփոխությունը գործնականում չի գերազանցում  $0.1^{\circ}\text{C}$ :

Հաստատուն ջերմաստիճանի գոտու խորությունը կարելի է որոշել նաև Ֆյուրեի երրորդ օրենքի համաձայն: Այն է՝ տարբեր ժամանակաշրջաններում համապատասխան ջերմաստիճանային ամպլիտուդաների մարման խորությունների ( $H_1$  և  $H_2$ ) հարաբերությունը հավասար է այդ ժամանակամիջոցների ( $T_1$  և  $T_2$ ) հարաբերության քառակուսի արմատին.

$$\frac{H}{H_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}: \tag{33}$$

Համաձայն (33) բանաձևի ջերմաստիճանի տարեկան փոփոխության խորությունը օրականի նկատմամբ գերազանցում է 19.1 անգամ ( $H_1=19.1 \times H_2$ ), այսինքն՝ հաստատուն ջերմաստիճանային գոտու խորությունը 19.1 անգամ գերազանցում է օրական հաստատուն ջերմաստիճանային շերտի խորությանը:

*Ներքին զոնա* (երկրաջերմագոնա, էնդոգեն): Այս զոնան ընկած է տարեկան հաստատուն ջերմաստիճանային գոտուց ներքև, որի ջերմաստիճանը օրինաչափորեն մեծանում է ըստ խորության: Ջերմային էներգիայի հիմնական աղբյուրն է հանդիսանում Երկրի ներքին ջերմութ-

յունը: Ներքին զոնայում ջերմային ռեժիմը յուրաքանչյուր կոնկրետ շրջանում կախված է երկրաբանական կառուցվածքի և տեկտոնական առանձնահատկությունների բնույթից, ապարների ջերմային հատկություններից, ռեզիոնի երկրաբանական զարգացման պատմությունից և ջրաերկրաբանական պայմաններից: Ներքին (խորքային) զոնայում ապարների ջերմային փոփոխությունն ըստ խորության բնութագրվում է *երկրաջերմային գրադիենտի* մեծությամբ:

*Երկրաջերմային գրադիենտի* տակ հասկացվում է երկրակեղևի հաստատուն ջերմաստիճանի գոտուց ներքև յուրաքանչյուր 100 մ խորանալիս ջերմության բարձրացման մեծություն ( $^{\circ}\text{C}$ ): Երկրաջերմային գրադիենտի հակադարձ մեծությունը կոչվում է *երկրաջերմային ասպիհանս*:

*Երկրաջերմային ասպիհանսը* բնորոշում է երկրակեղևի ուղղաձիգ կտրվածքում ջերմության աճի ինտենսիվությունը և արտահայտում է խորացման չափը (մետրերով), որի դեպքում ջերմաստիճանը բարձրանում է  $1^{\circ}\text{C}$ -ով՝ հաշված հաստատուն ջերմաստիճանի գոտուց:

Տարբեր տեղամասերում և խորություններում երկրաջերմային գրադիենտի մեծությունը տարբեր է և կարող է տատանվել 0.5-ից մինչև  $20-30^{\circ}\text{C}$ -ի սահմաններում: Միջին նշանակությունն ընդունված է  $3^{\circ}\text{C}$ : Երկրաջերմային աստիճանի միջին մեծությունն ընդունվում է  $33\text{մ}^{\circ}\text{C}$ , բայց այն փոփոխվում է  $1-200\text{մ}^{\circ}\text{C}$  սահմաններում՝ կախված ապարների ջերմային հատկություններից, երկրաբանական կառուցվածքի տիպից ու հասակից և ջրաերկրաբանական պայմաններից:

Երկրաջերմային գրադիենտը ( $\Gamma$ ) և երկրաջերմային աստիճանը ( $G$ ) որոշվում են հետևյալ հավասարումներով.

$$\Gamma = \frac{T_2 - T_1}{H_2 - H_1} \tag{34}$$

$$G = \frac{H_2 - H_1}{T_2 - T_1} \tag{35}$$

որտեղ՝

$T_1$  և  $T_2$ -ը ջերմաստիճաններն են ( $^{\circ}\text{C}$ )  $H_1$  և  $H_2$  խորությունների վրա, մ:

Եթե կան ջերմաստիճանի առանձին չափումներ հորատանցքերում, ապա երկրաջերմային աստիճանը որոշվում է ըստ հետևյալ բանաձևի.

$$G = \frac{H - h}{T - t} \quad (36)$$

որտեղ՝

h -ը հաստատուն ջերմաստիճանի գոտու խորությունն է, մ,

H -ը ջերմաստիճանի չափման խորությունը, մ,

T -ն ջերմաստիճանն է H խորության վրա, մ<sup>0</sup>C,

t -ն օդի միջին տարեկան ջերմաստիճանն է հողի մակերևույթին, <sup>0</sup>C:

Եթե հայտնի են երկրաջերմային աստիճանը (G) և օդի միջին տարեկան ջերմաստիճանը (t) և հաստատուն ջերմաստիճանի շերտի խորությունը (h), ապա գործնական նպատակների համար բավականին մեծ ճշտությամբ կարելի է որոշել ջերմաստիճանը տրված ցանկացած խորության վրա (H<sub>1</sub>) կամ որոշել խորությունը, որը համապատասխանում է հայտնի ջերմաստիճանին (T<sub>1</sub>).

$$T_1 = t + \frac{H_1 - h}{G} \quad (37)$$

$$H_1 = G(T_1 - t) + h \quad (38):$$

### **3.4. ԵՐԿՐԱՋԵՐՄԱՅԻՆ ՄԵԹՈՂՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՊՐԱԿՏԻԿ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՀԱՄԱՐ**

Բնական և արհեստական ջերմային դաշտերը կարելի է օգտագործել մասնավորապես հետևյալ ջրաերկրաբանական խնդիրները լուծելու համար [19].

1) ջրաերկրաբանական կտրվածքի մասնատում. ջրատար հորիզոնների և ջրամերժ շերտերի տարանջատում, որոշել դրանց տեղադրման ինտերվալները և հաստությունները,

2) ըստ աղբյուրների (բնաղբյուրների) ջրի ջերմաստիճանի ստորերկրյա ջրերի տեղադրման խորության որոշումը,



3) ջրաերկրաբանական հանույթների ժամանակ աղբյուրների դասակարգումն ըստ դրանց սնող ջրատար հորիզոնների ջրերի,

4) ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիայի արագության որոշումը, դրանց խորության տարբեր ինտերվալներում և ակտիվ ջրափոխանակման զոնայում ապարների առանձին հաստվածքների ֆիլտրացիոն հատկությունների որակական գնահատում,

5) ըստ տարածման և ուղղաձիգ կտրվածքի՝ ջրատար հորիզոններում հետամտելու բեկվածքային տեղամասերի, ճեղքավորված և կարստավորված զոնաների և գնահատելու ապարների կարստավորվածության աստիճանը,

6) ստորերկրյա տաք ջրերի որոնում և հետախուզում,

7) ուսումնասիրել արտեզյան ավազանի լոկալ և ռեգիոնալ ջրաերկրաբանական առանձնահատկությունները, պարզել ստորերկրյա ջրերի սնման, հոսքի և բեռնաթափման մարզերը,

8) որոշել ստորերկրյա տաք վերընթաց ջրերի բեռնաթափման փակ (ծածկված) օջախները,

9) հետազոտել ստորերկրյա ջրերի ձևավորման պայմանները և դինամիկան, վեր հանել ջրադինամիկական զոնաները,

10) որոշել լեռնային փորվածքների ջրակալման աղբյուրները (ջրատար հորիզոններ),

11) կանխատեսել լեռնային փորվածքի խորշաճակատի մոտեցումը ջրակալված զոնաների,

12) որոշել ցենենտաշաղախի բարձրությունը՝ հորատանցքերի միջխողովակային տարածքի ցենենտացման ժամանակ:

## **ԳԼՈՒԽ IV**

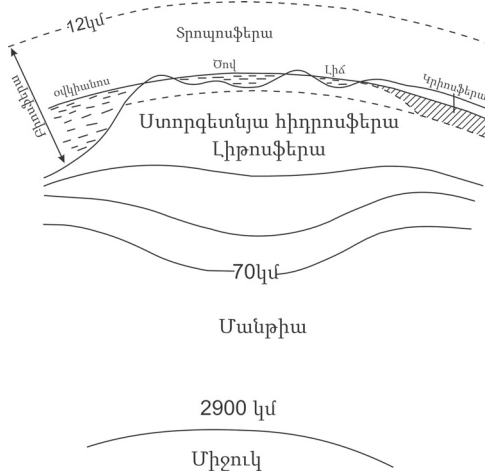
### **ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԱՊԱՏՅԱՆԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԸ: ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ԾԱԳՍԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

#### **4.1. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԱՊԱՏՅԱՆԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԸ**

Ստորերկրյա ջրոլորտն, ըստ Ֆ. Պ. Սավարենսկու, երկրակեղևի մաս է, որի ջրաճնշումային պայմանները թույլ են տալիս բնական ջրերի գոյությունը:

Ջրոլորտի ստորերկրյա մասի կառուցվածքը, ապարներում պարունակվող ջրի քանակը և դրա գազային վիճակը, ավելի լայն իմաստով տարբեր ձևի ջրերի տարածումը և շարժումը որոշվում են երկրակեղևի ուղղաձիգ կտրվածքի ջերմադինամիկական պայմաններով, երկրաբանական հիմնական տարրերի կառուցվածքով և զարգացման պատմությամբ, ապարների կազմով ու հատկություններով և կտրվածքի վերին մասի, մասնավորապես, ժամանակակից մակերևույթի ռելիեֆով ու հիդրոգրաֆով, ինչպես նաև կոնկրետ տարածքի կլիմայական պայմաններով:

Պրոֆեսոր Ա. Մ. Օվչիննիկովը գտնում է, որ ստորերկրյա ջրոլորտի ստորին սահմանը պայմանականորեն կարելի է տանել 12-14 կմ խորությունների վրա, այսինքն՝ ջրի կրիտիկական ջերմաստիճանի (374-450°C) հասնելու խորությունները, որտեղ նրա հեղուկ վիճակում կուտակվելը հնարավոր չէ (նկ. 5): Հետազոտողների մյուս մասը (Ֆ. Ա. Մակարենկո, Վ. Ի. Լյալկո, Վ. Ի. Կոնոնով և այլք) ենթադրում են, որ ստորերկրյա ջրապատյանի ներքին սահմանը տարածվում է 70-100 կմ խորությունները: Ընդ որում դրա ներքին սահմանը տարբեր երկրատեսկառնական մարզերում փոփոխվում է:



**Նկ. 5. 1- տարեկան ջերմաստիճանի տատանման շերտ (20 մ), 2-դարավոր ջերմաստիճանի տատանման շերտը (1000 մ), 3-ջրի կրիոսֆերային ջերմաստիճանի (400°C) խորությունը (12 կմ)**

Ստորերկրյա ջրոլորտի սահմաններում ջրի վիճակը, դրա կառուցվածքը և հատկությունները փոփոխվում են երկրակեղևի ճնշման և ջերմաստիճանի փոփոխմանը համընթաց:

Ջրի մի վիճակից մյուսին անցման և դրա կառուցվածքին բնորոշ փոփոխությունների հիմքի վրա (Վ. Ի. Կոնոնով, Վ. Ա. Իլին, Վ. Ի. Լյալկո, Ա. Մ. Օվչինիկով) ջրապատյանի կտրվածքում առանձնացնում են հետևյալ ջրաֆիզիկական զոնաները. 1) աերացիայի, 2) երկրակեղևի սառցոթային, 3) ջրահագեցման, 4) գերխտացած ջրային ֆլյուիդների, 5) սիլիկատային և ալյումոսիլիկատային ջրային լուծույթների հեղուկ պլաստիկային, 6) ջրի մոլեկուլների դիսոցացման (տարրաբաժանման) [19]:

Հետազոտողների մի մասը (Օ. Մեհնցեր, Ե. Վ. Պիննեկեր, Ֆ. Պ. Սավարենսկի, Ա. Մ. Սվեշնիկով և այլք) ջրաֆիզիկական վերջին երեք զոնաները (4-6) դիտարկում են որպես մեկ զոնա հետևյալ անվանումով՝ վերկրիտիկական վիճակի ստորերկրյա ջրերի զոնա:

Նշված ջրաֆիզիկական զոնաներից առավել ուսումնասիրված են համարվում առաջին երեքը, որոնց մասին տեղեկությունները կրեթվեն

ստորև: Անհրաժեշտության դեպքում մյուս զոնաների վերաբերյալ տեղեկություններ կարելի է ստանալ գրական աղբյուրներից [13,4]:

*Աերացիայի (օդահագեցման) զոնան* ընդգրկում է երկրակեղևի վերին շերտը՝ հողի մակերևույթից մինչև ստորերկրյա առաջին ջրատար հորիզոնի ջրերի մակերևույթը (մակարդակը): Աերացիայի զոնայի ապարների ծակոտիները սովորաբար լցված են օդով և ջրային գոլորշիներով, ինչպես նաև ֆիզիկապես կապակցված և մազանոթային ջրերով: Գարնանը՝ ձմեռային շրջանում կամ ինտենսիվ անձրևային տեղումների ժամանակ, աերացիայի զոնայի ապարներում պարբերաբար առաջանում են ազատ (գրավիտացիոն) ջրեր (տես գլ. II):

Աերացիայի զոնա հասկացությունն առաջին անգամ գործածության մեջ է մտցվել 1933 թ. ամերիկացի ջրաերկրաբան Օ. Մեհնցերի կողմից:

Աերացիայի զոնայի հաստությունը (հզորությունը) կախված է տարածքի ապարների լիթոլոգիական առանձնահատկություններից (անջրաթափանց շերտի տեղադրման խորությունից), ռելիեֆից, երկրի մակերևույթի կտրտվածության աստիճանից և կլիմայական պայմաններից (մթնոլորտային տեղումների քանակ, ինֆիլտրացիայի մեծություն): Հաստությունը տատանվում է մեծ սահմաններում՝ մետրի մասերից մինչև 100 մ և ավել, իսկ համաձայն Օ. Մեհնցերի՝ այն լեռնային շրջաններում կարող է հասնել 200-250 մ և ավելի խորությունների վրա [4]:

Ընդարձակ տարածքների վրա կարող է աերացիայի զոնան բացակայել, այդպիսի տեղամասերում ստորերկրյա ջրերը հասնում են երկրի մակերևույթ՝ առաջացնելով ճահիճներ և ճահճակալումներ:

Աերացիայի զոնայի միջոցով է կատարվում ստորերկրյա ջրերի և մթնոլորտի միջև սերտ կապը. անձրևային և հալոցքային ջրերը ներծծվում են խորը շերտերը և համալրում գրունտային ջրերի ռեսուրսները: Չորային շրջաններում աերացիայի զոնայով է կատարվում ստորերկրյա ջրերի գոլորշիացումը, երբ դրանք տեղադրված են երկրի մակերևույթից ոչ խորը (փոքր 3 մ-ից) հորիզոնների վրա:

Երկրի մակերևույթից ջրերի ներծծման ինտենսիվությունը և ստորերկրյա ջրերից գոլորշիացումը որոշակիորեն կախված են աերացիայի զոնայի կառուցվածքից, դրանում տեղակայված ապարների լիթոլոգիական առանձնահատկություններից և տեղանքի ֆիզիկակաաշխարհագրական պայմաններից: Օրինակ, եթե աերացիայի զոնան ներկայաց-

ված է ավազային ապարներով, ապա գարնանային հալոցքային կամ անձրևային ջրերի մեծ մասն աէրացիայի զոնայի միջոցով հասնում են գրունտային ջրերի մակերևույթին: Իսկ եթե աէրացիայի զոնան ներկայացված է ավազակավային ապարներով, ապա հալոցքային և անձրևային ջրերը հիմնականում կկազմեն մակերևութային հոսք և միայն դրանց մի փոքր մասը կներծծվի խորը և կհամալրի ստորերկրյա ջրերը:

Ստորերկրյա ջրերի սնման և դրանցից գոլորշիացման ծախսի գործում անհամեմատ մեծ է աէրացիայի զոնայի նշանակությունը: Աէրացիայի զոնայում ընթացող գործընթացների առանց խորը ուսումնասիրությունների անհնար է լուծել տեսական և պրակտիկ ջրաերկրաբանական խնդիրներ, կատարել որակյալ հետազոտություններ ոչ խորը տեղադրված ստորերկրյա ջրերի, հատկապես՝ գրունտային ջրերի (տես գլ. IX):

*Երկրակեղևի սառցուքային զոնան (կրիոլիպոզոնա)* տարբերակվում է ստորերկրյա ջրերի հիմնականում պինդ վիճակով տարածմամբ: Այն ընդգրկում է Եվրասիայի և Ամերիկայի հյուսիսային ընդարձակ շրջանները, Անտարկտիդան, ինչպես նաև լեռնածալքավոր կառուցվածքների բարձրալեռ տարածքները:

Կախված երկրակեղևի ջրաերկրաբանական կառուցվածքից՝ սառցուքային զոնան սովորաբար ներառում է աէրացիոն զոնայի մի մասը և ջրահագեցած զոնայի վերին մասը: Կրիոլիտոզոնայի հաստությունը կախված տեղանքի կլիմայական պայմաններից (գլխավորապես օդի միջին տարեկան ջերմաստիճանից), երկրաբանական կառուցվածքից և երկրակեղևի կառուցվածքի վերին մասի երկրաջերմային պայմաններից, տատանվում է առաջին մետրից մինչև 1000-1500 մ և ավելի: Այս զոնայում գերիշխում է բացասական ջերմաստիճանը, որի մեծությունը տատանվում է 0-ից մինչև  $-15^{\circ}\text{C}$ : Բացասական ջերմաստիճանը հանդիսանում է անցյալ էպոխաների խիստ կլիմայական պայմանների մնացորդը: Սառցուքային զոնայում ստորերկրյա ջրերը բացի պինդ ֆազայում լինելուց, հանդիպում են նաև հեղուկ վիճակով, հաճախ դրանց հանքայնացումը բարձր է և հանդես են գալիս բացասական ջերմաստիճանով և նույնիսկ աննշան քանակի ջրային գոլորշիներով: Այս զոնայի ստորերկրյա ջրերի մասին առավել մանրակրկիտ կտրվի գլ. 15-ում:

*Ջրահազեցման զոնայի ջրերը* տարածված են ամենուրեք և ընդգրկում են մայրցամաքային լիթոսֆերայի համարյա ամբողջ մակերեսը (80%): Բացառություն են կազմում միայն նավթային և գազային հանքավայրերի մակերեսները: Դրա առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ ապարների բոլոր ծակոտիները և դատարկությունները ամբողջությամբ լցված (հագեցած) են ազատ և կապակցված ջրերով: Այն վերևից սահմանափակված է աերացիայի զոնայով կամ սառցույթի զոնայով: Չոնայի ներքին սահմանը (ջրի կրիտիկական ջերմաստիճանի 374-450°C տեղադրման խորությունը) կախված է երկրակեղևի տեկտոնական կառուցվածքից: Ժամանակակից հրաբխականության գործունեության մարզերում այն տարածվում է 8-10 կմ խորությունները, իսկ մինչքեմբրյան ծալքավորման մարզերում հասնում է 30-35 կմ և ավելի խորությունները:

Հագեցման զոնայի սահմաններում, սկսած 1.5 կմ խորությունից, ֆիզիկապես կապակցված ջրերն անցնում են շարժունակ վիճակի: Այս զոնայի ներքին մասերում, որտեղ ջերմաստիճանը գերազանցում է 200-300°C-ը, կապակցված վիճակում մնում են միայն միներալների բյուրեղային ցանցում եղած ջրերը [19]:

Ջրահազեցման զոնայի ստորերկրյա ջրերի մասին առավել մանրամասն կտրվի հետագա գլխներում:

#### **4.1.1. ՀԱՍԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԱՏԱՐ ԵՎ ՋՐԱՄԵՐԺ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ**

Ջրահազեցման զոնան, ըստ լիթոլոգիական առանձնահատկությունների և երկրաբանական հասակի, ներկայացված է տարբեր տիպի ապարներով: Ստորերկրյա ջրերի կուտակման, դրանց ապարների հաստվածքով ներծծման, ինչպես նաև ջրհորերի և հորատանցքերի միջոցով ջրերի շահագործման ժամանակ ապարների ջուր տալու տեսանկյունից ելնելով՝ առանձնացնում են ջրատար (գրավիտացիոն ջրեր պարունակող) և ջրամերժ (անջրաթափանց) ապարներ:

*Ջրալուար* համարվում են այն ապարները, որոնք պարունակում են ազատ ջրեր կամ ի վիճակի են իրենց հաստվածքով ծանրության ուժի ազդեցության տակ ջուր բաց թողնելու և տալու: Այդպիսի ապարների շարքին են դասվում գլաքարերը, կոպճաքարերը (գրավելիտները), թույլ

ցեմենտացված կոնգրետներատները (քարախառնուրդները) և ավազաքարերը, ավազները, ալևրոլիտները, կրաքարերը, ճեղքավորված մագմայական և փոխակերպային (մետամորֆային) ապարները:

*Ջրամերժ (սևջրաթափակ)* են համարվում այն ապարները, որոնք անչափ թույլ են բաց թողնում (ֆիլտրացնում) կամ ամբողջովին ի վիճակի չեն բնական պայմաններում իրենցով ջուր բաց թողնելու և տալու: Այդպիսի ապարների շարքին են դասվում կավերը, ծանր ավազակավերը, խիտ տուֆերը, կավային թերթաքարերը, արգելիտները, քարաղերը, գիպսերը, մերգելները, ինչպես նաև բոլոր հոծ (խիտ) և չճեղքավորված մագմայական և փոխակերպային ապարները:

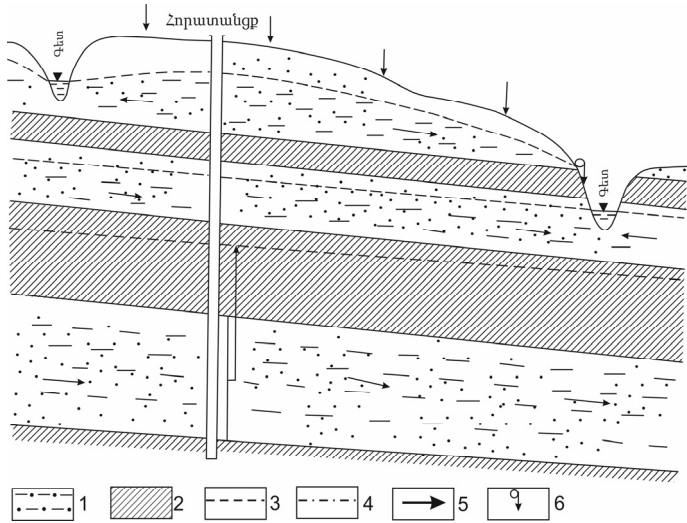
#### **4.2. ՋՐԱՆԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՇԵՐՏԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԱՐԵՐԸ**

Երկրաբանական ուղղաձիգ կտրվածքում ապարների հերթափոխումը, տարբերակվելն ըստ լիթոլոգիական առանձնահատկությունների հնարավորություն է տալիս կտրվածքում տարանջատելու ջրատար և ջրամերժ հաստվածքներ (շերտեր):

Կտրվածքում փոխար և թույլ ցեմենտացված նստվածքային և փոխակերպային ապարների մասնատման ժամանակ, որոնք հանդիսանում են ստորերկրյա ջրերի շերտա-ծակոտենային կամ ճեղքա-ծակոտենային կուտակիչներ, հարկավոր է օգտվել առավել լայն տարածում ստացած ջրաերկրաբանական ստորաբաժանումներից (փոքրերից դեպի մեծերը): Այդպիսին է հետևյալ ջրաերկրաբանական ստորաբաժանումը՝ ջրատար հորիզոն, ջրատար համալիր, ջրաերկրաբանական հարկ [19]:

*Ջրալար հորիզոնի* տակ ընդունված է հասկանալ ըստ մակերեսի և կտրվածքի համեմատաբար կայուն ազատ գրավիտացիոն ջրով հագեցված կամ տարբեր հասակի ապարների հաստվածք, որը ջրաերկրաբանական տեսակետից ներկայացնում է մեկ ամբողջություն:

Ըստ դրանց տեղադրման պայմանների և ռեժիմի առանձնացնում են գրունտային, միջշերտային ոչ ճնշումային և արտեզյան (կամ ճնշումային) ջրատար հորիզոններ (նկ. 6):

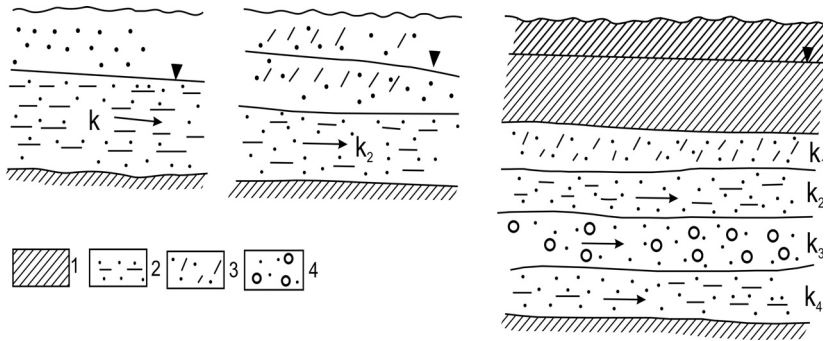


**Նկ. 6 Ջրատար հորիզոնների տեղադրման սխեմաներ**

*1- ավազային ջրատար շերտեր, առանձնացված՝ ըստ դրանց տեղադրման պայմանների և ռեժիմի (ա- գրունդային ջրեր, բ- միջշերտային ոչ ճնշումային, գ- արտեզյան), 2- ջրամերժ ապարներ, 3- գրունդային և միջշերտային ոչ ճնշումային ջրերի մակարդակը, 4- արտեզյան ջրատար հորիզոնի պիեզոմետրիկական մակարդակը, 5 ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղությունը, 6- գրունդային ջրերի բռնաթափումը վարընթաց աղբյուրների տեսքով*

Ջրատար հորիզոնը կարող է ներկայացված լինել ինչպես մեկ, այնպես էլ մի քանի ջրապարունակ ապարների շերտերով, որոնք կարող են ըստ երկրաբանական հասակի, լիթոլոգիական առանձնահատկությունների և ֆիլտրացիոն հատկությունների տարբերվել կամ նույնը լինել: Եթե այն ներկայացված է միայն մեկ շերտով, կոչվում է *միաշերտ* կամ երկու շերտով՝ *երկշերտ* կամ մի քանի շերտով՝ *քազմաշերտ* (նկ.7):





**Նկ. 7 Ջրատար հորիզոնների կառուցվածքի սխեմաներ**

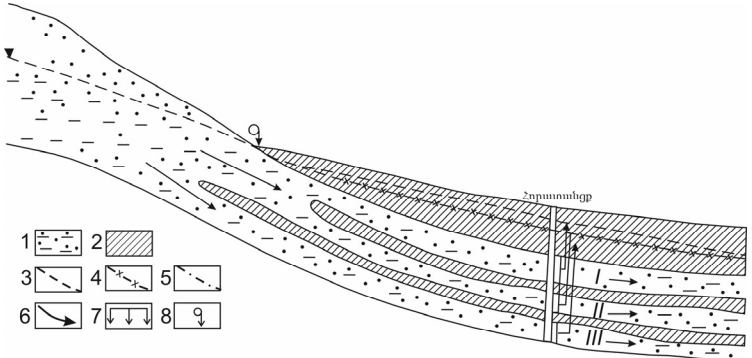
*ա- միաշերտ, բ- երկշերտ, գ- բազմաշերտ, 1- ջրամերժ ապարներ, 2- ջրատար ավազաններ, 3- կավավազներ, 4- ավազա-կոպճային նստվածքներ, ԳՁՄ- գրունտային ջրերի մակարդակը, ՃՁՊՄ- ննշումային ջրերի պիեզոմետրիկ մակարդակը,  $k_1, k_2, k_3, k_4$  - ապարների ֆիլտրացիայի գործակիցներ*

Յուրաքանչյուր ջրատար հորիզոն ջրադինամիկական տեսանկյունից ներկայացնում է մեկ ամբողջություն և ունի ազատ կամ պիեզոմետրիկական մակարդակ: Այն իրենից վերև կամ ներքև գտնվող ջրատար հորիզոններից անջատվում է ջրամերժ շերտով: Սակայն դա չի բացառում ջրատար հորիզոնների (ըստ ուղղաձիգ կտրվածքի) առանձին տեղամասերի միջև հիդրավիկ կապի հնարավորությունը, ինչպես օրինակ, ջրամերժ շերտերի սեպավորման տեղամասերում կամ ջրաերկրաբանական «պատուհան»-ի (խախտումներ, տեկտոնական թուլացած գոտիներ և այլն) առկայությունը:

*Ջրատար համալիրն* իրենից ներկայացնում է ուղղաձիգ կտրվածքում հաստատուն և ռեգիոնալ տարածում ունեցող ջրահագեցած հաստվածք՝ ներկայացված նույն կամ տարբերահասակ և տարբեր կազմի ապարներով, վերևից և ներքևից սահմանափակված ռեգիոնալ ջրամերժ (կամ համեմատական ջրամերժ) ապարներով, կից ջրատար համալիրների հետ հիդրավիկական կապի համարյա բացակայությամբ և ապահովում է տվյալ ջրատար համալիրի ջրերի ջրադինամիկական և ջրաերկրաբանական ռեժիմներին հատուկ որոշակի առանձնահատկությունները (նկ. 8):

Յուրաքանչյուր ջրատար համալիր բնութագրվում է սնման, ճնշման ձևավորման և բեռնաթափման մարզերի որոշակի տեղադիրքերով: Դա

իր մեջ ներառում է մի քանի ջրատար հորիզոններ: Ջրատար համալիրում, ի տարբերություն ջրատար հորիզոնի, ստորերկրյա ջրերի ճնշումը ուղղաձիգ կտրվածքում կարող է փոփոխվել, պայմանավորված համալիրը կազմող առանձին ջրատար հորիզոնների հիդրավլիկական կապի տարբեր աստիճանով:



**Նկ. 8 Ջրատար համալիրի կառուցվածքի սխեմա**

*1- ջրաբափանց ապարներ (ավազներ), 2- ջրամերժ ապարներ, 3-5 պիեզոմետրիկական մակարդակները համապատասխանաբար I, II և III ջրատար հորիզոնների, 6- ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղությունը, 7- ջրատար համալիրի սնման մարզը, 8- վարընթաց աղբյուր*

*Ջրաերկրաբանական հարկի* տակ հասկանում են ջրատար համալիրների համակցություն, որը ներքևից կամ վերևից և ներքևից սահմանափակվում է համատարած տարածում ունեցող ջրամերժ ապարների հզոր շերտով և իր մեջ ներառում է ջրաճնշումային համակարգեր: Ջրաերկրաբանական հարկերը իրարից տարբերվում են իրենց ջրակաման աստիճանով, ստորերկրյա ջրերի ձևավորման գործընթացների առանձնահատկություններով, ինչպես նաև ոչ միասնական ջրաերկրաբանական կտրվածքի գծերով:

Երբ երկրաբանական կտրվածքը ներկայացված է ուժեղ ցեմենտացված նստվածքային, փոխակերպային և մագմայական ապարներով՝ իրենցից ներկայացնելով ստորերկրյա ջրերի ճեղքային և կարստային կուտակիչներ, հաճախ հնարավոր չի լինում ջրատար հորիզոնների, համալիրների և հարկերի անջատումը: Այսպիսի ապարներն աչքի են ընկնում անհավասար ճեղքայնությամբ թե կտրվածքում և թե ըստ

տարածման: Դրանցում սովորաբար անջատում են ջրատար զոնաներ: Ջրատար զոնաների տարբերակիչ առանձնահատկությունը կայանում է դրանց լոկալ (մասնակի) տարածման մեջ և իրար միջև հիդրավիկական կապի բացակայությունը նույնիսկ նույն տեկտոնական կառուցվածքի սահմաններում:

Ջրատար հորիզոնները, ջրատար համալիները և ջրաերկրաբանական հարկերը ինչպես կտրվածքում, այնպես էլ հատակագծում ունեն տարբեր չափսեր: Դրանք, մեկը մյուսից տարբերվում են ջրամերժ հաստվածքների հաստությամբ մակերեսում՝ տարածման կայունությամբ և ապարների թափանցելիության աստիճանով:

Ռեզիդուալ մասշտաբով ամենաքիչ կայունություն ունեն ջրատար հորիզոնները: Նույն ջրատար համալիրի տարբեր տեղամասերում կարելի է անջատել տարբեր քանակի ջրատար հորիզոններ: Ջրատար համալիրները, առավել ևս ջրաերկրաբանական հարկերը ջրաճնշումային համակարգի սահմաններում հանդիսանում են առավել կայուն ջրաերկրաբանական միավորներ (տարրեր):

### **4.3. ԱՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ԾԱԳՄԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Ստորերկրյա ջրերի ծագման վերաբերյալ, սկսած դեռևս վաղ անցյալից, գոյություն ունեն տարբեր վարկածներ: Ըստ ժամանակակից պատկերացումների՝ առավել ընդունելի են համարվում հետևյալ չորս տեսությունները, որոնք պատմագիտականորեն ձևավորվել և հիմնավորվել են ջրաերկրաբանությունում: Այդ տեսություններն են՝ 1) ինֆիլտրացիոն, 2) կոնդենսացիոն, 3) սեդիմենտացիոն և 4) մագմածին:

*Ինֆիլտրացիոն (ներծման) տեսություն:* Այս տեսության առաջին շարադրումը կատարվել է դեռևս մ.թ.ա. Իդարում հռոմեացի գիտնական Մարկ Վիտարովի Պոլլի կողմից: XVII դարի սկզբին ֆրանսիացի ֆիզիկոս Է.Մարիոտը հիմնավորեց ինֆիլտրացիոն տեսությունը, համաձայն որի՝ մթնոլորտային տեղումները, ներթափանցելով ապարների ճեղքերով ու ծակոտիներով, երկրի ընդերքում առաջացնում են ստորերկրյա ջրերի կուտակումներ:

Տեսությունն ունեցավ նաև իր հակառակորդները: Սակայն հետագայում կատարված գիտավորձնական հիմնավոր ուսումնասիրություն-

ները վերջ դրին ստորերկրյա ջրերի ծագման վերաբերյալ կասկածներին:

Ինֆիլտրացիա (ներծծում) ասելով հասկանում են մթնոլորտային և մակերևութային ջրերի թափանցելը աերացիայի զոնան կազմող գետնահողերի և ապարների մեջ՝ ճեղքերի, ծակոտիների և այլ դատարկությունների միջոցով:

Անհրաժեշտ է տարբերել՝ ա) սուբարեալային (վերերկրյա, մայրցամաքային) ինֆիլտրացիա՝ մթնոլորտային տեղումների ներծծում ապարների մեջ և բ) սուբակվալային (ստորջրյա) ինֆիլտրացիա՝ գետային, լճային և ծովային ջրերի ներծծում և ներհոս արմատական ապարներ, որոնք ներկանում են ջրավազանի ջրերի մակարդակից ցածր նիշերի վրա: Այստեղ կարևոր դեր է խաղում վերերկրյա ինֆիլտրացիան: Մթնոլորտային տեղումների ինֆիլտրացիան ծակոտկեն տարածքի միջով հնարավոր է միայն այն դեպքում, եթե ապարները գտնվում են խոնավ վիճակում, որը գերազանցում է առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությանը:

Երբ մթնոլորտային ջրերի ներթափանցումը տեղի է ունենում խիստ ճեղքավորված և կարստավորված ապարների միջով, ապա այն կոչվում է *ինֆլյուացիա* (շիթահոսք):

Մթնոլորտային ջրերի ինֆիլտրացիայի ինտենսիվությունը մեծ մասամբ պայմանավորված է տեղանքի ֆիզիկաաշխարհագրական (մթնոլորտային տեղումների քանակն ու ինտենսիվությունը, օդի ջերմաստիճանը, հարաբերական խոնավությունը, բուսածածկի առկայությունը և այլն), երկրաբանական (ապարների կազմը, դասավորվածությունը, ծակոտկենությունը, ճեղքավորվածությունը) և երկրաձևաբանական (ռելիեֆի բնույթը, թեքությունը, կտրտվածությունը) պայմաններով:

*Կոնդենսացիոն (խարսցման) տեսություն:* Գեռևս մ.թ.ա. IV դարում հույն փիլիսոփա Արիստոտելը միտք է հայտնել, որ ընդերքի ջրերը գերազանցապես առաջանում են ի հաշիվ մթնոլորտային օդի գոլորշիների, լեռնալանջերին հպվող լանջերի, որոնք ներթափանցում են երկրակեղևի ապարների սառը դատարկությունները: Այսպիսով նա հանդիսացավ կոնդենսացիոն տեսության նախահայրը:

Այս տեսակետը 1877 թ. վերստին առաջ է քաշել գերմանացի ինժեներ Օ. Ֆոլգերը: Ըստ նրա՝ տաք օդի հետ ջրային գոլորշիները ներթափանցում են երկրակեղևի վերին առավել սառը ապարների մեջ, խտա-

նում ու վերածվում են ջրային կաթիլների, որոնք, ժամանակի ընթացքում կուտակվելով, առաջացնում են ստորերկրյա ջրերը:

Ֆոլգերի տեսակետն ուներ շատ թույլ կողմեր, մասնավորապես, կուտակման ժամանակ, ինչպես հայտնի է, անջատվում է ջերմություն, որն արդեն համեմատաբար կարճ ժամկետում պետք է բարձրացներ աերացիայի զոնայի ապարների ջերմությունը այնքան, որ հետագա խտացումը դարձներ անհնար: Հաշվարկված է, որ հողում ընդամենը 2մմ-անոց ջրաշերտ գոյանալու համար 1 մ<sup>2</sup> մակերեսից տաք կեսօրին (ժամը 12-ին) պետք է ներթափանցի 1000 մ<sup>3</sup> օդ, իսկ երկրորդ կեսօրին վերադառնար մթնոլորտ, որը միանգամայն անհնար է: Հետագայում ռուս գիտնական Ա. Ֆ. Լեբեդևը (1907-1919 թթ.) բազմամյա փորձարարական աշխատանքների տվյալներով հիմնավորեց խտացման եղանակով ջրագոյացման տեսությունը և ապացուցեց, որ ջրային գոլորշու տեղաշարժի գործում բոլորովին էլ անհրաժեշտ չէ օդի ներթափանցումը ապարների մեջ այն էլ աշդպիսի քանակությամբ: Գոլորշու շարժումը դեպի աերացիայի զոնայի ապարները և հակառակը կատարվում է մթնոլորտում և ապարների ծակոտիներում եղած ջրային գոլորշիների առաձգականության տարբերության շնորհիվ: Այսինքն՝ այն միջավայրը, որտեղ ջրային գոլորշու առաձգականությունը բարձր է, գոլորշին տեղափոխվում է ցածր առաձգականության միջավայր՝ մինչև հավասարակշռված պայմանների ստեղծում (ըստ որում գոլորշու առաձգականությունը պայմանավորված է ջերմաստիճանով):

Փորձով ցույց է տրվել, որ ապարների ծակոտիներ ներթափանցած օդային գոլորշիները նախ վերածվում են ապարի մասնիկների հետ սերտորեն կապված հիգրոսկոպիկ և թաղանթային ջրատեսակների, ապա աստիճանաբար կուտակվելով՝ վերածվում են ազատ՝ գրավիտացիոն կաթիլների: Այդ գործընթացը տեղի է ունենում ոչ միայն մթնոլորտի և աերացիայի զոնայի ապարներում գտնվող օդի գոլորշիների միջև, այլ նաև բուն աերացիայի զոնայի տարբեր խորություններում գտնվող շերտերի գոլորշիների միջև:

Այսպիսով, խտացման եղանակով ստորերկրյա ջրերի առաջացումն ակներև է: Դրանում կարելի է համոզվել՝ դիտելով գետային ավազանների ջրբաժանային մասերում, բարձր լեռնային և անապատային շրջաններում, նույնիսկ մթնոլորտային տեղումների երկարատև բացակայության դեպքում գործող աղբյուրների կամ տերիկոններից (աժխա-

հանքերի շահագործումից առաջացած «պարապ» ապարների արհեստական բլուրներ) սկիզբ առնող փոքր, թույլ ջրհոսքերը [38]:

Ինֆիլտրացիոն (ներծծման) և կոնդենսացիոն (խտացման) ճանապարհով ստորերկրյա ջրերի առաջացման գործընթացները հաճախ հանդես են գալիս համատեղ, սովորաբար առաջինի գերիշխմամբ, լրացնում են միմյանց և, ըստ էության, երկուսն էլ բացատրում են ստորերկրյա ջրերի մթնոլորտային ծագումը:

*Սեդիմենտացիոն (նստվածքակուտակման) տեսություն:* Այս տեսությունը, ինչպես նաև նախորդ երկու տեսությունները, ծնունդ են առել հին ժամանակներում, երբ փորձում էին կապ գտնել օվկիանոսային, մթնոլորտային և ստորերկրյա ջրերի միջև: Փիլիսոփայական միլեթյան դպրոցի ներկայացուցիչ Թալեսը մ.թ.ա. VI դարում առաջին անգամ կարծիք է հայտնել, որ ստորերկրյա ջրերը համաշխարհային օվկիանոսի ծնունդ են: Ավելի ուշ Լեոնարդո դա Վինչին գտնում է, որ ծովի ջրերը ներծծվում են ցամաքի զանգվածի մեջ, ապարների ճեղքվածքներով բարձրանում են լեռնագագաթներ և արտավիժելով, նորից հոսում դեպի ծով [38]:

Ըստ ժամանակակից մեկնաբանման՝ սեդիմենտացիոն եղանակով ստորերկրյա ջրերի առաջացումն ընթանում է հետևյալ կերպ. սեդիմենտացիայի ժամանակ օվկիանոսի հատակում կուտակվող օրգանական և անօրգանական ծագման նստվածքների մեջ որոշակի քանակությամբ ջուր է մնում (սկզբնական տիղմի մոտ 80%-ը), այնուհետև, նստվածքների հզորության մեծացմանը զուգընթաց տիղմը ենթարկվում է սեդիման և նրա մեջ ներփակված ջրի մի մասն անջատվում և տեղակայվում է առավել ջրատար ապարների մեջ՝ ձևավորելով ստորերկրյա ջրեր: Այս գործընթացը շատ դանդաղ է ընթանում (երկրաբանական գործընթաց է) և նույնիսկ միլիոնավոր տարիներ առաջ գոյացած և հազարավոր մետր խորություններում տեղադրված նստվածքները պարունակում են մինչև 5% ջուր:

Սեդիմենտացիոն ջրերի առանձնահատկությունն այն է, որ դրանց էվոյուցիան սերտորեն կապված է նստվածքների վերափոխման հետ: Այսպես, տիղմի՝ կավի վերածվելու հետ զուգընթաց փոխվում է ապարի միներալային կազմը, միաժամանակ փոխվում է նաև անջատված ջրի քիմիական կազմը և ջուր-ապար փոխկապակցվածությունը: Հետագայում ջերմային ու ճնշումային այլ պայմաններում ապարները նոր փո-

փոխադրումներ են կրում: Այսպես, կավը մեծ խորություններում վերածվելով թերթաքարի, անջատում է 10-15% ջուր կամ գիպսը ( $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) 80-90°C ջերմության տակ վերածվում է անհիդրիտի և ջրագրկումից անջատվում է 20% ջուր:

Ծովի նահանջից կամ տեղանքը ցամաքի վերածվելուց հետո ապարներում սեդիմենտացիոն ստորերկրյա ջրերը, որ երբեմն կոչվում են նաև *թաղված կամ մնացորդային ջրեր*, կարող են մնալ հաստվածքներում մինչև այնքան ժամանակ, քանի դեռ չեն տեղակայվել-փոխարինվել ինֆիլտրացիոն ծագման ջրերով:

Սեդիմենտացիոն ջրերն իրենց գոյության սկզբնական շրջանում ունեն նույն կազմը ինչպիսին է ջրավազանինը, այսինքն՝ որից դրանք առաջացել են: Շատ հաճախ դրանք նորմալ ծովային ջրեր են: Սակայն, արդեն հատակային տիղմում գնում են գործընթացներ, որոնք փոխում են ջրերի կազմը, և այդ գործընթացները շարունակվում են նաև այնտեղ, որտեղ տեղակայվում են սեդիմենտացիոն ջրերը:

Ի հակադրություն ինֆիլտրացիոն ծագում ունեցող մշտապես վերականգնվող ջրերի՝ սեդիմենտացիոն ծագման ջրերն ունեն միայն ստատիկ (բնական) պաշարներ, որոնք երկրաբանական ժամանակներում միախառնվում կամ տեղակալվում-փոխարինվում են ներծծման քաղցրահամ ջրերով:

*Մագմածին կամ յուվենիլ (կուսական) րեսուրթյուն:* XVI դարում գերմանացի գիտնական Ագրիկոլան միտք հայտնեց, որ երկրակեղևում կարող են խտանալ ջրային գոլորշիները, որոնք հավանաբար բարձրանում են ընդերքի մեծ խորություններից: Այդ ենթադրությունն իր ժամանակին պաշտպանություն և զարգացում չստացավ:

1902 թ. ավստրացի երկրաբան Է. Ջյուսը հանդես եկավ ստորերկրյա ջրերի ծագման յուվենիլ (մագմածին) տեսությամբ: Ըստ նրա՝ հանքային և թերմալ ջրերի ծագումը տեղի է ունենում ի հաշիվ հրահեղուկ մագմայից անջատվող գոլորշիների, որոնք խտանալով ավելի սառը երկրակեղևի պատյաններում, տեկտոնական ճեղքերով ու խզվածքներով վեր են բարձրանում և երկրի մակերևույթին հանդես գալիս հանքային աղբյուրների և հեյզերների ձևով (տես գլ. XV): Ահա այս ճանապարհով առաջացած ստորերկրյա ջրերը, որոնք ծագման բնույթով կուսական են (առաջին անգամ են մուտք գործում երկրակեղև), անվանվեցին յուվենիլ կամ մագմածին ջրեր:

Հետագա ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին (Ն. Ն. Սլյավյանով, Ա. Մ. Օվչիննիկով, Օ. Կ. Լանգե և ուրիշներ), որ հանքային և թերմալ ջրերն իրենց կազմով ավելի նման են երկրակեղևի վերին շերտերի ջրերին և հավանաբար ունեն մթնոլորտային կամ ծովային ծագում:

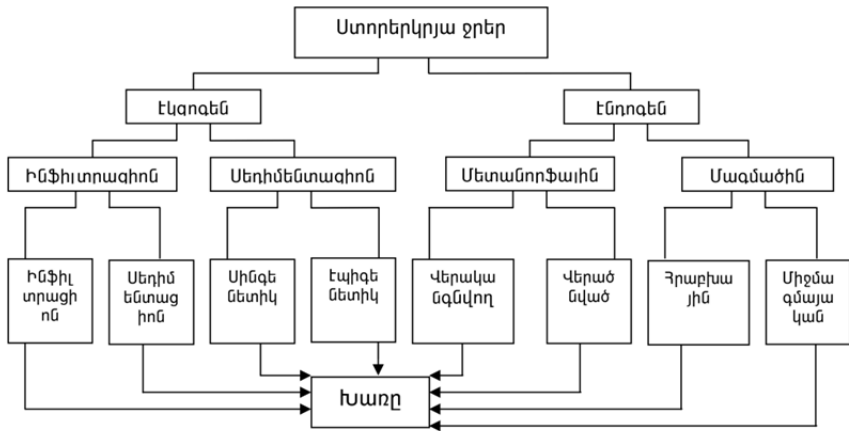
Ըստ Օ. Կ. Լանգեի՝ երկրակեղևի վերին շերտերի ապարներն ու միներալները, որոնք կարող են մինչև 50-60%-ի չափով կապակցված (քիմիապես և ֆիզիկապես) ու ազատ ջուր պարունակել, տեկտոգենեզի հետևանքով կարող են հայտնվել մեծ խորություններում: Այստեղ տիրող բարձր ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում ապարները ենթարկվում են փոխակերպման, որի հետևանքով ջրային մասնիկները վերածվում են գոլորշու և վերադառնում են երկրակեղևի վերին շերտերը՝ ծնունդ տալով հանքային և թերմալ ջրերին:

Ներկայումս հետազոտողների ճնշող մեծամասնությունը չի բացառում ստորերկրյա ջրերի մագմածին ծագումը, սակայն այս ճանապարհով առաջացած ջրերի բաժինը ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր հաշվեկշռում հավանաբար աննշան է:

Երկրաբանական անցյալում, երբ հրաբխային գործունեությունը ծավալվել է գլոբալ մասշտաբներով մագմածին ծագման ջրերը գերիշխել են: Ավելին, ինչպես նշվել է վերևում (տես գլ. II), համաձայն Ա. Պ. Վինագրադովի՝ երկրակեղևի ձևավորման վարկածի՝ Երկիր մոլորակի ջուրը ի սկզբանե յուվենիլ ծագման է:

Ինֆիլտրացիոն, կոնդենսացիոն, սեդիմենտացիոն, յուվենիլային ջրերն ապարներում շարժման ժամանակ խառնվում են, այն էլ տարբեր հարաբերակցությամբ և առաջացնում խառը ծագման ջրեր: Ջրերի խառնվելը, դրանց փոխազդեցությունը հողերի, ապարների, մթնոլորտի, ջրոլորտի հետ, ինչպես նաև մագմատիկական, կենսաբանական, ֆիզիկաքիմիական և այլ գործընթացները, որոնք երկրակեղևում ընթանում են մշտապես, պայմանավորում են ստորերկրյա ջրերի այս կամ այն տիպի ձևավորումը, իրենց յուրահատուկ քիմիական կազմով ու ֆիզիկական հատկություններով:





**Նկ. 9 Ստորերկրյա ջրերի ծագումնաբանական դասակարգումը (ըստ Ա. Ա. Կարցևի, 1972)**

Առանձնակի ուշադրության է արժանի ստորերկրյա ջրերի գենետիկական դասակարգումը (նկ. 9), որը լայնորեն օգտագործվում է հնաջրաերկրաբանությունում: Համաձայն դրա՝ բոլոր ստորերկրյա ջրերը կարելի է բաժանել երկու խմբի՝ ա) *էկոզոգեն (արքածին)*, որոնք երկրի ընդերք են թափանցում վերևից և բ) *էնոզոգեն (ներծին)*, որոնք քարապատյան են թափանցում ներքևից՝ մագմայից և մանթիայից (վերջիններիս բաժինը տասնյակ հազար անգամ փոքր է էկոզոգենից): Էկոզոգեն ջրերը ներառում են մեզ արդեն հայտնի ինֆիլտրացիոն, կոնդենսացիոն և սեդիմենտացիոն ծագման ջրերը, իսկ էնոզոգենները՝ մագմաժին և մետամորֆային ջրերը:

## **ԳԼՈՒԽ V**

### **ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՎ ՋՐԱՅԻՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Ապարը իրենից ներկայացնում է բարդ համակարգ, կազմված է.

- կարծր միներալային մասնիկներից, որոնք կազմում են նրա կմախքը,
- միջմասնիկային դատարկություններից, որոնք ունեն տարբեր ձևեր, չափեր և ծագում (ծակոտիներ, ճեղքեր, դատարկություններ),
- ծակոտիներում, ճեղքերում և դատարկություններում գտնվող ջրային լուծույթներից, որոնք հանդես են գալիս տարբեր ֆիզիկական վիճակներում (կապակցված, հեղուկ և կարծր) և փոխազդեցության մեջ են կարծր մասնիկների հետ,
- գազերից և գոլորշիներից, որոնք զբաղեցնում են ծակոտիների, ճեղքերի և դատարկությունների ջրից ազատ մասերը:

Ապարների կարծր մասնիկների, ջրի և գազերի միջև եղած հարաբերակցությունը բնական և արհեստական գործոնների ազդեցության տակ կարող է փոփոխվել:

#### **5.1. ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Ապարների հիմնական ֆիզիկական հատկություններն են՝ հատիկաչափական կազմը, խտությունը և ծակոտկենությունը:

##### **5.1.1. ՀԱՏԻԿԱԶԱՓԱԿԱՆ ԿԱԶՄԸ**

Ապարների հատիկաչափական (մեխանիկական, հատիկային) կազմը ապարներում տարբեր չափերի մասնիկների (ֆրակցիաների) կշռային պարունակությունն է՝ արտահայտված տոկոսներով:

Փուխր և թույլ ցեմենտացված նստվածքային ջրատար ապարների կազմում, որոնց հետ կապված են ստորերկրյա ջրերը, նավթը և գազը, առկա են գլաքարային, կոպճային, ավազային, փոշային, կավային և կոլոիդ-դիսպերս մասնիկներ:

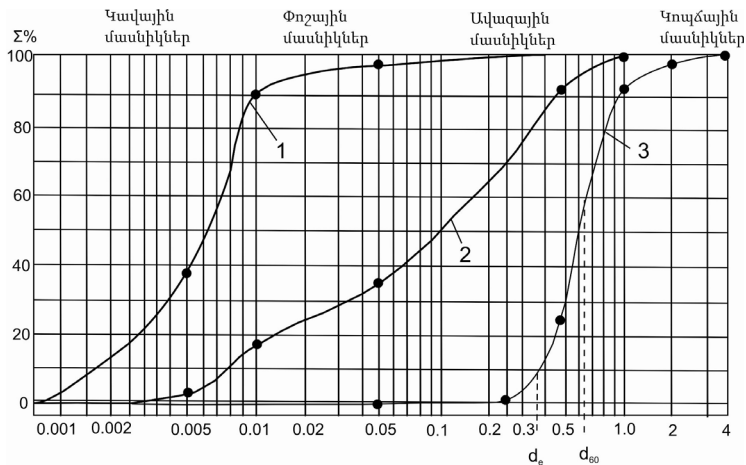
Ջրատար և ջրամերժ ապարները կազմող հատիկների և մասնիկների չափերի որոշումը տարբեր տիպի հետազոտությունների ժամանակ ունի մեծ նշանակություն, քանի որ հատիկաչափական կազմից են կախված ապարների շատ հատկություններ՝ թափանցելիություն, ծակոտկենություն, ջրատվություն, մազականություն և այլն:

Հատիկաչափական կազմի ուսումնասիրումը հնարավորություն է տալիս պարզելու ջրատար և նավթագազատար ապարների ձևավորման երկրաբանական և հնաշխարհագրական պայմանները, այն օգտագործում են ջրաերկրաբանական հաշվարկների ժամանակ՝ կապված ստորերկրյա ջրերի շարժման հետ, օգտագործում են հետախուզական և շահագործական հորատանցքերի ֆիլտրերի ընտրման հետ կապված և այլն:

Բնության մեջ մեկ ֆրակցիայից կազմված ապարները հանդիպում են հազվադեպ: Սովորաբար դրանք իրենցից ներկայացնում են տարբեր չափերի մեխանիկական խառնուրդ: Կախված դրանից, թե ապարի կազմում որ ֆրակցիան է գերիշխող, ըստ այդմ էլ ձևավորվում են դրա ֆիզիկական և ջրային հատկությունները:

Ապարների հատիկաչափական կազմի անալիզի տվյալները սովորաբար ներկայացվում են որոշակի ձևի աղյուսակների տեսքով: Սակայն աղյուսակներն ակներև պատկերացում չեն տալիս ապարների հատիկաչափական կազմի մասին: Ջրաերկրաբանական պրակտիկայում ընդունված է հատիկաչափական կազմն արտահայտել տարբեր տիպի գրաֆիկների տեսքով, որոնցից առավել կիրառական է համարվում ինտեգրալային կորերի գրաֆիկը: Գրաֆիկները կազմվում են ուղղանկյան կոորդինատային համակարգով, որի աբսցիսների առանցքի վրա տրվում է մասնիկների տրամագիծը մմ-ով՝ լրգարիթմական արտահայտությամբ, իսկ օրդինատների առանցքի վրա դրանց տոկոսային գումարային պարունակությունը (նկ. 10): Ըստ գրաֆիկի՝ որոշում են մասնիկների ընդհանուր տրամագծի 10% և 60% -ներին համապատասխանող մասնիկների տրամագծերը:

Հատիկաչափական կազմի ինտեգրալ կորերը հնարավորություն են տալիս մեկ գծագրի վրա տանել մի քանի կորեր և յուրաքանչյուր կորի համար որոշել էֆեկտիվ (այն պայմանական նշանակության իմաստ ունի) և, այսպես կոչված, «վերահսկիչ» տրամագծերը:



**Նկ. 10 Ապարների մեխանիկական կազմի ինտեգրալ կորեր**  
 1- կավ, 2- ավազակավ, 3- ավազ

Էֆեկտիվ կամ գործող տրամագիծը ( $d_{10}$ ) որևէ ապարի համար հատիկաչափական կազմի ինտեգրալ կորի 10%-ին համապատասխանող մասնիկների չափերն են: «Վերահսկիչ» տրամագծի տակ հասկանում են մասնիկների չափերը, որոնք համապատասխանում են օրդինատի 60%-ին:  $d_{60}/d_{10}$  հարաբերությունը կոչվում է անհամասեռության գործակից ( $K_H$ ):

Երբ  $K_H < 5$ -ից ապարը կոչվում է համասեռ,  $K_H > 5$ -ի դեպքում՝ անհամասեռ:

Ապարի կազմի մասին պատկերացում է տալիս ոչ միայն անհամասեռության գործակիցը, այլ նաև հատիկաչափական կազմի կորի բնույթը: Համեմատաբար համասեռ ապարների համար բնորոշ է կտրուկ բարձրացող թեք կորը, իսկ անհամասեռի համար՝ թույլ թեքության կորը:

### 5.1.2. ԽՏՈՒԹՅՈՒՆ

Տարբերակում են ապարների խտություն և հարաբերական խտություն հասկացությունները. վերջինիս դեպքում ապարը կարող է լինել խոնավ կամ չոր վիճակում:

Ապարի խտությունը ( $\gamma$ ) ապարի կարծր մասնիկների (կմախքի) զանգվածն է միավոր ծավալում: Այն թվապես հավասար է ապարի

կարծր մասնիկների զանգվածին ( $g_r$ ) և դրա ծավալի ( $V_T$ ) հարաբերությանը և արտահայտվում է  $q/սմ^3$ -ով: Տվյալ ապարի համար այն հաստատուն մեծություն է:

Խտությունն օգտագործվում է շատ հաշվարկային բանաձևերում ծակոտկենության, հարաբերական խտության, խոնավության գործակցի և այլն որոշման համար: Ավազների խտության ( $q/սմ^3$ ) միջին արժեքը կազմում է 2.66, կավավազներիը՝ 2.7, ավազակավերիինը՝ 2.71, կավերիինը՝ 2.74:

*Խոնավ ապարի հարաբերական խտությունը* ( $\gamma_b$ ) միավոր ծավալում ապարի քաշն է, դրա բնական խոնավության և կառուցվածքի դեպքում, արտահայտվում է  $q/սմ^3$  կամ  $տ/մ^3$ : Որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\gamma_b = \frac{g}{V} \tag{39}$$

որտեղ՝

$g$  -ն ապարի կշիռն է, դրա բնական պայմաններում,

$V$  -ն ապարի ծավալն է:

Փուխր ապարների հարաբերական խտությունը բնական պայմաններում տատանվում է 1.3-ից մինչև 2.4 $q/սմ^3$ : Ժայռային ապարների հարաբերական խտության արժեքները մոտ են դրանց զանգվածի խտության արժեքներին, դրանցում ծակոտկենության և խոնավության փոքր լինելու հետևանքով:

*Չոր ապարի հարաբերական խտությունը* ( $\gamma_c$ ) միավոր ծավալում բացարձակապես չոր ապարի քաշն է, այսինքն՝ միավոր ծավալում ապարի բնական քաշն է՝ հանած խոնավությունը.

$$\gamma_c = \frac{g - g_b}{V} = \frac{g_c}{V} \tag{40}$$

որտեղ՝

$g_b$  -ն ջրի քաշն է,  $g_c$  -ն չոր ապարի քաշը:

Չոր ապարի հարաբերական խտությունը կախված է ապարի միներոլոգիական կազմից և ծակոտկենությունից: Որքան փոքր է ապարի ծակոտկենությունը և միներալում բարձր է ծանր մասնիկների պարու-

նակությունը, այնքան մեծ է նրա կմախքի հարաբերական խտությունը: Այն բոլոր դեպքերում փոքր է ապարի խոնավ վիճակի հարաբերական խտությունից և խտությունից:

Կավային ապարների չորացման ժամանակ տեղի է ունենում նստում (ծավալի փոքրացում), այսինքն՝ ծակոտիների փոփոխություն, դրա համար էլ չոր կավային ապարների հարաբերական խտությունը անմիջականորեն չեն որոշում, այլ հաշվարկվում է խոնավ ապարի հարաբերական խտության և դրա խոնավության միջոցով, ըստ հետևյալ բանաձևի.

$$\gamma_c = \frac{\gamma_b}{1 + 0.001w} \quad (41)$$

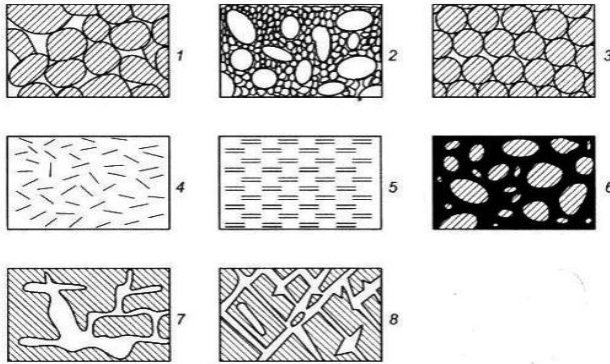
որտեղ՝

$\gamma_b$  -ն խոնավ ապարի հարաբերական խտությունն է,

w -ն ապարի բնական խոնավությունը:

### 5.1.3. ԾԱԿՈՏԿԵՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ապարները, ըստ իրենց ծագման և երկրորդային գործընթացների (հողմնահարում, տեկտոնական շարժումներ, խտացում, ցեմենտացում և այլն), սովորաբար միատարր չեն, այլ իրենց մեջ պարունակում են տարբեր ձևի ու չափերի ծակոտիներ, ճեղքեր և դատարկություններ (նկ.11): Ծակոտիներն առավել բնորոշ են բեկորային և հատիկավոր կազմի ապարներին, ճեղքերը՝ ապառաժային ապարներին, դատարկությունները՝ ջրում հեշտ լուծվող ապարներին (քարաղ, գիպս, կրաքար և այլն):



**Նկ. 11 Ապարների ծակոտկենության բնույթը և ձևերը**

1- բարձր ծակոտկենությունով լավ տեսակավորված նստվածքներ, 2- քիչ ծակոտկենությունով վատ տեսակավորված, 3- նստվածքներ, որոնց ծակոտիները քչացել են կապված ազատ ծակոտիների մասնիկի ցեմենտացումով, 4- բարձր ծակոտկենության նստվածքներ, թերթավոր մասնիկներով լցված, 5- նույնը, սակայն խրատման դեպքում ծակոտիների կտրուկ փոքրացումով, 6- թույլ ծակոտկեն նստվածքներ հիմքային (բազալային) տիպի ցեմենտացված տարալուծման գործընթացների հետ, 8- ապարներ դատարկություններով, կապված ճեղքերի առկայության հետ

Փուխը բեկորային և հատիկավոր ապարներում ծակոտկենությունն ապահովում են միջմասնիկային դատարկությունները, որոնց չափերը կախված են մասնիկների մեծությունից, ձևից և դասավորության բնույթից: Ընդհանուր առմամբ՝ ծակոտիները յուրահատուկ են բոլոր տիպի մագմայական, մետամորֆային և նստվածքային ապարների համար, միայն դրանցում ծակոտիներն ունեն տարբեր ծագում (տես նկ.11):

Ապարների ծակոտկենությունը, ճեղքավորվածության, տեկտոնական խախտումների և դրանց լիթոլոգիական առանձնահատկությունների հետ միասին, բնորոշում են ապարների ջրաերկրաբանական հատկությունները՝ ըստ խորության և մակերեսի: Ապարների ծակոտկենությունն ըստ խորության փոքրանում է, այն պայմանավորված է խորության վրա ճնշման բարձրացումով և ապարների ցեմենտացմամբ (նկ.11):

Կախված ապարներում ծակոտիների, ճեղքավորվածության և դատարկության ձևերից և չափերից՝ տարբերակում են՝ 1) ոչ մագմական ծակոտկենություն, պայմանավորված է խոշոր (մեծ 1մմ -ից) ծակոտիներով, ճեղքերով (լայնությունը մեծ 0.25 մմ-ից) և կարստային դատար-

կություններով, 2) մագական (կապիլյար) ծակոտկենություն (ծակոտիների տրամագիծը փոքր 1մմ-ից, ճեղքերի լայնությունը փոքր 0.25 մմ-ից):

Հասկանալի է, որ որքան մեծ են ծակոտիները, ճեղքերը և դատարկությունները, այնքան մեծ է ապարի ջրատարության հատկանիշը: Մանր ծակոտիներում և ճեղքերում ջրի շփման մակերեսը պատերի հետ մեծ է, որի հետևանքով ջրի շարժումը խիստ դանդաղում է:

Ըստ չափերի՝ մագական ծակոտիները և ճեղքերը բաժանում են երեք խմբի՝ 1) գերմագական (ծակոտիների տրամագիծը մեծ 0.5 մմ-ից, ճեղքերի լայնությունը՝ մեծ 0.254 մմ-ից), 2) մագական (ծակոտիները՝ 0.5-0.0002 մմ, ճեղքերը՝ 0.254-0.0001), 3) մերձմագական (ծակոտիները՝ փոքր 0.0002 մմ-ից, ճեղքերը՝ փոքր 0.0001 մմ-ից):

Ծակոտիների և ճեղքերի այդ անջատումը կարևոր են ստորերկրյա ջրերի շարժման պայմանները գնահատելու համար: Գերմագական ծակոտիների և ճեղքերի միջով տեղի է ունենում ջրի ազատ շարժում, մագականներով՝ մագանոթային ուժերի նշանակալից մասնակցության դեպքում: Մերձմագական ծակոտիներով և ճեղքերով ապարները (կավեր, կավային թերթաքարեր և այլն) ջրային հեղուկների համար համարվում են գործնականում անջրաթափանցելի:

Ապարներում սովորաբար տարբերակում են երեք տիպի ծակոտկենություն՝ ընդհանուր (լրիվ, բացարձակ, ֆիզիկական), բաց (իրական) և դինամիկ (ակտիվ, էֆեկտիվ): Հաճախ «ծակոտկեն» տերմինն օգտագործում են որպես ընդհանուր ծակոտկենության հոմանիշ [5, 19, 33]:

*Ընդհանուր ծակոտկենությունը* բնութագրվում է ընդհանուր ծակոտկենության գործակցով, որը որոշվում է չոր վիճակում գտնվող ապարում եղած բոլոր ծակոտիների, ճեղքերի և դատարկությունների ծավալի և դրա ընդհանուր ծավալի հարաբերությամբ և արտահայտվում է միավորի մասերով կամ տոկոսներով.

$$n = \frac{V_n}{V} \quad (42)$$

որտեղ՝

$n$  -ը ընդհանուր ծակոտկենության գործակիցն է,

$V_n$  -ը ծակոտիների ծավալն է,

$V$  -ն ապարի ծավալը:



Ընդհանուր ծակոտկենության գործակիցը կապային ապարների համար, սովորաբար որոշվում է ըստ ապարի խտության, հետևյալ բանաձևով.

$$n = \frac{1 - \gamma_c}{\gamma} \tag{43}$$

որտեղ՝

$\gamma_c$  -ն չոր ապարի հարաբերական խտությունն է,  $q/սմ^3$ ,

$\gamma$  -ն ապարի խտությունն է,  $q/սմ^3$ :

Ընդհանուր ծակոտկենության գործակիցը կախված է [25].

1) մասնիկների դասավորությունից (խիտ դասավորվածության դեպքում ծակոտկենությունը փոքրանում է, փուխրի դեպքում՝ նշանակալի մեծացում),

2) մասնիկների և հատիկների չափերից և համասեռությունից (ամհամասեռ հատիկային ապարներում ծակոտկենությունը փոքրանում է, երբ միջհատիկային դատարկությունը լցվում է ավելի փոքր հատիկներով),

3) ապարների հատիկների և մասնիկների իրար մեջ ցեմենտացման աստիճանից (առավել քիչ ցեմենտացված ապարներն ունեն մեծ ծակոտկենություն),

4) ապարների ճեղքավորվածության բնույթից, այն ապարները որոնցում ծակոտիներին զուգահեռ հանդիպում են տարբեր չափերի և կողմնորոշվածության ճեղքեր:

Տարբեր տիպի ապարների ընդհանուր ծակոտկենության (ընդհանուր ծակոտկենության գործակցի) բնորոշ արժեքները բերվում են աղյուսակ 4-ում [4]:

**Աղյուսակ 4**

*Ապարների ընդհանուր ծակոտկենության գործակիցները*

<b>Ապարների խմբերը</b>	<b>Ապարները</b>	<b>Միջին ծակոտկենությունը, %</b>
Թարմ նստվածքներ	Կավատիղմ	50.0
	Տորֆ	80.0
	Տարբեր տիպի հողեր	55.0

Հողմնահարման կեղևի վերին մասի ապարներ	Ավազներ	35.0
	Լյոս, լյոսատիպ ավազակավեր	45.0
	Ավազակավեր	35.0
	Կավեր	35.0
Նստվածքային ապարներ	Փոխար ավազներ	25-35.0
	Խտացած ավազներ	10-20.0
	Կավեր	20-40.0
	Գիպս	1.0
	Կիր	30.0
	Օրոկա	35.0
Մետամորֆիկ ապարներ	Կավային թերթաքարեր	4.0
	Քվարցիտներ, գնեյսներ, մարմար	2.0
Մագմատիկ ապարներ	Պորֆիրիտներ	2.0
	Գրանիտներ, սիենիտներ	1.0
	Էֆուզիվ ապարներ	2.0
	Ինտրուզիվ ապարներ	1.0

Ջրաերկրաբանությունում, բացի ընդհանուր ծակոտկենության գործակցից, լայնորեն օգտագործվում է նաև բերված ծակոտկենության գործակիցը ( $e$ ) (կամ բերված ծակոտկենություն), որը իրենից ներկայացնում է ծակոտիների ծավալի և ապարի կմախքի ծավալի հարաբերությունը և արտահայտվում է միավորի մասերով.

$$e = \frac{V_n}{V_c} \quad (44)$$

Ընդհանուր ծակոտկենության գործակցի (42) և բերված ծակոտկենության գործակցի (44) միջև կապը որոշվում է հետևյալ արտահայտություններով.

$$n = \frac{e}{1+e} \text{ և } \varepsilon = \frac{n}{n-1} \quad (45)$$

Ապարի ընդհանուր ծակոտկենության գործակիցը միշտ փոքր է միավորից (կամ եթե արտահայտված է տոկոսներով, փոքր է 100-ից): Սակայն բերված ծակոտկենության գործակիցը կարող է հավասար կամ ավել լինել միավորից: Պլաստիկ կավերի մոտ խոնավության փոփոխման դեպքում այն կտրուկ մեծանում է և տատանվում է 0.4-ից մինչև 16-ի սահմաններում:

*Բաց ծակոտկենությունը* բնութագրվում է *բաց ծակոտկենության գործակցով* ( $n_0$ ), որի տակ հասկանում են հաղորդակցվող բաց ծակոտիների ծավալի հարաբերությունը ապարի ընդհանուր ծավալին, այսինքն՝

$$n_0 = \frac{V_0}{V} \tag{46}$$

որտեղ՝

$V_0$  -ն բաց ծակոտիների ծավալն է,

$V$  -ն ապարի ծավալն է:

Չցեմենտացված հատիկավոր ապարների բաց ծակոտկենության մեծությունը մոտ է ընդհանուր ծակոտկենությանը: Յեմենտացված ապարներում (հատկապես, երբ ցեմենտը կրաքարային է) սովորաբար բաց և ընդհանուր ծակոտկենության միջև նկատվում է էական տարբերություն (կրաքարեր, տուֆեր և այլն):

Բաց ծակոտկենությունը որոշում են հազեցման մեթոդով (Ի.Ա.Պրեբրաժենսկու մեթոդ), որը կայանում է հետևյալում: Հետագուտվող ապարի նմուշը մաքրում են օրգանական նյութերից և չորացնում են մինչև հաստատուն զանգվածին հասնելը: Հետագայում դա կշռում, վակուումացնում, հազեցնում են կերոսինով և նորից կշռում: Այս դեպքում հաղորդակցվող ծակոտիների ծավալը հավասար կլինի ապարի հազեցումից հետո և մինչև հազեցումը քաշերի հարաբերությունը բազմապատկած կերոսինի խտությամբ:

Իմանալով հաղորդակցվող բաց ծակոտիների ծավալը և ապարի ամբողջ ծավալը՝ հեշտությամբ կարելի է հաշվել բաց ծակոտկենության գործակիցը (բանաձև 46):

Ընդհանուր և բաց ծակոտկենությունները բարձր աստիճանի ճշտությամբ կարելի է որոշել պիկնոմետրով:

*Դինամիկ ծակոտկենության* տակ հասկանում են ապարի ծակոտիների և ճեղքերի այն մասի ծավալը, որոնք ջրատար հորիզոնում զբաղված են շարժվող ջրով: Հատկապես այս մեծությունը բնորոշում է օգտակար ծակոտիների ծավալը ապարներում: Դինամիկ ծակոտկենությունը բնութագրվում է դինամիկ ծակոտկենության գործակցով:

Դինամիկ ծակոտկենության գործակիցը որոշվում է ապարի ծակոտիների այն ծավալով, որով շարժվում է հեղուկը և դրա ընդհանուր ծավալի հարաբերությամբ.

$$n_g = \frac{V_g}{V} \tag{47}$$

որտեղ՝

$V_g$  -ն շարժվող հեղուկի ծավալն է,

$V$  -ն ապարի նմուշի ծավալն է:

Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ոչ բոլոր բաց ծակոտիներով է տեղի ունենում ջրի շարժումը: Բաց ծակոտիների մի մասը (հատկապես մասնիկների ծայրակցվածքներում) հաճախակի զբաղված է լինում ջրի բարակ թաղանթով, որը պահվում է ապարի մասնիկների վրա դրանց մագնոթային և մոլեկուլյար ձգողության ուժերի շնորհիվ և ջրի շարժմանը չի մասնակցում:

Հետևապես դինամիկ ծակոտկենության մեծությունը կախված է ծակոտինային ուղիների բացվածության աստիճանից, ապարի մասնիկների ձևերից և չափերից, ծակոտիների ու ճեղքերի ճանապարհների բարդությունից, որոնցով տեղի է ունենում ջրի շարժումը: Դինամիկ ծակոտկենությունը, ի տարբերություն բացի, հաշվի չի առնում այն ծակոտիների ծավալը, որոնք զբաղված են մագնոթա-կապակցված ջրերով և ապարի մասնիկների մակերևույթի վրա ստեղծում են թույլաշարժ ջրային թաղանթներ:

Այսպիսով, բնութագրված ծակոտիների միջև սկզբունքային տարբերությունը (քանակապես) կայանում է նրանում, որ ցեմենտացված մտովածքային ապարներում ընդհանուր ծակոտկենությունը մեծ է բացից, բացը մեծ է դինամիկից:

Ապարի ծակոտկենությունը և ճեղքավորվածությունը միայն ստեղծում են պայմաններ ստորերկրյա ջրերի կուտակման համար: Սակայն դրանց շարժման և օգտագործման բնույթը կախված է ծակոտիների և ճեղքերի չափերից: Ինչքան խոշոր են դատարկությունները և ճեղքերը, այնքան փոքր է գրավիտացիոն ջրի շարժմանը ցույց տրվող դիմադրությունը, այնքան լավ են ջրատար հորիզոնների շահագործման հնարավորությունները:

## 5.2. ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԽՈՆԱՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՋՐԱՅԻՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

### 5.2.1. ԽՈՆԱՎՈՒԹՅՈՒՆ

Ապարները բնական պայմաններում միշտ էլ պարունակում են այս կամ այն քանակի ջուր: Ըստ որում հողում և ապարներում, որոնք տեղադրված են ստորերկրյա ջրերի մակարդակից վերև, ջրի քանակը տարվա կտրվածքում խիստ փոփոխական է՝ կախված օդի ջերմաստիճանից, ճնշման և խոնավության, գոլորշիացման, տեղումների սեզոնային փոփոխությունից: Ստորերկրյա ջրերի մակարդակից ներքև ապարների խոնավությունը միշտ մնում է հաստատուն և համարվում է խոնավ: Տարբերում են կշռային և ծավալային խոնավություններ:

*Կշռային խոնավությունը* ապարում եղած ջրի կշռի հարաբերությունն է չոր ապարի կշռին.

$$W_q = \frac{g_n - g_c}{g_c} \times 100 \quad (48)$$

որտեղ՝

$W_q$ -ն ապարի կշռային բնական խոնավությունն է, %,

$g_n$ -ը ապարի կշիռն է բնական խոնավության պայմաններում, գ,

$g_c$ -ն նույն ապարի կշիռն է 105-106°C-ի չորացնելուց հետո, այսինքն՝ չոր ապարի կշիռը, գ:

*Ծավալային խոնավությունը* որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$W_s = \frac{W_q}{\gamma_c} \quad (49)$$

որտեղ՝

$W_s$ -ը ծավալային խոնավությունն է, %,

$\gamma_c$ -ն չոր ապարի հարաբերական խտությունն է, գ/սմ<sup>3</sup>:

Ջրաերկրաբանական հետազոտությունների ժամանակ ապարի բնական խոնավությունը (բացի նշված ցուցանիշներից) որոշում են նաև հարաբերական խոնավությունը կամ ապարի հագեցման գործակիցը,

ինչպես նաև դրա հագեցվածության պակասը կամ խոնավության (ջրի) պակասը:

*Ապարի հագեցման գործակիցը* ( $K_w$ ) տվյալ ապարի ծավալային խոնավության հարաբերությունն է դրա ծակոտկենության գործակցին.

$$K_w = \frac{W_s}{n} \tag{50}$$

(50) բանաձևից երևում է, որ բացարձակ չոր ապարի համար՝  $K_w = 0$ , իսկ ծակոտիները ջրով լրիվ լցված լինելու դեպքում՝  $K_w = 1$ : Ըստ հագեցման գործակցի՝ ավազային ապարները բաժանում են՝ 1) չոր ավազներ, երբ  $0 < K_w < 1/3$ , 2) խոնավ, երբ  $1/3 < K_w < 2/3$ , 3) խոնավ մինչև հագեցումը, երբ  $2/3 < K_w < 1$ :

*Խոնավության (ջրի) պակասը* լրիվ խոնավության (տես ներքևը) և տվյալ պահին ապարի իրական խոնավության տարբերությունն է.

$$d = W_l - W_y \tag{51}$$

որտեղ՝

- d -ն ապարի հագեցման պակասն է, %,
- $W_l$  -ն ապարի լրիվ խոնավությունը, %,
- $W_y$  -ն ապարի կշռային խոնավությունը, %:

Ապարների խոնավության որոշման մեթոդները բաժանում են երկու խմբի: Առաջինը հիմնված է ապարի ծակոտիներից ջրի հեռացման վրա, որը սովորաբար կատարվում է լաբորատոր եղանակով: Երկրորդը՝ խոնավությունը որոշվում է ապարի ծակոտիներից առանց ջրի հեռացման. դրանք հիմնականում դաշտային մեթոդներն են (էլեկտրամետրիական, էլեկտրատարության, ռադիոակտիվ և այլն):

### **5.2.2. ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՉՐԱՅԻՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Ապարների ընդհանուր ծակոտկենությունն ու լիթոլոգիական կազմը պայմանավորում են դրանց հիմնական ջրային հատկությունները, որոնցից հիմնականներն են՝ խոնավատարությունը, ջրատվությունը,

ջրաֆափանցելիությունը (թափանցելիությունը) և մազականությունը (մազանոթայնություն) [5,19]:

*Խոնավատարությունը* ապարի որոշակի քանակի խոնավություն (ջուր) կլանելու և այն իր մեջ պահելու ունակությունն է: Ապարի խոնավատարությունը, ինչպես նաև դրա բնական խոնավությունը արտահայտվում է միավորի մասերով, ինչպես նաև կշռային կամ ծավալային պարունակության տոկոսներով:

Ըստ խոնավատարության աստիճանի առանձնացնում են երեք խմբի ապարներ.

- 1) խոնավատար՝ տորֆ, կավ, ավազակավ և այլն,
- 2) թույլ խոնավատար՝ կավավազ, լյոս, մերգել և այլն,
- 3) ոչ խոնավատար՝ ավազ, գլաքար, կոպիճ, հրաբխային և փոխակերպային հոծ ապարներ:

Ապարների ծակոտիներում, ջրի կլանման և պահելու մեխանիզմից ելնելով, տարբերակում են հիգրոսկոպիկ, ադսորբցիոն, առավելագույն մոլեկուլյար, մազանոթային և լրիվ խոնավատարություն:

*Հիգրոսկոպիկ (կապակցված) խոնավատարություն* կոչվում է գոլորշաձև ջրի սահմանային քանակությունը, որը ապարը կարող է կլանել օդից դրա 94% հարաբերական խոնավության դեպքում: Տվյալ ապարի համար այն հաստատուն մեծություն է: Ինչքան մեծ է մասնիկների գումարային մակերևույթը, այնքան մեծ է ապարի հիգրոսկոպիկությունը:

*Ադսորբցիոն խոնավատարությունը*, ի տարբերություն հիգրոսկոպիկի, ապարի մասնիկների կողմից կլանվում է հեղուկ վիճակից, ըստ որում թրջվելիս անջատում է ջերմություն:

*Առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունը* ապարում ֆիզիկապես կապակցված ամբողջ ջրաքանակն է: *Մազանոթային խոնավատարության* տակ հասկանում են ջրի այն քանակը, որը մոլեկուլյար ձգողության ուժերի ազդեցության տակ պահվում է ապարի մազանոթային ծակոտիներում:

*Լրիվ խոնավատարությունը* համապատասխանում է ապարի այն վիճակին, երբ նրա մեջ եղած բոլոր դատարկությունները լրիվ հագեցած են ջրով: Ավազների համար այն սովորաբար հավասար է ծակոտկենությանը, եթե դրանցում չկան գազ, օդ և այլն: Ավազակավային և կավային ապարների համար, որոնց ծավալը հագեցման ժամանակ ավելանում է, լրիվ խոնավատարությունը մեծ է ծակոտկենությունից և հա-

վասար է ուռչման խոնավությանը: Բոլոր այլ դեպքերում ջրի ծավալը, որը պարունակվում է ծակոտիներում, կախված է ապարի դատարկությունների կառուցվածքից, չափերից, ապարի միներալային կազմից և այլ պարամետրերից, և այն որոշել ելնելով ծակոտկենությունից (ընդհանուր, բաց կամ դինամիկ) հնարավոր չէ:

Որոշ ապարների լրիվ և առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունների միջին արժեքները բերված են աղյուսակ 5-ում

**Աղյուսակ 5**

<b>Ապարներ</b>	<b>Լրիվ խոնավատարություն, %</b>	<b>Առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարություն, %</b>
Խոշորահատիկ ավազներ	20-60	1-2
Մանրահատիկ ավազներ	21-26	1.5-2.5
Կավավազներ	30-33	5-8
Ավազակավեր	32-35	15-20
Կավեր	40-46	32-40

Բոլոր տիպի խոնավատարություններն իրենցից ներկայացնում են ապարում պարունակվող ջրի քանակի հարաբերությունը ապարի միներալային մասնիկների (կմախքի) կշռին (բացարձակ խոնավության ցուցանիշ) կամ ջրի ծավալի հարաբերությունը ծակոտիների ծավալին (ապարի հարաբերական խոնավության գործակցի ցուցանիշ):

*Ջրալվություն:* Տարբերակում են գրավիտացիոն և առածգական ջրատվություններ: Այս մեծություններով գնահատվում են ջրատար հորիզոնների (գրունտային և ճնշումային) ջրատարողունակության հատկությունները

*Գրավիտացիոն ջրալվություն*՝ ծանրության ուժի ազդեցության տակ ջրահագեցված ապարի ջուր տալու (անջատելու, բաց թողնելու) հատկությունն է, երբ իջեցվում է ջրի մակարդակը: Այն բնութագրվում է գրավիտացիոն ջրատվության գործակցով և իրենից ներկայացնում է ջրահագեցված ապարից ազատ կերպով (գրավիտացիայով) անջատված ջրի ծավալի և ապարի ծավալի հարաբերությունը.

$$\mu = \frac{V_2}{V} \tag{52}$$



որտեղ՝

$\mu$ -ն ջրատվության գործակիցն է, միավորի մասերով կամ տոկոսներով ավազների և այլ շուռչող ապարների համար,

$V_p$  և  $V$  -ն անջատված ջրի և ապարի ծավալներն են:

Ջրատվության գործակիցը կարելի է որոշել նաև լրիվ և առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունների տարբերությամբ.

$$\mu = W_l - W_{wz} \tag{53}$$

իսկ ավազային ապարների համար նաև՝

$$\mu = n - W_{wz} \tag{53'}$$

որտեղ՝

$W_l$ -ը լրիվ խոնավատարությունն է,

$W_{wz}$ -ը առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունը,

$n$ -ը ավազային ապարի լրիվ ծակոտկենությունը:

Աղյուսակ 6-ում բերվում է որոշ ապարների գրավիտացիոն ջրատվության գործակիցների միջին արժեքները [19]:

**Աղյուսակ 6**

<b>Ապարներ</b>	<b>Ջրատվությունը, միավորի մասերով</b>
Խոշորահատիկ ավազներ և գլաքարեր	0.25-0.35
Միջահատիկ ավազներ	0.20-0.25
Մանրահատիկ ավազներ	0.15-0.20
Նրբահատիկ ավազներ	0.10-0.15
Ավազակավեր	<0.10
Ճեղքավորված կրաքարեր	0.008-0.10
Ճեղքավորված ավազաքարեր	0.02-0.03

Աղյուսակի տվյալները վկայում են, որ ապարների ջրատվության գործակիցը տատանվում է մեծ սահմաններում: Խոշորահատիկ ավազները, գլաքարերը և այլ նմանատիպ ապարներն օժտված են մեծ ջրատվությամբ, իսկ կավային մանրաճեղքավոր և այլ մանրահատիկ ապարների մոտ գործնականում ջրատվություն չի նկատվում: Ապարների ջրատվության որոշումը կատարվում է երեք մեթոդով.

1. ըստ բանաձևերի՝ երբ հայտնի են լրիվ և առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունները կամ միավոր ծավալից գրավիտացիոն ճանապարհով անջատված ջրի քանակը (տես վերը),

2. լաբորատոր փորձնական ճանապարհով (ավազների համար),

3. դաշտային փորձաֆիլտրացիոն աշխատանքների տվյալներով:

Լաբորատոր պայմաններում ավազների ջրատվության գործակիցը որոշվում է Ն. Ն. Բինդեմանի կողմից մշակված սարքի օգնությամբ [19, 5, 33]: Այն որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\mu = \frac{Z}{\Delta h - h_y} \quad (54)$$

որտեղ՝

$Z$  -ը ջրի շերտի հաստությունն է, սմ (որոշվում է հետևյալ արտահայտությունից՝  $Z = \frac{V}{F}$ , որտեղ՝  $V$  -ն անջատված ջրի ծավալն է, սմ<sup>3</sup>,

$F$  -ը խողովակի ընդլայնական կտրվածքի մակերեսն է, սմ<sup>2</sup>),

$\Delta h$  -ը խողովակում ջրի մակարդակի իջեցումն է, սմ,

$h_y$  -ն ապարի մագական բարձրացման մեծությունն է, սմ:

Գաշտային փորձաֆիլտրացիոն մեթոդներով ջրատվության գործակցի որոշումը տրվում է «Ստորերկրյա ջրերի դինամիկա» կուրսում [5, 31, 29]:

Ապարի առավելագույն խոնավատարության և բնական խոնավության տարբերությունը կոչվում է *հագեցվածության պակաս*: Սակայն բնական պայմաններում, ինչպես ցույց են տվել փորձերը, ջրահագեցվածության պակասի մեծությունը փոքր է նշված տարբերությունից: Գաբացատրվում է նրանով, որ հաճախ ապարների շերտերը ջրով լրիվ չեն հագեցնում ապարի ծակոտիներում և ճեղքերում «ճմլված» գազերի առկայության պատճառով:

Գործնական կիրառությունների ժամանակ սովորաբար ջրատվությունը և ջրահագեցման պակասի մեծությունները ընդունում են իրար հավասար և հաստատուն ժամանակի մեջ: Այստեղ, անկասկած, կատարվում է որոշ ընդունելիություն, որ ապարի բնական խոնավությունն, ըստ իր մեծության, մոտ է դաշտային խոնավությանը կամ որ մոտավորապես նույնն է, առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությանը: Նման ըն-

դունելիությունը սովորաբար ջրաերկրաբանական հաշվարկներում էական սխալների չի հանգեցնում, և դրանց մեծություններն ընդունում են նույնը:

*Առաջգական ջրատվությունը* բնորոշում է այն ազատ ջրի քանակը, որը կարող է տալ ջրատար շերտի միավոր ծավալը՝ ի հաշիվ նրանում առաձգական հատկությունների ի հայտ գալով, որը առաջանում է ջրատար շերտի վրա միավոր ճնշման փոփոխության դեպքում: Քանակապես բնութագրվում է առաձգական ջրատվության գործակցով և որոշվում է [33].

$$\mu^* = \rho\beta^* m \tag{55}$$

որտեղ՝

$\mu^*$  -ն առաձգական ջրատվության գործակիցն է, միավորի մասերով,

$\rho$  -ն ջրի խտությունն է, կգ/սմ<sup>3</sup> (քաղցրահամ ջրի համար  $\rho = 0.001$  ),

$\beta^*$  -ն շերտի, ջրատար հորիզոնի առաձգատարողության գործակիցն է, 1/մ,

$m$  -ը շերտի, ջրատար հորիզոնի հաստությունն է, մ:

Համաձայն Վ.Ն.Շչեկլայնի  $\beta^*$  -ն որոշվում է

$$\beta^* = n\beta_2 + \beta_{այ} \tag{56}$$

որտեղ՝

$n$  -ը դինամիկ ծակոտկենությունն է,

$\beta_2$  և  $\beta_{այ}$  -ն ջրի և ապարի ծավալային սեղմման (կամ ընդարձակման) գործակիցներն են, 1/մ:

Ապար կազմող մասնիկների և դրա ծակոտիների կամ ճեղքերի ջրերի առաձգական (սեղմման կամ ընդարձակման) հատկությունները ի հայտ են գալիս ճնշումային ջրատար հորիզոնների (տես գլ. XIII) ջրերի շահագործման ժամանակ:

Նշված գործակիցների որոշման մեթոդները և փորձերի կատարման մեթոդիկան հանգամանալից տրվում է ուսումնական ձեռնարկներում և տեղեկագրերում:

Հարկ է նշել, որ առաձգական ջրատվության գործակցի մեծությունը 2-3 աստիճանով փոքր է գրավիտացիոն ջրատվության գործակցից:

*Ջրաթափանցելիություն և թափանցելիություն:* Ջրաթափանցելիության տակ հասկանում են ապարն իր միջով ջուր բաց թողնելու հատկությունը ճնշման գրադիենտի (հիդրավիկ թեքության) առկայության դեպքում: Ջրաթափանցելիության մեծությունը կախված է ապարների ծակոտիների և ճեղքերի չափերից: Որքան մեծ են ծակոտիները և ճեղքերը, այնքան հեշտ է ջուրը շարժվում նման ապարներում: Ապարներն ըստ ջրաթափանցելիության, ստորաբաժանվում են երեք խմբի՝ ջրաթափանց, թույլ ջրաթափանց և ոչ ջրաթափանց կամ ջրամերժ:

Ջրաթափանց ապարների շարքին են դասվում փոխար բեկորային և խոշորահատիկ նստվածքները (լավաներ, խիճ, գլաքար, գետաքար և այլն), ինչպես նաև ճեղքավոր և բեկորացված ապառաժային ապարները (բազալտներ, խարամ, կոտրատված գրանիտ, թերթաքարեր և այլն): Մանրահատիկ և կավով շաղախված նստվածքները (ավազակավ, կավավազ, լոս), ինչպես նաև թույլ ճեղքավորված ապառաժային ապարները թույլ ջրաթափանց են: Կավերն ու զանգվածային (ոչ ճեղքավորված) ապառաժային ապարները կարող են գործնականում ոչ ջրաթափանց լինել և ջրատար ապարների համար ծառայել որպես ջրամերժ հիմք:

Թափանցելիության տակ հասկանում են ապարների տարբեր տիպի հեղուկներ և գազեր իրենց միջով բաց թողնելու ունակությունը: Այն հանդիսանում է նավթագազաբեր շերտերի արդյունավետության կարևոր ցուցանիշ և լայնորեն օգտագործվում է նավթային երկրաբանությունում և ջրաերկրաբանությունում:

Ապարների ջրաթափանցելիությունը քանակապես բնութագրվում է ֆիլտրացիայի գործակցով, իսկ թափանցելիությունը՝ թափանցելիության գործակցով (տես գլ. IX):

*Մագնսնոթայնություն:* Ջրի բարձրացման և ապարների նուրբ ծակոտիներում, ճեղքերում պահվելու երևույթ է՝ պայմանավորված մակերևութային ձգողական ուժերի ազդեցությամբ, որը զարգանում է ջրատար և չոր ապարների սահմանագծում:

Ապարներում 1մ-ից փոքր տրամագիծ ունեցող ծակոտիներն ունեն սովորական մագնսական խողովակների հատկություն, վերջիններից տարբերվում են միայն տարածության մեջ իրենց կտրվածքի ձևերով ու կաղննորոշվածությամբ: Մագնական ծակոտիները մերթ հաղորդակցվում են իրար հետ, մերթ մեկուսանում, տարածության մեջ ձևավորում բարդ

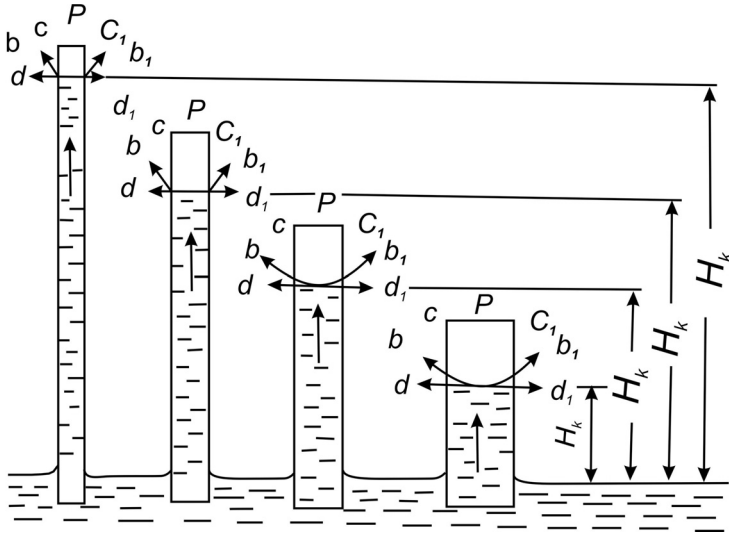
մազանոթային ցանց, որով մակերևութային ձգողականության ուժերի ազդեցության տակ ջրերը բարձրանում են ստորերկրյա ջրերի մակարդակից վերև:

Մազանոթային ջրերը հիմնականում հանդես են գալիս աերացիայի գոնայում և տեղադրված են ստորերկրյա ջրերի (սովորաբար գրունտային) մակերևույթի վրա և սերտ կապված են վերջիններիս հետ: Մակայն աերացիայի գոնայի ապարների անհամասեռ լիթոլոգիական առանձնահատկություններից ելնելով այն կարող է կապված չլինել ստորերկրյա ջրերի մակարդակի (մակերևույթի) հետ:

Մակերևութային ձգողականությունը ի հայտ է գալիս երկու տարբեր միջավայրերի՝ ստորերկրյա ջրերի մակերևույթի (մակարդակի) և հողում (չոր ապարում) գտնվող օդի բաժանման սահմանում:

Մակերևութային ձգողականության (լարվածության) չափողականությունն արտահայտվում է ձգող ուժերի (Նյուտոն) և երկարության (մետր) հարաբերությամբ: Մակերևութային ձգողականությունը գերազանցում է ծանրության ուժին և դրա համար էլ մազանոթային ջրերը ի վիճակի են գրավիտացիոն ջրերի մակերևույթից այս կամ այն չափով վերև բարձրանալու: Մազանոթային ջրերը հաճախ հիդրավլիկական կապի մեջ են ստորերկրյա ջրերի մակերևույթի հետ, դրա համար էլ դրանց մակերևույթը (բախրոմա) կրում է ուղղաձիգ փոփոխություն՝ կապված ստորերկրյա ջրերի մակարդակի տատանման հետ:

Մազանոթային ջրերն, ըստ որոշ ցուցանիշների, մոտ են գրավիտացիոն ջրերին, օրինակ հաղորդում են հիդրոստատիկ ճնշում, շարժվում են ինչպես մակերևութային ձգողական ուժերի ազդեցության տակ, այնպես էլ ծանրության ուժերի ազդեցության տակ:



**Նկ. 12 Տարբեր տրամագծերի խողովակներում մագանոթային ջրի բարձրացման սխեմա**

Հայտնի է, որ ջուրն իջեցված բարակ ապակյա խողովակում մակերևութային ձգողական (լարվածության) ուժերի ազդեցության տակ բարձրանում է որոշ բարձրության: Ընդ որում, խողովակի ջրի մակերևույթը ձեռք է բերում գնդաձև մակերևույթ (մենիսկ), որի ուռուցիկ մասն ուղղված է դեպի ջուրը: Ապարների մագական ծակոտիներում ջուր-օդ սահմանի վրա, ջրի մակերևույթը նույնպես հանդես է գալիս մենիսկի ձևով (նկ. 12): Մակերևութային ձգողության ուժերը ( $bb_1$ ), ուղղված են մենիսկի գնդաձև մակերևույթի շոշափողի ուղղությամբ: Մակերևութային ձգողական ուժերի ուղղաձիգ բաղադրիչը ( $cc_1$ ) գումարվում է  $P$  ուժին և որի ազդեցության տակ ջուրը մագանոթում բարձրանում է մինչև  $H$  բարձրությունը (տե՛ս նկ. 12):

Մագականության ցուցանիշներն են մագական բարձրացման արագությունն ու մակարդակը: Դրանք կախված են ապարի մեխանիկական կազմից, մասնիկների ձևից, խտությունից և դասավորվածությունից, ինչպես նաև ջրի ջերմաստիճանից ու հանքայնացումից և աղային կազմից:

Խոշորահատիկ ապարներում մագալկան բարձրացումը փոքր է, իսկ մանրահատիկ ապարներում՝ մեծ: Ջերմաստիճանի բարձրացման դեպքում մագալկան բարձրացումը նվազում է, իսկ հանքայնացման բարձրացման դեպքում՝ ավելանում:

Ինչպես ասվեց, ջրի աղային կազմը նույնպես ազդում է մագալկան բարձրացման վրա: Օրինակ, ջրի նույն հանքայնացման աստիճանի դեպքում NaCl լուծույթի մագալկան բարձրացումը ավելի մեծ է, քան H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> լուծույթինը:

Մագալկան բարձրացման մեծությունը և արագությունը որոշվում է փորձով և կիսաէմպիրիկ բանաձևերով: Դրանց մոտավոր արժեքները բերված են աղյուսակ 7-ում [5]:

**Աղյուսակ 7**

*Տարբեր ապարների մագալկան բարձրացման միջին մեծությունները*

<b>Ապարներ</b>	<b>Մագալկան բարձրացման մեծությունը (h<sub>լ</sub>), սմ</b>	<b>Մագալկան առավելագույն բարձրացման համար անհրաժեշտ օրերի թիվը</b>
Ավազներ՝		
խոշորահատիկ	3.0-12.0	80
միջահատիկ	12.0-35.0	180-188
մանրահատիկ	35.0-120.0	188-160
Կավավազ	120-350	160-475
Ավազակավ	350-650	-
Թեթև կավ	650-1200	-

Մագալկան բարձրացման մակարդակը լրիվ թրջվածության և ջրի միավոր խտության դեպքում, որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$h_{լ} = \frac{4\sigma}{d} \text{ կամ } h_{լ} = \frac{0.15}{r} \tag{57}$$

որտեղ՝

h<sub>լ</sub> -ն մագալկան բարձրացումն է, սմ,

σ -ն մակերևութային լարվածությունն է,

d -ն մագալկան ծակոտիների տարամագիծը:

Ավագային-կավային ապարներում մագալկան բարձրացման մակարդակը (մեծությունը) մոտավորապես կարելի է որոշել Կոզենի բանաձևով.

$$h_y = \frac{0.446(1-n)}{nd_{10}} \quad (58)$$

որտեղ՝

$n$  -ը ծակոտկենության գործակիցն է միավորի մասերով,

$d_{10}$  -ը գործող (էֆեկտիվ) տրամագիծն է:

Մագալկան բարձրացումը սկզբում կատարվում է մեծ արագությամբ, ապա խիստ դանդաղում է:

Ապարներում մագալկան բարձրացման երևույթները հաճախ գործնական մեծ նշանակություն ունեն: Մագալկան ջուրը կարող է սնուցել բույսերին, եթե հասնում է արմատաբնակ շերտին: Մակայն եթե մագալկան ջուրը բարձրանում է մինչև երկրի մակերևույթ ու գոլորշիանում է, ապա տևական գործընթացի դեպքում զգալի չափով աղեր են կուտակվում և հողերը վերածվում են աղուտների: Մագալկան ջրերը բացասական ազդեցություն են ունենում նաև ինժեներական կառույցների վրա, շենքերի նկուղային հարկերում խոնավությունը մեծանում է, աղերը քայքայում են կառույցների հիմքերը և այլն:

### 5.3. ՋՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԱՊԱՐՆԵՐՈՒՄ

Ապարներում առաջին դասակարգային կառուցվածքը տարբեր տեսակի ջրերի անջատումով տվել են Օ. Մեհնցերը (1935) և առավել ամբողջական տեսքով՝ Ա. Ֆ. Լեբեդևը (1923,1936): Այդ դասակարգումը հետազայում ճշգրտվել ու լրացվել է Բ. Վ. Դերյազիևի, Մ. Ի. Գոլգովի, Ա. Ա. Ռոդեի, Ս. Մ. Մերգենի և ուրիշների աշխատանքներում, որոնք էական փոփոխություններ չեն մտցնում Լեբեդևի դասակարգման մեջ [19, 25, 33]:

Ներկա ժամանակներում ապարներում անջատում են հետևյալ ջրի տեսակները.

1. Գոլորշու ձևով ջուր,
2. Ֆիզիկապես կապված ջուր.
  - ա) ուժեղ կապակցված (ադսորբցված, հիգրոսկոպիկ)



- բ) թույլ կապակցված (թաղանթային)
- 3. Ազատ կամ գրավիտացիոն ( ծանրահատակային) ջուր
  - ա) մազական
  - բ) միանգամայն ազատ
- 4. Կարծր (աառույցի) ձևով ջուր
- 5. Քիմիապես կապված ջուր
  - ա) կառուցվածքային (կոնստիտուցիոն)
  - բ) բյուրեղային (կրիստալիզացիոն)
  - գ) ցեոլիտային (հիդրատային):

1. *Գոլորշու շեղով ջուրը* օդի հետ միասին պարունակվում է աերացիայի գոնայի ապարների ծակոտիներում և ճեղքերում: Այն գտնվում է դինամիկ հավասարակշռության մեջ ինչպես մթնոլորտային գոլորշու, այնպես էլ ապարների այլ ջրատեսակների հետ: Ջրային գոլորշիների շարժումը ապարներում կատարվում է առածգականության կամ խոնավության գրադիենտների առկայության դեպքերում, որոնք հիմնականում պայմանավորված են տարբեր տեղամասերի ջերմաստիճանային տարբերությամբ: Ջրային գոլորշիների տեղաշարժը կատարվում է բոլոր ուղղություններով (հորիզոնական և ուղղաձիգ): Դրանք հողի և ապարների մեջ մուտք են գործում օդից կամ առաջանում են աերացիայի գոնայի հողից և ապարներից խոնավության գոլորշիացման ժամանակ: Մի տեղում ջրի գոլորշիացումը, մեկ այլ տեղում՝ այլ գոլորշիների խտացումը (կոնդենսացիան) զգալի դեր են խաղում հողաբուսական ծածկոցում և ապարներում խոնավության տեղաբաշխման գործում: Գոլորշածև ջրերը բույսերի սնման գործում անմիջական մասնակցություն չեն կարող ունենալ:

2. *Ֆիզիկապես կապված ջուր:* Կապված ջուրը միներալային մասնիկների մակերևութների և ջրում լուծված նյութերի իոնների, ինչպես նաև ջրի մոլեկուլների միջև եղած փոխազդեցության հետևանքով, գտնվում են ապարի մասնիկների մակերևութին մոտ: Այդ փոխազդեցությունը պայմանավորված է պինդ և հեղուկ փուլերի բաժանման սահմանում տեղի ունեցող մակերևութային երևույթներով:

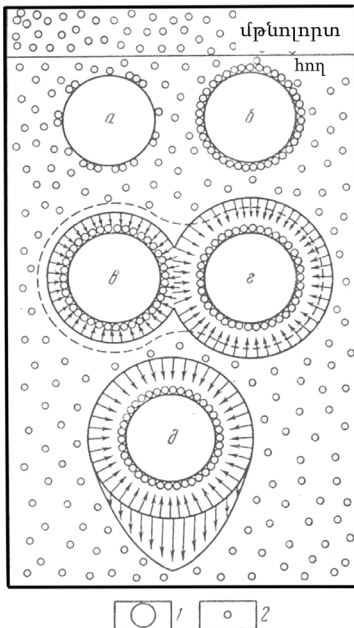
Բացասական լիցք ունեցող միներալային մասնիկների մակերևութներին մոտ ջրի երկբևեռ մոլեկուլները կողմնորոշվելով դասավորվում են դրական բևեռներով դեպի մասնիկների մակերևութները: Անմիջականորեն մասնիկների մակերևութներին մոտ գտնվող ջրի մոլե-

կուլները այնպիսի զգալի մոլեկուլային ձգողությամբ են պահվում, որ ջուրը ստանում է այլ հատկություն:

Կապված ջուրն ազատ ջրից տարբերվում է հետևյալ հատկություններով՝ դրա միջին խտությունը հավասար է  $2q/սմ^3$ , տեղաշարժումն ավելի դանդաղ է, քան ազատ ջրինը, այն ապարի մասնիկների մակերևութին պահվում է այնպիսի ուժով, որը շատ անգամ գերազանցում է ծանրության ուժերին, կավային ապարների ամրության հատկությունները կախված են դրանում կապակցված ջրի քանակից:

Որոշ ֆիզիկական հատկություններից ելնելով՝ ֆիզիկապես կապված ջուրը ստորաբաժանում են ամուր կապված (ադսորբցված, հիգրոսկոպիկ) և թույլ կապված (թաղանթային) ջրատեսակների:

ա) *Ամուր կապված ջուրը* ապարների մասնիկների վրա առաջանում է օդից ջրային գոլորշիների կամ հեղուկ վիճակի ջրային գոլորշիների ադսորբցման ճանապարհով (նկ. 13): Այն հիմնականում յուրահատուկ է նրբադիսպերս ապարներին (նրբահատիկ և կավային ապարներին):



**Նկ. 13 Ապարներում տարբեր ձևի ջրերի սխեմատիկ պատկերում (ըստ Ա. Ֆ. Լեբեդևի)**

1- ապարի մասնիկները, 2- ջրի մոլեկուլները գոլորշու փուքով՝ առջ լրիվ և բ- մաքսիմալ հիգրոսկոպիկ, գ և դ - ապարի մասնիկները թաղանթային ջրով (ջուրը) (զ) մասնիկից շարժվում է (դ) մասնիկը՝ հասար թաղանթից բարակ թաղանթը թաղանթների հավասար հասարությունները նշված է բնդիսպիրոզ գծերով), (ե) ապարի մասնիկը ազատ ջրի հետ

Անհրաժեշտ է նշել, որ ապարներում որքան շատ են կավային մասնիկները, այնքան մեծ է կապակցված ջրի քանակը: Հայտնի է, որ փոքր չափերի կավային մասնիկների մակերևութային առաջանում է բացասական լիցքով էլեկտրաստատիկ դաշտ: Վերջինս ձգում է ջրի մոլեկուլներին, որոնք իրենցից ներկայացնում են դիպոլներ և այս ձևով ապարի մասնիկների շուրջը կուտակվում են այս կամ այն քանակի ջրային գոլորշիներ: Եթե այդ մոլեկուլների կուտակման հաստությունը չի գերազանցում 1-3 մոլեկուլից, ապա առաջանում է ամուր կապված կամ հիգրոսկոպիկ ջուր: Այն կապված է մասնիկի հետ հսկայական չափերի հասնող մոլեկուլյար և էլեկտրաստատիկ ձգողական ուժերով՝ մինչև 10000 մթնոլորտ (ըստ Վան-Դեր-Վաալսի) և կարող է տեղաշարժվել միայն բարձր ջերմաստիճանում (100-120<sup>0</sup>C) գոլորշիացման ճանապարհով: Այս ջրերն անհասանելի են բույսերի համար, քանի որ բույսի արմատները ի վիճակի չեն ապարի մասնիկից պոկելու այդ ջրերը: Ամուր կապված ջուրը լուծելու ընդունակություն չունի, ծանրության ուժին չի ենթարկվում, չի սառչում նույնիսկ -78<sup>0</sup>C-ում, դրա կլանման ժամանակ ջերմություն է անջատվում:

բ) *Թույլ կապված կամ քաղանթային ջուրն* առաջանում է այն ժամանակ, երբ խունավությունն ապարի մեջ անցնում է առավելագույն հիգրոսկոպիկության սահմանը, որի տակ հասկանում են ապարի ուժեղ կապակցված ջրերի առավելագույն հագեցվածությունը: Այն ծածկում է ամուր կապված ջրային մոլեկուլները, ավելի թույլ է կապված ապարի մասնիկների հետ, սակայն ապարի մասնիկների մակերևութային պահվում է մոլեկուլային ձգողական ուժով: Թաղանթի հաստության մեծացման հետ մոլեկուլյար ուժերի ազդեցությունը կտրուկ ընկնում է, և թաղանթի մակերևութին դրա ազդեցությունը դառնում է աննշան: Դրա համար էլ թաղանթի վերին (արտաքին) շերտերի ջրերն արդեն հասանելի են բույսերի սնման համար: Հողում թաղանթային ջրի առկայությունը նպաստում է միկրոօրգանիզմների զարգացմանը:

Թաղանթային ջուրը որոշակի հաստության դեպքում ընդունակ է դանդաղորեն շարժվել դեպի հարևան ավելի բարակ թաղանթով մասնիկները, այսինքն՝ ավելի խոնավ շերտերից դեպի քիչ խոնավը (նկ. 13):

Ջրի տեղաշարժը կատարվում է շատ դանդաղ, և շարունակվում է այնքան ժամանակ, մինչև երկու մասնիկների ջրային թաղանթների հավասարվելը (մինչև մոլեկուլյար ձգողական ուժերի հավասարակշռվելը):

Թաղանթային ջրի շարժումը կարող է առաջ գալ նաև այն դեպքում, երբ ապարի երկու տեղամասերի միջև գոյություն ունի խոնավության և ջերմաստիճանի գրադիենտներ: Ընդ որում շարժումը կատարվում է ավելի բարձր խոնավության տեղերից դեպի ցածրը՝ գոլորշու ձևով խոնավատարման ճանապարհով: Եթե տեղամասերում խոնավությունը նույնն է, ապա այդ շարժումը կարող է տեղի ունենալ բարձր ջերմաստիճան ունեցող տեղից դեպի ցածր ջերմաստիճան ունեցողը: Թույլ կապված ջրի տեղաշարժը տեղի է ունենում նաև օսմոտիկ ճնշումների տարբերության ազդեցության տակ: Շարժման արագությունը կախված է ապարի հատիկաչափական և միներալային կազմից, միջավայրի ջերմաստիճանից և ջրի հանքայնացման աստիճանից:

Թաղանթային ջրի առավելագույն պարունակությունը (առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունը) տարբեր ապարների մոտ տարբեր է, այսպես՝ ավազների համար այն կազմում է 1-7, կավավազների համար՝ 9-13, ավազակավերի համար՝ 15-23 և 25-40% կավերի համար:

Թաղանթային ջուրը չի ենթարկվում ծանրության ուժին, քանի որ թաղանթային ջուրը պահող մոլեկուլային և այլ ուժերը գերազանցում են ծանրության ուժին, այն հիդրոստատիկ ճնշում չի հաղորդում, քանի որ թաղանթային ջուրը ապարի բոլոր ծակոտիները չի կարող լցնել ջրով, ընդունակ է որոշ քանակի աղեր լուծել և թուլացնում է կավային ապարների առաձգական հատկանիշները:

Երբ թաղանթի հաստությունը մեծանում է մինչև այնպիսի չափերի, որ մոլեկուլյար ձգողական ուժերը ի վիճակի չեն պահելու թաղանթի արտաքին շերտի ջրերը, թաղանթային ջուրը կարող է անցնել ազատ ջրի, որը ծանրության ուժի ազդեցության տակ սահելով (հոսելով) ապարի մասնիկների վրայից ծառայում է որպես ստորերկրյա ջրերի համալրման աղբյուր (նկ. 13):

*3. Ազար կամ գրավիդրացիոն ջուր:*

ա) *Մագական ջուրն* առաջանում է, երբ ապարը լրիվ հագեցված է ֆիզիկապես կապված ջրով, և ծակոտիները և նուրբ ճեղքերը լցվում են ջրով: Մագական ջրի մասին մանրամասն տրվել է վերը (տես կետ 5.2.): Այստեղ միայն նշենք, որ կախված մագանոթային ծակոտիների ջրով համալրման աղբյուրից, լցվածության աստիճանից և գրունտային ջրերի հետ կապի աստիճանից՝ մագանոթային ջրերը ստորաբաժանվում են

մազանոթային-կցվածքային (ծայրակցային), մազանոթային-կախված և մազանոթային բարձրացող:

*Մազանոթային-կցվածքային ջուրը* հիմնականում առաջանում է ավազային ապարների մասնիկների կոնտակտային մասերի ծակոտիների անկյուններում: Այն ուժեղ պահվում է մազանոթային ուժերի կողմից, չի հաղորդում հիդրոստատիկ ճնշում, ապարի ներսում չի կարող տեղաշարժվել, քանի որ ջրի հիդրոստատիկ ճնշումը փոքր է մենիսկի մակերևութային ճնշումից: Մազանոթային-կցվածքային ջուրը համարյա անհասանելի է բույսերի համար:

*Մազանոթային-կախված ջուրը* գրունտային ջրերի հետ չի հաղորդակցվում: Այն առաջանում է ակադիայի գոնայի վերին շերտի ապարներում՝ ի հաշիվ մթնոլորտային տեղումների ջրերի ապարների մեջ ներծծման, երբ դրանցում խոնավությունը բարձր է առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունից: Հաճախ մազանոթային-կախված ջուրն առաջանում է մանրահատիկ ապարների ներքևի մասերում, որոնք տեղադրված են առավել խոշորահատիկ տարատեսակների տակ: Ապարների նման կազմի դեպքում մազանոթային-կախված ջուրը ծակոտիներում պահվում է ի հաշիվ ճնշումների տարբերության, որը գոյանում է մենիսկների տարբեր կորությունների հետևանքով: Ապարների մազանոթային ծակոտիների և ճեղքերի լցվածության աստիճանը կախված ջրով կարող է լինել խիստ տարբեր: Կախված ջրի քանակը, որն ապարում պահվում է մազանոթներով, ընդունված է անվանել ջրապահպանության ունակություն: Ըստ Ա. Ա. Ռոդեի՝ կախված ապարի կազմից և կառուցվածքից ջրապահպանության ունակությունը կարող է տատանվել 40%-ից մինչև 100%-ի:

Մազանոթային-կախված ջուրը երկարատև գոլորշիացման դեպքում կարող է լրիվությամբ ծախսվել և վերանալ: Այդ ջուրը բույսերի համար լրիվ հասանելի է:

*Մազանոթային բարձրացող ջրի* մասին հանգամանալից տրված է վերը (տե՛ս 5.2.2.):

Մազանոթային կախված և բարձրացող ջրերն իրենց ֆիզիկական հատկանիշներով չեն տարբերվում հեղուկ-կաթիլային գրավիտացիոն ջրերից, հաղորդում են հիդրոստատիկ ճնշում, կրում են գրավիտացիոն ուժի ազդեցությունը, ունեն լուծելու ունակություն, համարվում են նպաստավոր միջավայր միկրոօրգանիզմների զարգացման համար, ակտիվ-

րեն օգտագործվում են բույսերի կողմից: Սակայն մազանոթային ջուրը ներառում է ման ֆիզիկապես կապված ջրի որոշ հատկություններ՝ ենթարկվում է մակերևութային ձգողության ուժերին, որոնք մազանոթային ծակոտիներում առաջ են գալիս մենիսկների առաջացման տեղերում: Մազանոթային ջուրը սառչում է 0°C-ից մի փոքր ցածր ջերմաստիճանում որքան փոքր է մազանոթային ծակոտիների տրամագիծը, այնքան ցածր է սառեցման ջերմաստիճանը:

բ) *Միանգամայն ազատ ջուրը* ապարի ամբողջ ծակոտիներում և ճեղքերում հեղուկ-կաթիլային ձևով լցված ջուրն է:

Գրավիտացիոն ջրի շարժումը հիմնականում կատարվում է ծանրության ուժի և ճնշման գրադիենտի և որոշ չափով մազանոթային ուժերի ազդեցության տակ:

Միանգամայն ազատ կամ գրավիտացիոն ջուրը ջրաերկրաբանության խնդրո առարկան է և դրա ըստ ամենայնի դիտարկումը կտրվի դասագրքի հետագա շարադրանքում:

4. *Կարծր (սառույցի) ձևով ջուր:* Ջուրը կարծր վիճակում ապարներում պարունակվում է առանձին բյուրեղների կամ սառցային շերտիկների տեսքով: Կախված տեղանքի կլիմայական պայմաններից՝ սառցի ձևով ջուրը կարող է ցուրտ ժամանակշրջանում տարածվել որոշակի խորություններում, իսկ հավերժական սառցույթի գոտիներում այն մշտապես գոյություն ունի և ընդգրկում է մեծ խորություններ: Սառցի ձևով ջուրը կարծրացնում է բոլոր տեսակի ապարների միջմասնիկային կապերը, նույնիսկ փոխք բեկորային և հոսուն ապարները վերածվում են ապառաժային ապարների, որոնք էապես այլ ֆիզիկամեխանիկական հատկություններ են ձեռք բերում:

Ապարներում ջրի կարծր ֆազայի մասին մանրամասն կտրվի XIV գլխում:

5. *Քիմիապես կապված ջուր:* Սա այն ջուրն է, որը պարունակվում է միներալների քիմիական բաղադրակազմում (բյուրեղային ցանցում):

ա) *Կառուցվածքային (կոնստիտուցիոն) ջուրը* միներալների բյուրեղային ցանցում ներկայացվում է ամուր կապված  $OH^-$ ,  $H^+$  ու  $H_3O^+$  իոնների ձևով և միներալներից որոշակի քանակներով թռիչքած անջատվում է բարձր ջերմաստիճաններում (300-1300°C) կամ միներալների բյուրեղային ցանցի լրիվ քայքայման դեպքում: Որպես օրի-

նակ կարող են ծառայել  $Al_2(OH)_3$ ,  $Ca(OH)_2$  հիդրօքսիդները, դիսպորը ( $AlOxOH$ ), տոպազը  $Al_2(OH)_2SiO_2$  և այլն:

բ) *Բյուրեղային (կրիստալիզացիոն) ջուրը* մտնում է միներալների բյուրեղային ցանցի մեջ նվազ կապված առանձին մոլեկուլների կամ դրանց խմբի ձևով: Այս ջուրը միներալներից թռիչքաձև անջատվում է ավելի ցածր ջերմաստիճաններում ( $250-300^{\circ}C$ ): Առավել շատ բյուրեղային ջուր պարունակող միներալներից կարելի է նշել սողան՝  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  (ջուրը կազմում է կշռի 63%), միրաբիլիտը՝  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  (55.9%), բիշոֆիտը՝  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  (53.2%), գիպսը՝  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  (20.9%) և այլն:

գ) *Ցեոլիտային (հիդրատային) ջուրը* միներալների հետ չափազանց թույլ է կապված, դրա քանակի փոփոխությունը չի ազդում բյուրեղային ցանցի կառուցվածքի վրա: Ցեոլիտային ջուրը միներալից անընդմեջ անջատվում է առավել ցածր ջերմաստիճաններում ( $80-120^{\circ}C$ ): Բնորոշ միներալ է հանդիսանում օպալը՝  $SiO_3 \cdot nH_2O$ : Ցեոլիտներն ընդհանուր տեսքով ներկայացվում են՝  $(Na_2Ca)OAl_2O_2 \cdot nSiO_2 \cdot mH_2O$ , ըստ որում m-ը փոփոխվում է 1-ից մինչև 8-ը:

## ԳԼՈՒԽ VI

### ՄՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ԲԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԸ: ԼՈՒԾՎԱԾ ԳԱԶԵՐ ԵՎ ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐ

#### 6.1. ՀԵՂՈՒԿ ՋՐԻ ՄՈԼԵԿՈՒԼԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԸ ԵՎ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ջուրն իրենից ներկայացնում է ջրածնի և թթվածնի պարզ քիմիական միացություն, որի մոլեկուլի զանգվածի 11.19%-ը կազմում է ջրածինը, իսկ 88.81%-ը թթվածինը: Ջրի մոլեկուլը բաղկացած է մեկ ատոմ թթվածնից և երկու ատոմ ջրածնից ( $H_2O^{16}$ ), որոնց ատոմական կշիռները համապատասխանաբար հավասար են 16 և 1: Սակայն, ներկա ժամանակներում հայտնի են ջրածնի երեք իզոտոպներ՝  $H^1$  (պրոտոնիում),  $H^2$  (դեյտերիում  $D$ ) և  $H^3$  (տրետիում  $T$ ) և թթվածնի վեց իզոտոպներ՝ ( $O^{14}$ ,  $O^{15}$ ,  $O^{16}$ ,  $O^{17}$ ,  $O^{18}$ ,  $O^{19}$ ): Ընդ որում ջրածնի  $H^3$  իզոտոպը հանդիսանում է ռադիոակտիվ և հանդիպում է չափազանց աննշան քանակությամբ, թթվածնի  $O^{14}$ ,  $O^{15}$  և  $O^{19}$  իզոտոպները կարճակյաց են: Թթվածնի ( $O^{16}$ ,  $O^{17}$ ,  $O^{18}$ ) և ջրածնի ( $H^1$ ,  $H^2$ ,  $H^3$ ) իզոտոպների ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ բնական պայմաններում կարող են գոյություն ունենալ ջրի մոլեկուլի 18 տարատեսակներ, որոնք հիմք են հանդիսանում տարբեր ֆիզիկական հատկություններով ջրերի առաջացման համար (կախված ելակետային մոլեկուլների համակցությունից):

Բնական ջրերում գերակշռող են հանդիսանում  $H_2^{16}O^{16}$  մոլեկուլները, դրանց մնացած տարատեսակները շատ աննշան քանակներով են հանդես գալիս: Օրինակ՝ ջրածնի  $H^1$  և  $D$  իզոտոպների հարաբերակցությունը կազմում է 6800:1, իսկ թթվածնի առավել կայուն իզոտոպների հարաբերակցությունը՝  $O^{16} : O^{17} : O^{18} = 2760:5.5:1$ :

Հայտնի է, որ նույնիսկ սովորական ջրին ( $H_2O$ ) է յուրահատուկ ֆիզիկական որոշ հատկությունների խտտորիչ (անոմալ) հատկանիշներ.



1) ջուրը միակ նյութն է, որ սովորական ջերմային և ճնշման պայմաններում հանդես է գալիս միաժամանակ երեք վիճակներով՝ պինդ (կարծր), հեղուկ և գոլորշի,

2) սառույցի հալեցումն ուղեկցվում է դրա ծավալի ոչ թե ընդարձակմամբ, ինչպես շատ նյութերի մոտ, այլ փոքրացմամբ (սեղմվածությամբ),

3) այն միակ միացությունն է, որ առավելագույն խտության ( $1\text{գ/սմ}^3$ ) է հասնում  $3.98^\circ\text{C}$ , իսկ դրանից բարձր ու ցածր ջերմաստիճաններում այն փոքրանում է,

4) ջուրն ունի հալման (սառեցման) և եռման արտակարգ բարձր ջերմաստիճաններ ( $0^\circ$  և  $+100^\circ\text{C}$ ),

5) ջուրն ունի բարձր ջերմատարողունակություն, ինչպես նաև շատ բարձր (համեմատած այլ հեղուկների հետ) հալման և գոլորշիացման թաքնված ջերմություն (համապատասխանաբար 80 և 539 կալ/գ),

6) ունի համակողմանի լուծողունակություն, որը պայմանավորված է բացառիկ բարձր դիէլեկտրիկ թափանցելիությամբ, որը  $20^\circ\text{C}$  ջերմաստիճանի դեպքում հավասար է 81.0,

7) ջրի մածուցիկությունը ճնշման բարձրացման հետ, ջերմաստիճանը ( $0^\circ$ -ից մինչև  $20\text{-}30^\circ\text{C}$ -ի) բարձրանալիս, ընկնում է (ոչ թե մեծանում է, ինչպես մնացած նյութերի մոտ) և միայն առավել բարձր ջերմաստիճաններում, այն ճնշման մեծացման հետ սկսում է բարձրանալ,

8) սառցի վերածվելիս ջրի ծավալն արտասովոր մեծանում է (շուրջ 10%), իսկ խտությունը՝ փոքրանում ( $0.9168\text{ գ/սմ}^3$ ), մինչդեռ մյուս բոլոր հեղուկների բյուրեղացումն ուղղեկցվում է խտության ավելացմամբ, հետևաբար՝ ծավալի փոքրացմամբ:

Թվարկած առանձնահատկություններից բացի ջուրն ունի նաև խտորիչ հատկանիշներ՝ լույսի ճառագայթների բեկման, ձայնի տարածման, մակերևութային ձգողականության նկատմամբ (շնորհիվ ջրածնային կապի առկայության՝ ջրի մոլեկուլներն իրար ձգում են ավելի ուժեղ, քան այլ հեղուկներում, դրա համար էլ ջրի մակերևույթին ստեղծվում է մակերևութային մեծ ձգողականություն):

Հատուկ ուշադրության է արժանի ծանր ջուրը ( $\text{H}_2\text{O}^{16}$  կամ D), որը սովորական ջրից անջատում են էլեկտրոլիզի ճանապարհով: Դրա մոլեկուլի զանգվածը հավասար է 20, խտությունը՝ 1.106, առավելագույն խտությունը դիտվում է  $+11.6^\circ\text{C}$  ջերմաստիճանում, եռման ջերմաստիճանը կազմում է  $101.42^\circ\text{C}$ , իսկ սառույցի հալման ջերմաստիճանը՝

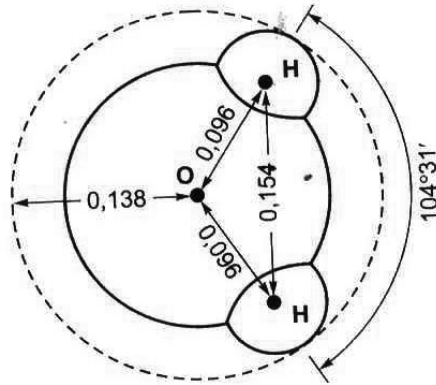
+3.82°C, սովորական ջուրն ավելի լավ է զանազան նյութեր լուծում, քան ծանր ջուրը: Մակերևութային ձգողականությամբ և որոշ այլ հատկություններով ծանր ջուրը խիստ կերպով տարբերվում է սովորական ջրից: Օրինակ, դրանում սերմերը չեն աճում, մահացու է ջրային օրգանիզմների համար: Բնական ջրերում մեկ միավոր ծանր ջրին բաժին է ընկնում միջինը 5 հազ.միավոր սովորական ջուր:

Ծանր ջուրը բնության մեջ տարածված է ամենուրեք: Նույնիսկ աննշան քանակությամբ այն գոյություն ունի պտուղների, բանջարեղենների, կաթի, արյան մեջ: Սովորական ջրից ծանր լինելու հետևանքով այն կուտակվում է ջրավազանների հատակում: Ծանր ջուրը լայն կիրառություն ունի ատոմային էներգիայի բնագավառում, որից ստանում են ծանր ջրածին:

Մեծ հիմքեր կան պնդելու, որ «ծանր» ջուրն ապագայում կփոխարինի բնական վառելանյութի շատ տեսակների, որոնց պաշարները գնալով պակասում են: Բանն այն է, որ դեյտերիումն, ի տարբերություն սովորական ջրածնի, կարող է թերմոդինամիկ ռեակցիայի մեջ մտնել՝ առաջացնելով հսկայական քանակի ատոմային էներգիա: Ընդ որում, այդ էներգիան մոտ 3-10 անգամ մեծ է, քան ծանր ռադիոակտիվ տարրերի (ուրան, պլուտոնիում) միջուկների տրոհման հետևանքով անջատվող էներգիան:

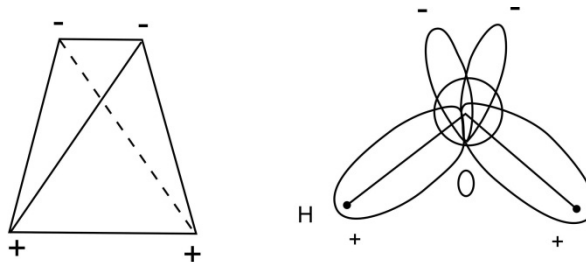
Ջրի խտտորիչ հակտանիշները պայմանավորված են նրա մոլեկուլի ներքին կառուցվածքի առանձնահատկություններով՝ բարձր բևեռականությամբ և մոլեկուլների միջև լրացուցիչ ջրածնային կապերի առկայությամբ:

Ինչպես ասվեց, ջրի մոլեկուլը բաղկացած է մեկ ատոմ թթվածնից և երկու ատոմ ջրածնից, ընդ որում ջրածնի ատոմները թթվածնի նկատմամբ որոշակի դասավորություն ունեն (նկ.14): Ջրածնի ատոմները գտնվում են հավասարաարուն եռանկյան անկյուններում, իսկ թթվածինը՝ եռանկյան գագաթում: Եռանկյան կողներն ունեն 0.96 անգատրեմ ( $10^{-10}$  մետր) երկարություն, գագաթում կազմում են  $105^{\circ}$  անկյուն:



**Նկ. 14** Էլեմենտար միավորի (հիդրոլ) կառուցվածքը, թվերը, միջուկային հեռավորությունը, նմ (նանոմետր= $10^{-7}$ մ)

Ժամանակակից պատկերացումների համաձայն՝ ջրի մոլեկուլի կառուցվածքը նման է քառանիստի (տետրաէդր), որի երկու անկյուններում տեղադրված են դրական լիցքավորված ջրածնի իոնները, իսկ հակադիր անկյուններում՝ բացասական լիցքավորված էլեկտրոնները (նկ.15): Էլեկտրոստատիկ ուժերի ծանրության կենտրոնների նման առանձնացված դասավորությունը, հավանաբար, պայմանավորում է ջրի մոլեկուլի բարձր բևեռականությունը, որի շնորհիվ ջրի մոլեկուլները միանալով առաջացնում են ագրեգատներ: Վերջինների մեջ մոլեկուլների քանակը (2-6) կախված է ջրի ֆիզիկական վիճակից (հեղուկ, կարծր, գոլորշի):



**Նկ. 15** Ջրի մոլեկուլի մոդելը

Ջրի մոլեկուլներն ունեն նաև լրացուցիչ ջրածնային կապեր ստեղծելու արտասովոր հատկություն, ջրածնի ատոմը էլեկտրոնային թաղանթի բացակայության և չափազանց փոքր իոնային շառավիղի շնորհիվ օժտված է էլեկտրոստատիկ ձգողական մեծ ուժով, որի պատճառով ջրածնի իոնը, առանց կապը խզելու տվյալ մոլեկուլի թթվածնից, լրացուցիչ կապ է հաստատում ջրի այլ մոլեկուլի թթվածնի հետ: Այդ պատճառով կարող են ստեղծվել նաև «կրկնակի ջրածնային կապեր»:

Ջրի և ջրային հեղուկների կառուցվածքի ուսումնասիրությունների ասպարեզում ձեռքբերած նվաճումների օգտագործումը տալիս է լայն հնարավորություններ լուծելու տարաբնույթ երկրաբանական հիմնահարցեր և հատկապես պարզելու երկրակեղևում ջրի դերը երկրաբանական և ջրաերկրաքիմիական գործընթացում:

## **6.2. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Ստորերկրյա ջրերի հիմնական ֆիզիկական հատկություններն են՝ ջերմաստիճանը, թափանցիկությունը (վճիտությունը), գույնը, համը, հոտը, խտությունը, մածուցիկությունը, էլեկտրահաղորդականությունն ու ռադիոակտիվությունը, որոնք որոշվում են համաձայն 18963-73ԳՈՍՏ-ի: Թվարկածներից մի քանիսը (ջերմաստիճան, թափանցիկություն, գույն, համ, հոտ) օժտված են օրգանոլեպտիկ հատկանիշներով, այսինքն՝ սրությամբ ընկալվում են մարդու զգայական օրգաններով:

Ջրի այնպիսի ֆիզիկական հատկությունները, ինչպիսիք են ջերմահաղորդականությունը, ջերմատարողությունը և ջերմաստիճանահաղորդականությունը, հակիրճ նկարագրված է III գլխում:

*Ջերմաստիճան:* Ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը տատանվում է մեծ սահմաններում և կախված է դրանց տեղադրման խորությունից ու սնման ռեժիմից, երկրաբանական կառուցվածքից ու կառուցվածքի զարգացման պատմությունից, ֆիզիկաաշխարհագրական պայմաններից:

Հավերժական սառածության գոտում աղաջրերն ունենում են բացասական ջերմաստիճան՝ մինչև  $-20^{\circ}\text{C}$  սահմաններում: Միջին գոտիներում ոչ խորը տեղադրման ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը, կախված կլիմայական պայմաններից, փոփոխվում են 5-15-ի, հասարակածային գոտիներում՝ 15-20 $^{\circ}\text{C}$ -ի սահմաններում: Երիտասարդ և ժամա-

նակակից հրաբխականության մարզերում, ինչպես նաև տեկտոնական կոտրատված տեղերում, որտեղ ստորերկրյա ջրերը բարձրանում են երկրակեղևի խորը հորիզոններից, հայտնի են աղբյուրներ, որոնց ջրի ջերմաստիճանը հաճախ գերազանցում է 100°C (թերմեր, հեյզերներ, ուրոնք տարածված են Կամչատկայում, Իսլանդիայում, Ճապոնիայում, Ամերիկայում և այլուր): Երկրաջերմային զոնաներում խոր հորատանցքերով (3-4 կմ) երբեմն հայտնաբերվում են գերտաք ջրեր մինչև 250°C ջերմությամբ (տե՛ս գլ. XV):

Ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը հատկապես դրանց ոչ խորը տեղադրման դեպքում տարվա ընթացքում ենթարկվում են որոշակի փոփոխության: Իսկ տեղանքի հաստատուն ջերմաստիճանային գոտուց ներքև ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանն ավելանում է ըստ երկրաջերմային աստիճանի (տե՛ս գլ. III):

Խմելու ջուրն ավելի հաճելի ու թարմացնող է, եթե դրա ջերմաստիճանը կազմում է 7-11°C: Բուժման, մասնավորապես լոզանքների ընդունման համար բարենպաստ է ջրի 35-37°C ջերմությունը, որը մոտ է մարդու մարմնի ջերմաստիճանին:

Ջերմաստիճանը զգալի ազդեցություն է գործում երկրակեղևում ընթացող ֆիզիկաքիմիական գործընթացների և ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի վրա: Սովորաբար ջերմաստիճանի ավելացման հետ ջրում դիֆուզիայի արագությունը և աղերի լուծման աստիճանը ավելանում է, իսկ գազերի լուծողունակությունը նվազում:

Ջրաերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ աղբյուրների ջրի ջերմաստիճանը չափվում է անմիջապես ելքի մոտ, իսկ շատրվանող հորատանցքերից կամ արտամղումների ժամանակ՝ ջրթափ սարքերի (հարմարանքների) վրա: Ժամանակակից երկրաֆիզիկական սարքերը հնարավորություն են տալիս ուսումնասիրելու խորը հորատանցքերում ջրի ողջ սյան ջերմաստիճանային փոփոխությունները նույնիսկ տասնորդական աստիճանի ճշտությամբ:

*Վճիտություն (թափանցիկություն):* Ստորերկրյա ջրերի վճիտությունը կախված է ջրում լուծված հանքային նյութերի քանակից, մեխանիկական խառնուրդների, օրգանական նյութերի ու կոլոիդների պարունակությունից:

Ըստ վճիտության աստիճանի ստորերկրյա ջրերը ստորաբաժանվում են՝ 1) վճիտ, 2) թույլ պղտոր, 3) պղտոր, և 4) շատ պղտոր: Ի տար-

բերություն մակերևութային ջրերի՝ ստորերկրյա ջրերը առավել վճիտ են:

Ջրի վճիտությունը որոշվում է գլանաձև, հարթ հատակով և 30-40 սմ բարձրության թափանցիկ ապակյա անոթի միջոցով, որը կատարվում է գլանի տակ դրոշմված որոշակի տառաշարի ընթերցմամբ: Ցանկալի է այդ դիտարկումը համադրել աղազերծված (թորած) ջրի նմուշի հետ: Ջրի վճիտությունը (պղտորությունը) գնահատվում է մգ/լ-ով՝ ըստ ստանդարտային (նմանօրինակային) սանդղակի:

*Գույնը:* Ստորերկրյա ջրերի գույնը կախված է դրանց քիմիական կազմից և խառնուրդների առկայությունից: Այն որոշում են անգեն աչքով ինչպես ջրի վճիտությունը:

Ստորերկրյա ջրերը սովորաբար անգույն են, սակայն կոշտ ջրերը երկնագույն երանգ են ստանում, երկաթն ու ծծմբաջրածինը ջրին տալիս են կանաչակապտավուն երանգ, հումինային օրգանական միացությունները՝ դեղնավուն, իսկ կախված միներալային մասնիկները՝ մոխրագույն երանգ:

Ջրի գույնը որոշվում է ըստ պլատինակոբալտային աստիճանասանդղակի և արտահայտվում է աստիճաններով:

*Հոտը:* Ստորերկրյա ջրերը սովորաբար հոտ չունեն, սակայն այն որոշակիորեն զգացվում է, առավելապես պայմանավորված է մանրէների կենսագործունեությամբ: Ոչ խորը տեղադրված գրունտային ջրերը ճահճային ջրերի հետ հաղորդակցվելիս ձեռք են բերում «ճահճային» հոտ: Քիչ օգտագործվող ջրհորերում, որոնք ամրակապված են փայտով, ջուրը տհաճ հոտ ունի, իսկ ծծմբաջրածնով հարուստ ջուրը օժտված է նեխած ձվի հոտով: Խմելու ջուրը հոտ չպետք է ունենա: Այն որոշելու համար շշի մեջ լցված, տաքացված ջուրը (մինչև 40-50<sup>0</sup>C) 3-5 անգամ թափահարում են և անմիջապես հոտ քաշում:

Ջրի հոտի ինտենսիվությունը գնահատում են բալերով՝ ըստ սանդղակի:

*Համը:* Ստորերկրյա ջրերի համը պայմանավորված է ջրի մեջ հանքային միացությունների, գազերի և այլ խառնուրդների պարունակությամբ: Կալցիումի և մագնեզիումի հիդրոկարբոնատների, ինչպես նաև ածխաթթվի պարունակությունը ջրին տալիս են հաճելի համ: Մեծ քանակի օրգանական նյութի պարունակությունը ջուրը դարձնում է քաղցրահամ, երկաթի իոնները ջրին հաղորդում են ժանգի յուրահատուկ համ,

սուֆատները ջուրը դարձնում են դառնահամ, իսկ նատրիումի քլորիդը՝ աղահամ:

Ջրի համը որոշվում է գոլ ջուրը (20-30°C) զգայարաններով փորձարկումով: Ընդ որում, ջրի համ ու հոտի զգացողությունները սյուրեկ-տիվ են, կապված են մարդու փորձից և որակավորումից:

Ջրի համը գնահատում են բալերով՝ ըստ սանդղակի:

*Խտությունը:* Ջրի խտությունը քանակապես որոշվում է որոշակի ջերմաստիճանում դրա զանգվածի և ծավալի հարաբերությամբ: Որպես չափի միավոր ընդունված է աղազերծված (թորած) ջրի խտությունը 4°C (1.0 գ/սմ<sup>3</sup>):

Ջրի խտությունը կախված է դրա ջերմաստիճանից, լուծված աղերի ու գազերի, ինչպես նաև մեխանիկական խառնուրդների պարունակությունից: Ստորերկրյա ջրերի խտությունը տատանվում է 1.0-1.01գ/սմ<sup>3</sup> սահմաններում և առաջին հերթին պայմանավորված է դրանց հանքայնացումով (միներալիզացիայով):

Երբեմն ջրի խտությունը որոշում են ըստ դրա աղայնության մեծության՝ արտահայտված Բոմի աստիճաններով: Բոմի մեկ աստիճանը համարժեք է մեկ լիտր ջրում 10 գ քլորիդային նատրիումի լուծված աղերով ջրի խտությանը: Ջրի խտությունը, ըստ աղայնության, արտահայտված Բոմի աստիճաններով բերված է աղյուսակ 8 –ում:

**Աղյուսակ 8**

*Ջրի խտությունը տարբեր աղայնության աստիճաններում*

Աղայնությունը Բոմի աստիճանով	Ջրի խտությունը, գ/սմ <sup>3</sup>	Աղայնությունը Բոմի աստիճանով	Ջրի խտությունը, գ/սմ <sup>3</sup>	Աղայնությունը Բոմի աստիճանով	Ջրի խտությունը, գ/սմ <sup>3</sup>
1	1.0000	11	1.0825	21	1.1703
2	1.0140	12	1.0907	22	1.1793
3	1.0212	13	1.0990	23	1.1896
4	1.0283	14	1.1074	24	1.1995
5	1.0358	15	1.1100	25	1.2065
6	1.0433	16	1.1247	26	1.2197
7	1.0509	17	1.1335	27	1.2301
8	1.0586	18	1.1425	28	1.2407
9	1.0664	19	1.1516	29	1.2515
10	1.0744	20	1.1609	30	1.2624

*Սեղմելիություն:* Ջրի սեղմելիությունը ցույց է տալիս ճնշման ազդեցության տակ ծավալի փոփոխությունը: Ջրի սեղմելիության աստիճանը հիմնականում կախված է դրանում լուծված գազերի քանակից, ջերմաստիճանից և քիմիական կազմից: Հեղուկի նախնական ծավալի փոքրացման չափը, որն առաջանում է դրա վրա ճնշումը  $10^5$  Պա մեծացնելու դեպքում, կոչվում է սեղմելիության գործակից կամ ծավալային առածականության գործակից ( $\beta$ ), այն որոշվում է.

$$\beta = \frac{\Delta V}{V \Delta P} \tag{59}$$

որտեղ՝

$V$  -ն հեղուկի ծավալն է,

$\Delta V$  -ն ծավալի փոփոխությունն է, որը համապատասխանում է ճնշման  $\Delta P$  փոփոխությանը:

Ստորերկրյա ջրերի սեղմելիության գործակիցը փոփոխվում է  $\beta = (2.7 \div 5) \times 10^{-4}$  Պա (Վ. Ն. Շչելկաչև) սահմաններում:

Երկրակեղևի խոր մասերում ջուրը ենթարկվում է ոչ միայն ճնշման ազդեցության, այլ նաև ջերմաստիճանի և դրանում լուծված գազերի: Ընդ որում, ճնշումը նպաստում է ջրի ծավալի փոքրացմանը, իսկ ջերմաստիճանը և լուծված գազերը՝ մեծացմանը: Այդ գործոնների գումարային ազդեցության գնահատման համար օգտագործում են շերտային հեղուկի ծավալային գործակից ( $b$ ) հասկացությունը, որը բնութագրվում է շերտային պայմաններում հեղուկի ծավալի ( $V_2$ ) և նույն ծավալի հեղուկի զանգվածի ( $V_q$ ) հարաբերությամբ  $10^5$  Պա ճնշման ու  $20^\circ\text{C}$  ջերմաստիճանի դեպքում.

$$b = \frac{V_2}{V_{1/2}} : \tag{60}$$

Ստորերկրյա ջրերի համար շերտային հեղուկի ծավալային գործակիցը հազվագյուտ դեպքում է գերազանցում 1.2:

Ստորերկրյա ջրերի սեղմելիությունը ի նկատի են ունենում խորը ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրման, ինչպես նաև նավթային և գազային հանքավայրերի ռեժիմների հաշվարկման դեպքերում:



*Մածուցիկությունը:* Ջրի (հեղուկի) մածուցիկությունը (կամ ներքին շփում) բնութագրում է դրա մասնիկների ներքին շփման դիմադրությունը ջրի (հեղուկի) շարժմանը: Ջրի մածուցիկությունը գործոն է, որը պայմանավորում է շարժման փոխանցումը ջրի զանգվածի բարձր արագությամբ շարժվող շերտից ցածր արագությամբ շարժվող շերտին: Այլ կերպ ասած՝ մածուցիկությունը հեղուկի այն հատկանիշն է, որ նյութը որևէ հատվածի շարժման ժամանակ մեկ այլ մասը դիմադրություն է ցույց տալիս: Որքան այդ դիմադրությունը մեծ լինի, այնքան հեղուկը դժվար կշարժվի:

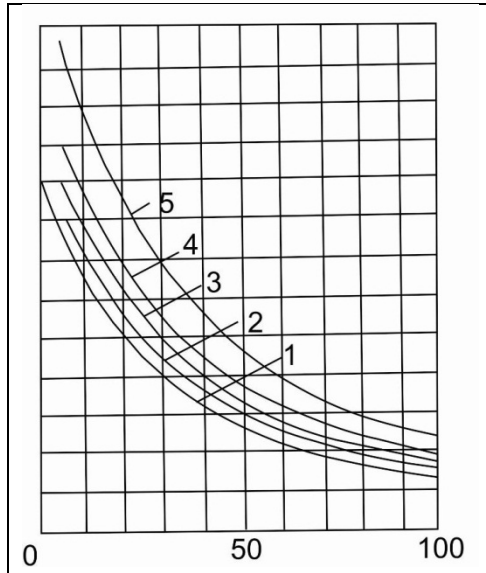
Տարբերում են ջրի *դինամիկ և կինետիկ* մածուցիկություն:

*Դինամիկ մածուցիկությունը* հեղուկի մի մասը մյուսի նկատմամբ տեղաշարժվելիս ցուցաբերվող դիմադրության քանակական բնութագիրն է: Այն արտահայտվում է դիմադրության ուժով, որը ցուցաբերվում է հեղուկի շերտի միավոր մակերեսին ( $\text{սմ}^2$ ), միավոր երկարության վրա ( $\text{սմ}$ ), միավոր արագությամբ ( $\text{սմ/վրկ}$ ) տեղաշարժվելիս: Քանակապես այն արտահայտվում է մածուցիկության դինամիկ գործակցով և միավորների Համաշխարհային համակարգում (ՇՈ) չափվում է 1 Պասկալ-վայրկյան (1 ՊաՎրկ): Ջրաերկրաբանական գրականությունում մինչև վերջին ժամանակներս որպես մածուցիկության միավոր օգտագործվում էր 1 սանտիպուազը ( $1 \text{ սՊ} = 10^{-3}$  ՊաՎրկ):

Մաքուր ջուրը  $0^\circ\text{C}$ -ի դեպքում բնութագրվում է  $1.79 \times 10^{-3}$  ՊաՎրկ մածուցիկությամբ, իսկ  $100^\circ\text{C}$ -ի դեպքում՝  $0.28 \times 10^{-3}$  ՊաՎրկ, այսինքն՝ 6 անգամ փոքր: Գոլորշու մածուցիկությունը մոտ 200 անգամ փոքր է ջրի մածուցիկությունից:

Ստորերկրյա ջրերի մածուցիկությունը հիմնականում կախված է ջերմաստիճանից և դրանցում լուծված աղերի քանակությունից (հանքայնացումից): Ընդ որում, ջերմաստիճանի մեծացումով մածուցիկությունը փոքրանում է, իսկ հանքայնացման բարձրացումով՝ մեծանում (նկ. 16):

Ջրի մածուցիկության վրա ճնշման և դրանում լուծված գազերի ազդեցությունն աննշան է:



**Նկ. 16 Ջրի մածուցիկության կախվածության գրաֆիկը ջերմաստիճանից տարբեր հանքայնացումների դեպքում (q/l) (ըստ Ս. Ս. Բոնդարենկոյի և ուրիշների)**  
**1- 0 հանքայնացման դեպքում, 2- նույնը 100-ի դեպքում, 3- նույնը 140-ի դեպքում, 4- նույնը 180-ի դեպքում, 5- նույնը 220-ի դեպքում:**

*Կինետիկ մածուցիկություն:* Ջրի կինետիկ մածուցիկությունը բնութագրվում է կինեմատիկ մածուցիկության գործակցով ( $\nu$ ), որն իրենից ներկայացնում է դինամիկ մածուցիկության և հեղուկի խտության հարաբերությունը.

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (61)$$

որտեղ՝

$\mu$  -ն դինամիկ մածուցիկությունն է, Պապրկ,

$\rho$  -ն ջրի (հեղուկի) խտությունն է,  $գ/սմ^3$ :

Ջրի կինեմատիկ մածուցիկության գործակցի չափման միավորը հանդիսանում է ստոկսը՝ C ( $1C=1սմ^2/վրկ$ ):

*Էլեկտրահաղորդականությունը:* Ստորերկրյա ջրերի էլեկտրահաղորդականությունը պայմանավորված է նրանով, թե ջրերը որքանով են էլեկտրոլիտային լուծույթ հանդիսանում, այսինքն՝ էլեկտրահաղորդա-

կանությունը ուղղակի կապի մեջ է ջրում լուծված աղերի քանակի հետ: Էլեկտրահաղորդականությունը գնահատվում է տեսակարար էլեկտրական դիմադրությամբ, որը չափվում է Օհմսմետրերով (Օհմսմ): Քիմիապես մաքուր (թորած) ջուրը էլեկտրահաղորդիչ չէ, այն քաղցրահամ ջրերի համար տատանվում է  $3 \times 10^{-5}$  մինչև  $3 \times 10^{-3}$  Օհմսմ սահմաններում, իսկ աղահամ ջրերի համար՝  $5 \times 10^{-3}$ -ից մինչև  $1.2 \times 10^0$  Օհմսմ սահմաններում: Ջրի այս հատկանիշը կարևոր ցուցանիշ է հանդիսանում ստորերկրյա ջրերի հանքայնացման (միներալիզացիայի) աստիճանը աղաչափային սարքերի միջոցով որոշելու համար:

*Ռադիոակտիվությունը:* Ստորերկրյա ջրերի ռադիոակտիվությունը որոշվում է դրանցում ուրանի, ռադիումի լուծված միացությունների, ինչպես նաև իներտ գազերի՝ ոչ ռադիոակտիվ հելիումի և ռադոնի (ռադիումի գազային էմանացիայի) պարունակությամբ: Ռադիոակտիվության միավորը ՇՄ համակարգում հանդիսանում է Բեկկեռելը (ԲԿ)՝ մուկլիդի 1 տրոհման ակտիվությունը 1 վայրկյանում: Ստորերկրյա ջրերի ռադիոակտիվ հատկություններն, ըստ ծավալային հարաբերակցության, ընդունված է արտահայտել տեսակարար միավորներով: Ջրաերկրաբանական գրականության մեջ կարելի է հանդիպել, ըստ որում արդեն հնացած, ռադիոակտիվության գնահատման միավորների  $1 \text{ էման/լ} = 0.28$  միավոր Մախե=  $1 \times 10^{-10}$  կյուրի/լ (կյուրի 1 լիտրում) կամ 10 նկյուրի/լ (նանո-կյուրի 1 լիտրում)=  $3.7 \text{ ԲԿ/դմ}^3$ : Ստորերկրյա ջրերը կարող են պարունակել նշանակալի քանակությամբ ( $1-30 \text{ ԲԿ/դմ}^3$ ) թթու մագնատիկ և երբեմն նստվածքային ապարներում մինչև 150 հազ  $\text{ԲԿ/դմ}^3$  ռադոն ուրանային հանքավայրերի թթվեցման զոնաներում: Ջրեր, որոնք պարունակում են  $1-70 \text{ ԲԿ/դմ}^3$  և օգտագործվում են ջերմուկաբուժական (հանքաբուժական) նպատակներով:

Ջրում, ռադիումի էմանացիաների քանակից կախված, արտահայտված էմաններով, Ե. Ս. Բուրկսերը կատարում է հետևյալ դասակարգումը.

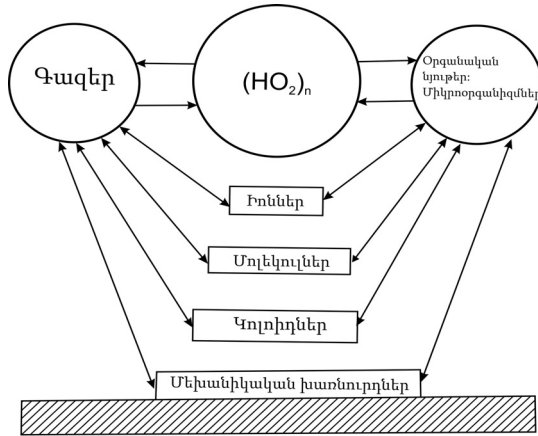
Շատ ուժեղ ռադիոակտիվ	մեծ 10000
Ուժեղ ռադիոակտիվ	1000-10000
Ռադիոակտիվ	100-1000
Թույլ ռադիոակտիվ	10-100
Անչափ թույլ ռադիոակտիվ	փոքր 10

Վերջին տարիներին սևեռուն ուսումնասիրությունների օբյեկտ է դարձել ստորերկրյա ջրերում հելիում գազի պարունակության որոշումը: Հելիումը, որն իրենից ներկայացնում է ռադիոակտիվ տարրերի տրոհման արգասիք, անընդհատ առաջանում է երկրակեղևում և համեմատաբար թափանցելի զոնաներով միգրացվում է երկրի մակերևույթ: Հելիումային հանույթի ժամանակ շատ լավ գծանշվում են երկրակեղևի խախտման զոնաները, դրանց հատման հանգույցները: Բացահայտվում են ֆունդամենտի (հիմքի) և այն ծածկող նստվածքային ապարների կառուցվածքային առանձնահատկությունները: Հելիումը օգտագործվում է նաև որպես ինդիկատոր (քիմիական ռեակտիվ) ռադիոակտիվ միներալների հանքավայրերի որոնման ժամանակ:

Ուրան և ռադոն պարունակող ստորերկրյա ջրերի ռադիոակտիվությունը միշտ էլ կապված է ջրապարունակ ապարների ռադիոակտիվ տարրերի պարունակության հետ, դրա համար էլ առավելագույն ռադիոակտիվությամբ օժտված են թթու մագմատիկ ապարներում պարունակված ջրերը, իսկ նվազագույնը՝ նստվածքային ապարների ջրերը: Ռադիում պարունակող ջրերի օգտագործումն անթույլատրելի է, քանի որ այն կուտակվում է մարդու օրգանիզմում:

### **6.3. ՄՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԸ ԵՎ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԸ**

Ստորերկրյա ջուրն իրենից ներկայացնում է բնական բարդ հեղուկ, իր կազմում պարունակելով շատ քիմիական տարրեր՝ պարզ և բարդ իոնների տեսքով, համալիր միացություններ, լուծված կամ գազաձև մոլեկուլներ: Դրանում առկա են բարդ օրգանական միացություններ, շատ կենդանի և անկենդան միկրոօրգանիզմներ (մանրէներ), տարբեր կազմի մեխանիկական և կոլոիդային նյութեր (նկ. 17):



Լեռնային ապարներ

**Նկ. 17 Բնական ջրի սխեմա (ըստ Ա. Մ. Օվչիննիկովի)**

Բոլոր այդ միացությունների տարբեր հարաբերակցությունները պայմանավորում են ստորերկրյա ջրերի բազմաթիվ այլազանությունները: Երկրակեղևում հայտնի 87 կայուն քիմիական տարրերից 70-ից ավելին հայտնաբերված են ստորերկրյա ջրերում:

### 6.3.1. ԻՈՆԱ-ԱՎԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ

Ստորերկրյա ջրերում տարածված միներալային բաղադրիչները՝ (կոմպոնենտները) կախված դրանց կոնցենտրացիաներից (պարունակությունից, կուտակումից) ստորաբաժանվում են մակրո, միկրո ուլտրաբաղադրիչների և ռադիոակտիվ տարրերի:

Ջրի քիմիական կազմի մեջ մտնող այն իոններն ու միացությունները, որոնք հանդիպում են ավելի հաճախ ու առավել մեծ քանակություններով, անվանում են *մակրոբաղադրիչներ կամ գլխավոր իոններ*: Դրանց շարքին են դասվում  $Cl^-$ ,  $SO_4^{-2}$ ,  $HCO_3^-$  անիոնները,  $Na^+$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$  կատիոնները, ինչպես նաև  $H_4SiO_4$  սիլիկաթթուն, որը ստորերկրյա ջրերում հանդես է գալիս գլխավորապես մոլեկուլի տեսքով: Երբեմն այս շարքին են դասվում նաև ազոտի միացությունները և որոշ տարրեր (K, Si, Fe, Al), որոնք լայնորեն տարածված են երկրա-

կեղևում և որոշակի պայմաններում ձևավորում են ստորերկրյա ջրերի շատ քիչ հանդիպող առանձնահատուկ տիպեր:

Մակրոբաղադրիչները սովորաբար կազմում են ջրում լուծված բոլոր աղերի 90-95% (քաղցրահամ ջրերի) և 99%-ից ավելի հանքայնացված ջրերում, որոշում են ջրի քիմիական տիպն ու հատկությունները:

Սովորաբար քաղցրահամ և թույլ աղահամ ջրերում գերիշխում են  $\text{HCO}_3^-$  և  $\text{Ca}^{2+}$  իոնները, բարձր հանքայնացման ջրերում՝  $\text{Cl}^-$  և  $\text{Na}^+$  իոնները, իսկ  $\text{SO}_4^{2-}$  և  $\text{Mg}^{2+}$  իոններն ավելի բնորոշ են միջին հանքայնացում ունեցող ստորերկրյա ջրերին: Այս երևույթի պարզեցված բացատրությունը կայանում է հետևյալում.

Ca-ի կարբոնատային աղերի թույլ լուծելիությունը պայմանավորում է հիդրոկարբոնատ և կարբոնատ իոնների փոքր կոնցենտրացիան՝ 1000 մգ/լ-ից ոչ ավելի: Ca-ի սուլֆատի համեմատաբար թույլ լուծելիությունը սահմանափակում է սուլֆատ իոնի պարունակությունը որոշակի սահմաններում: Ամենաբարձր լուծելիությունը նկատվում է քլորիդային աղերի մոտ, որի հետևանքով բնական ջրերում քլորի պարունակությունը կարող է հասնել բարձր կոնցենտրացիայի:

Ջրերում *միկրոբաղադրիչները* պարունակվում են առավել քիչ քանակություններով և բնութագրում են ջրի սպեցիֆիկ (յուրահատուկ) կազմը: Միկրոբաղադրիչների շարքին են դասվում մի քանի տասնյակ իոններ, որոնցից գլխավորներն են հանդիսանում Mn, Cu, Zn, Pb, Br, J, N (ամոնիումի, նիտրատների և նիտրիտների ձևով) և այլն:

*Ջրում ուլտրամիկրոբաղադրիչները* (գերքիչ) հանդիպում են աննշան քանակություններով ( $<10^{-2}$ մգ/լ): Դրանցից են՝ Au, Bi, Te, Cd, Se և այլն:

Ստորև բերվում են հիմնական քիմիական մակրոբաղադրիչների հակիրճ տվյալները:

*Քլոր իոնը* ( $\text{Cl}^-$ ) ունի տեղաշարժման բարձր հատկություն: Նատրիում, մագնեզիում և կալցիում քլորիդային աղերի լուծելիությունը շատ բարձր է: Դրա հետևանքով քլորիդային իոնները ջրի հետ անարգել տեղաշարժվում են:

Բնական ջրերում, քլորիդային իոնների գլխավոր աղբյուր է հանդիսանում հալիտը, ինչպես ապարներում ցրված, այնպես էլ շերտերի և

շտոկների (հանքազանգված, ապարազանգված) տեսքով: Քլորը ջրի մեջ կարող է անցնել նաև մագմատիկ ապարների (այն մտնում է քլորապատիտ, սողալիտ միներալների կազմի մեջ) հողմնահարման, հրաբխային գազերի և խորքային մետամորֆոզեն ֆլյուիդների հետ: Քլորի որոշ քանակություն պարունակվում է մթնոլորտային տեղումներում՝ հատկապես մերձծովյա և մերձօվկիանոսային տարածքներում (էօլյան գործընթացներ):

Չորային շրջաններում, քլորի իոնները կարող են մուտք գործել ստորերկրյա ջրեր աղուտների (սոլանչակներ) տարալուծման ժամանակ: Վերջապես ահռելի քանակությամբ քլոր ստորերկրյա ջրոլորտ մուտք է գործում կենցաղային և արդյունաբերական հոսքաջրերի միջոցով:

Ստորերկրյա ջրերում քլորի պարունակությունը տատանվում է մեծ սահմաններում (մակրոկոմպոնենտներում)՝ գ/լ-ի հազար երորդական մասերից (հյուսիսի գրունտային ջրերում) մինչև 340-300 գ/լ (աղաջրերում): Քլորի պարունակությունը գրունտային ջրերում հյուսիսից դեպի հարավ և ուղղաձիգ կտրվածքում որպես կանոն մեծանում է:

Խմելաջրերում քլորի պարունակությունը չպետք է գերազանցի 0.35գ/լ-ը:

*Սուլֆատ իոնը* ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) բնական ջրերում հանդիսանում է կարևորներից մեկը և լավ դյուրաշարժ է: Բնական ջրերում  $\text{SO}_4^{2-}$ -ի պարունակությունը լիմիտավորվում է  $\text{Ca}^{2+}$  իոններով, որոնք առաջացնում են համեմատաբար քիչ լուծվող  $\text{CaSO}_4$ : Ջրում սուլֆատների ի հայտ գալու հիմնական աղբյուր են հանդիսանում նստվածքային ապարները, որոնց կազմի մեջ մտնում են գիպս, անհիդրիտ, միրաբիլիտ, գլաբերիտ և այլն: Ջրերի  $\text{SO}_4^{2-}$  իոններով հարստացման գործում մեծ դեր են խաղում սուլֆիդների օքսիդացման գործընթացները: Նշանակալից քանակությամբ սուլֆիդներ և հատկապես  $\text{H}_2\text{S}$  անջատվում է հրաբխային ժայթքումների ժամանակ և օքսսիդացվում է մինչև  $\text{SO}_4^{2-}$ -ի:

Չորային շրջաններում մակերևութային և գրունտային ջրերը հարստանում են սուլֆատներով աղուտների տարալուծման ժամանակ,

երբեմն դրանք բացի հալիտից պարունակում են նաև գիպս ու միրաբիլիտ: Սուլֆատի աղբյուրներից են մթնոլորտային տեղումները:

Խմելաջրերում սուլֆատի պարունակությունը չպետք է գերազանցի 0.5գ/լ-ը:

*Հրդրոկարբոնատ և կարբոնատ իոնները* ( $\text{HCO}_3^-$  և  $\text{CO}_3^{2-}$ ) հանդիսանում են բնական ջրերի քիմիական կազմի կարևոր բաղկացուցիչ մասեր: Այս երկու իոններն էլ հանդիսանում են ածխաթթվի արտադրյալ ու լուծույթում գտնվում են իրար մեջ ու որոշակի քանակային հարաբերությամբ ածխաթթվի հետ`



Թթու ջրերում հիդրոկարբոնատային իոնների պարունակությունը գործնականում հավասար է գրոյի, իսկ չեզոք և հիմնային ջրերում դրանք գերակշռող են հանդիսանում: Դրա համար էլ բնական ջրերում  $\text{CO}_3^{2-}$  իոնները գտնվում են համեմատաբար հազվադեպ:  $\text{HCO}_3^-$  և  $\text{CO}_3^{2-}$  իոնների առաջացման աղբյուր հանդիսանում են տարբեր կարբոնատային ապարները (կրաքարեր, դոլոմիտներ, մերգելներ և այլն) և շատ նստվածքային ապարների կարբոնատային ցեմենտը:

Այդ իոնների երկրորդ գլխավոր աղբյուրը հանդիսանում է ջերմամետամորֆային, կենսաքիմիական, հրաբխային, մթնոլորտային ծագման կամ մարդու տնտեսաարդյունաբերական գործունեության հետ կապված ածխաթթուն:

$\text{HCO}_3^-$  իոնը կոչվում է, այսպես կոչված, «սոդային» ջրերի կազմի հիմնական կոմպոնենտը: Քանի որ  $\text{HCO}_3^-$  և  $\text{CO}_3^{2-}$  իոնները հեշտությամբ հիդրատացվում (ջրօքսիդանում) և բարձրացնում են հեղուկի ներքին կառուցվածքային ճնշումը, ուստի դրանց տեղաշարժը դեպի խորը հորիզոններ դժվար է կատարվում:

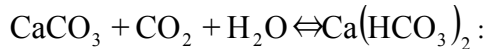
*Նատրիում իոնը* ( $\text{Na}^+$ ) կատիոնների մեջ ըստ տարածվածության գրավում է առաջին տեղը, քանի որ նատրիումի բոլոր աղերն ունեն բարձր լուծելիություն: Քաղցրահամ ջրերում  $\text{Na}^+$  -ը հաճախ գրավում է երրորդ տեղը, իսկ աղային ջրերում այն գերակշռում է:



Ջրում  $\text{Na}^+$  -ի կարևոր աղբյուր են ծառայում դրա աղային կուտակները (քարաղ, միրաբիլիտ և այլն), հրաբխային ապարների հողմնահարման նյութերը՝ ալյումոսիլիկատները (ալբիտ, պլազիոկլազ, նեֆելին և այլն): Բացի այդ՝ նատրիում իոնը դուրս է հանվում ապարների և հողերի կլանող կոմպլեքսից (համալիրից) կալցիում և մագնեզիում իոնների կողմից, ինչը նպաստում է դրա կուտակմանը ստորերկրյա ջրերում:

Խմելաջրերում նատրիումի պարունակությունը չպետք է գերազանցի 0.2գ/լ: Գոյություն ունեն մասնաբաժնից դրա նորմերը ոռոգման և տեխնիկական ջրերի համար:

*Կալցիում իոնը* ( $\text{Ca}^{2+}$ ) լայն տարածում ունի թույլ հանքայնացում ունեցող ստորերկրյա ջրերում, մասնակցում է կենսաբանական գործընթացներին և լավ սորբիացվում է: Բնական ջրերում  $\text{Ca}^{2+}$  -ի կարևոր աղբյուրներից են կրաքարերը, դոլոմիտները և ապարների կրաքարային ցեմենտը, որոնք ջրում տարալուծվում են ըստ հետևյալ սխեմայի՝



Ջրերում որոշակի քանակությամբ կալցիում է անցնում՝ ի հաշիվ գիպսի լուծումի և կալցիտ պարունակող սիլիկատների հողմնահարման:

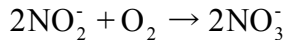
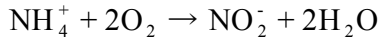
*Մագնեզիում իոնն* ( $\text{Mg}^{2+}$ ) իր հատկանիշներով նման է կալցիումին, սակայն կենսաբանական ակտիվությունը արտահայտվում է թույլ: Մագնեզիումի իոնները մասնակցում են բոլոր ստորերկրյա ջրերում, սակայն շատ հազվագյուտ դեպքերում են գերակշռող դերում հանդես գալիս: Մագնեզիումի իոնները ջրի մեջ են անցնում դոլոմիտների, մերգելների լուծումից կամ հիմնային, ուլտրահիմնային և այլ ապարների հողմնահարումից:

*Կալիում իոնը* ( $\text{K}^+$ ), ըստ քիմիական հատկանիշների և երկրակեղևում պարունակվող քանակի, նմանակվում է նատրիումին: Կալիումը, ինչպես նաև նատրիումն առաջացնում են հեշտ լուծվող միացություններ ( $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ): Սակայն կալիումի իոնները ջրում պարունակվում են աննշան կոնցենտրացիաներով և հանդիպում են թույլ հանքայնացում ունեցող ջրերում: Ստորերկրյա ջրերում կալիումի չնչին քանակությունը պայմանավորված է նրանով, որ լուծույթներից

հանվում է կենդանական և բուսական օրգանիզմներով: Բացի այդ՝ մտնում է երկրորդային միներալների բյուրեղային ցանցի մեջ, որոնք դժվար են լուծվում ջրերում և հեշտ են աղտոտագվում կավային ապարների կողմից:

*Ազոտի միացությունները* ստորերկրյա ջրերում հանդիպում են  $\text{NH}_4^+$  (ամոնիում),  $\text{NO}_2^-$  (նիտրիտ) և  $\text{NO}_3^-$  (նիտրատ) իոնների տեսքով:

Սովորական պայմաններում  $\text{NH}_4^+$  իոնն անկայուն է և ազատ թթվածնի առկայության ժամանակ մանրէների ազդեցության տակ անցնում է նիտրիտների, որոնք հետագայում օքսիդացվում են մինչև նիտրատների՝ ըստ հետևյալ ռեակցիաների՝



$\text{NH}_4^+$  և  $\text{NO}_2^-$ -ի պարունակությունը սովորաբար արտահայտվում է միլիգրամների հարյուրերորդականների, հազվագյուտ դեպքերում տասնորդականների մասերով մեկ լիտր ջրում: Այդ իոնների բարձր քանակությունը ստորերկրյա ոչ խորը տեղադրված ջրերում վկայում է դրանց թարմ օրգանական աղտոտվածությունը, քանի որ ամոնիումը հիմնականում առաջանում է բուսական և կենդանական ծագման նյութերի կենսաբանական տարալուծման գործընթացների արդյունքում:  $\text{NO}_3^-$ , հանդիսանալով որպես ազոտային միացությունների օքսիդացման վերջնական արդյունք, ցույց է տալիս ջրի հին աղտոտվածությունը կամ աղտոտման օջախի հեռու գտնվելը:

*Միլիցիումը (կրեմնիում)* երկրակեղևում համարվում է ամենատարածված տարրը թթվածնից հետո: Սակայն սիլիկատային միներալների և սիլիկատային աղերի դժվար լուծելիության հետ կապված դրա պարունակությունը ստորերկրյա ջրերում, որպես կանոն, համեմատաբար մեծ չէ: Ստորերկրյա ջրերում ներկայանում է, գլխավորապես երկօքսիդի և սիլիցիումի ձևով:

Սիլիկատթթվի մեծ պարունակություն (մինչև 40.9գ/լ) դիտվում է ջերմային ջրերում, օրինակ՝ Կամչատկայի, Նոր Զելանդիայի և այլնի ազոտային ջերմային (42-100°C) հեյզերներում, քանի որ սիլիկատների լուծելիությունը ջերմաստիճանի բարձրացման հետ մեծանում է:

Բացի լուծված սիլիկաթթվից՝ այն հաճախ տեղաշարժվում է կոլոիդների տեսքով: Մասնակցում է կենսաքիմիական գործընթացներին և օգտագործվում է որպես կարևոր հանքաջրաբուժական (ջերմաջրաբուժական) կոմպոնենտ մասնավորապես մաշկային հիվանդությունների ժամանակ:

*Երկաթը* երկրակեղևում ունի լայն տարածում այնպիսի միներալներում, որպիսիք են պիրոքսենները, ամֆիբոլները, մագնետիտը, պիրիտը, գրանիտը և այլն: Այդ միներալների հողմնահարման ժամանակ ազատվում է մեծ քանակությամբ երկաթ, որը սովորաբար անցնում է համեմատաբար դժվար լուծելի և կայուն երկաթօքսիդների:

Ստորերկրյա ջրերում երկաթի միացությունները հաճախ գտնվում են երկօքսիդի ( $Fe^{2+}$  իոնի ձևով) կամ օքսիդի ( $Fe^{3+}$  իոնի ձևով) տեսքով: Երկաթի երկօքսիդային միացությունները ջրում կայուն չեն և երբ հասանելի է դառնում թթվածինը դրանք հեշտությամբ օքսիդանում և առաջացնում են երկաթի օքսիդի հիդրօքսիդ (հիդրատ), որոնք ստորերկրյա ջրերում հանդես են գալիս կոլոիդների տեսքով:

Ստորերկրյա ջրերում երկաթի պարունակությունը հասնում է մի քանի տասնյակի և երբեմն 100մգ/լ-ի:

*Ալյումինումը* երկրակեղևում առավել շատ տարածված տարրերից մեկն է: Սակայն, ստորերկրյա ջրերում առանձնանում է իր թույլ տեղաշարժով:

*Միկրոբաղադրիչներ:* Միկրոբաղադրիչներ ասելով հասկանում են քիմիական այն տարրերը, որոնց ցածր քանակային պարունակության և դժվար լուծվող միացություններում կապված լինելու պատճառով ստորերկրյա ջրերում հանդիպում են հազվադեպ և աննշան քանակություններով (փոքր 10մգ/լ-ից, երբեմն մինչև 100մգ/լ):

Չնայած միկրոբաղադրիչները ստորերկրյա ջրերում գտնվում են շատ չնչին քանակությամբ, սակայն մեծ ազդեցություն են ցույց տալիս կենսաբանական գործընթացների վրա: Միկրոբաղադրիչների շարքին են դասվում մի քանի տասնյակ իոններ, որոնցից գլխավորներն են՝ Mn, Cu, Zn, Br, J, N և այլն: Ստորերկրյա ջրերում միկրոբաղադրիչների ուսումնասիրումն ունի տեսական և գործնական մեծ նշանակություն:

Շատ միկրոբաղադրիչներ (J, F, Zn, Cu, Co, B և այլն) թողնում մեծ ազդեցություն են մարդու, կենդանիների և բույսերի վրա: Այդ միկրոբաղադրիչները մարդու օրգանիզմ են մտնում ջրի և սննդի միջոցով: Ջրում և հողում միկրոբաղադրիչների քիչ կամ շատ լինելը բերում է մարդկանց հիվանդացման, այդպիսի հիվանդություններն ընդունված է անվանել երկրաքիմիական տեղաճարակ (էնդեմիա):

Որոշ միկրոբաղադրիչներ (Br, J, Sr և այլն) օգտագործվում են ստորերկրյա ջրերի ձևավորման պայմանների պարզաբանման համար: Ստորերկրյա ջրերում միկրոբաղադրիչների մեծաքանակությունը թույլ է տալիս որպես միներալային հումք, հանել և օգտագործել ժողովրդական տնտեսության մեջ (J, Br, B, Li և այլն):

Ստորերկրյա ջրերում միկրոբաղադրիչները օգտագործում են նավթի, գազի, աղերի և բազմամետաղ հանքավայրերի որոնման ժամանակ: Դրանք ուսումնասիրվում են բուժական տեսանկյունից, քանի որ դրանցից մի քանիսը ջրին տալիս են բուժիչ հատկություն:

Ստորերկրյա ջրերը պարունակում են ջրածնի (դեյտերիում  $H^2$ , տրետիում  $H^3$ ), թթվածնի  $O^{16}$ , ածխածնի  $C^{12}$ ,  $C^{13}$ ,  $C^{14}$ , ծծմբի  $S^{32}$  և  $S^{34}$  ռադիոակտիվ ուրան  $U^{238}$ ,  $U^{234}$ ,  $Ra^{226}$  և այլ իզոտոպներ:

*Ռադիոակտիվ տարրեր:* Ռադիոակտիվ տարրերից կարելի է նշել U, Th, Ra, Rn: Այս տարրերի տարրերիչ գիծը համարվում է դրանց միջուկի անկայունությունը, որի արդյունքում տեղի է ունենում անընդհատ տրոհում և նոր տարրերի կամ տվյալ տարրի իզոտոպների առաջացում, ինչպես նաև ռադիոակտիվ ճառագայթների առաջացում:

*Տարրերի իզոտոպային կազմը ստորերկրյա ջրերում:* Բացի վերը դիտարկված ջրի թթվածնի և ջրածնի իզոտոպներից՝ առավել էական նշանակություն ունեն ծծմբի ( $S^{32}$  և  $S^{34}$ ), ածխածնի ( $C^{12}$ ,  $C^{13}$ ) որոշ ռադիոակտիվ իզոտոպ-ինդիկատորներ ( $^{35}S$ ,  $^{51}C$ ,  $^{50}Fe$ ,  $^{131}J$ ), ինչպես նաև տիեզերածին ( $^{14}C$ ), բնականում կայուն իզոտոպները:

Կայուն իզոտոպները օգտագործում են ստորերկրյա ջրերի քիմիական պարզելու համար ծագումը: Այսպես, օրինակ, ըստ  $^2H$  և  $^{18}O$  իզոտոպների պարունակությունների՝ կարելի է տարբերակել ջրի սեղիմենտացիոն ծագումը և ինֆիլտրացիոնը: Այդ նպատակների համար կարե-

լի է օգտագործել նաև ուրանի ռադիոակտիվ իզոտոպները: Օրինակ  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  -ի հարաբերության մեծությունը մակերևութային ջրերի համար հավասար է 1.25, գրունտային ջրերի՝ 1.2-2.0 և տեկտոնական խախտումների հետ կապված խորը տեղադրված ջրերի համար՝ 3-10:

Ռադիոակտիվ տարրերի ( $^3\text{T}$ ,  $^{14}\text{C}$  և այլն) տրոհման աստիճանի գնահատականը օգտագործվում է ստորերկրյա ջրերի հասակի որոշման համար: Բացի նշվածներից՝ ստորերկրյա ջրերի հասակի որոշումը հեռանկարում հնարավոր է օգտագործել  $^{32}\text{S}$  (կիսատրոհումը մինչև 3000 տարի),  $^{36}\text{Cl}$ -ը (մինչև 1.5 մլն. տարի):

Վերջին ժամանակներս իզոտոպների ջրաերկրաքիմիան ինտենսիվ զարգանում է: Ջրաերկրաբանական նպատակների համար դիտարկվում են  $^7\text{Be}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{31}\text{Cr}$  և այլն իզոտոպների օգտագործման հնարավորությունները:

*Կոլոիդներ:* Որոշ քիմիական տարրեր, ստորերկրյա ջրերում ի վիճակի չեն տեղաշարժվելու իոնների ձևով (ալյումինում, երկաթ և այլն): Դրանց տեղաշարժումը երկրակեղևում սովորաբար տեղի է ունենում կոլոիդների տեսքով: Կոլոիդային մասնիկների չափերը փոփոխվում են  $10^{-4}$  -ից մինչև  $10^{-5}$  մմ սահմաններում, այսինքն՝ դրանք 10 անգամ մեծ են հեղուկի իրական մասնիկներից: Օրինակ՝ սիլիկատների կոլոիդային մասնիկներում գտնվում է մի քանի հարյուր մոլեկուլ [35]:

Կոլոիդները (կոլոիդ լուծույթները), տարասեռ դիսպերս համակարգեր են, որոնք կազմված են դիսպերս միջավայրից և դիսպերս փուլից: Վերջինս իրենից ներկայացնում է նուրբ փոշիացած մասնիկներ (միցելաներ), իսկ դիսպերս միջավայրը՝ զանգված, որում բաշխվում է դիսպերս փուլը:

Կոլոիդները կարող են լինել կարծր, հեղուկ և գազանման: Կոլոիդների տարատեսակներ են ժելերը և գոլերը:

*Ջոլերը* տարակազմ, ծայրահեղ ցրվածության (դիսպերս) լուծույթների համակարգեր կամ կոլոիդ լուծույթներ են: Ջոլերի մոտ, ի տարբերություն ժելերի, դիսպերս փուլի մասնիկները (միցելաները) տարածական կառուցվածքով կապված չեն և դրանք զանազանում են ըստ դիսպերս միջավայրի բնույթի, ինչպես օրինակ՝ ջրազոլեր, աերոզոլեր, օրգանոզոլեր և այլն, որոնցում դիսպերս միջավայր են ծառայում համապատասխանաբար ջուրը, օդը և օրգանական հեղուկները:

*Քելը (դոնորոդանման նյութ)* հեղուկ միջավայրում հավասարաչափ բաշխված մանր մասնիկներից առաջացած դոնորոդանման զանգված է, ունի առաձգականություն, որոշ ճկունություն և ձևը պահպանելու հատկություն:

Կոլոիդները կարևոր դեր են խաղում էնդոգեն (ներծին) մետաղային հանքավայրերի ձևավորման գործում:

### **6.3.2. ՋՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԸ**

Ջրի քիմիական կազմի հիմնական հատկանիշներին կարելի է դասել ջրի հանքայնացումը (միներալիզացիան), ջրածնային ցուցիչը, օքսիդա-վերականգնման պոտենցիալը, ջրի կոշտությունը և ագրեսիվությունը [11]:

*Ջրի հանքայնացում (միներալիզացիա):* Ջրի հանքայնացման տակ հասկանում են միավոր ծավալ ջրում լուծված կարծր միներալային մասնիկների գումարային կշիռը կամ քիմիական անալիզով որոշված բոլոր միներալային նյութերի ընդհանուր կշռային պարունակությունը: Այդ նյութերը կարող են պարունակվել ինչպես իոնների, այնպես էլ կոլոիդների տեսքով: Տարբերում են հանքայնացման բնույթ և մեծություն (աստիճան) հասկացությունները: Ջրի հանքայնացման բնույթը պայմանավորված է ջրի քիմիական տիպով: Հանքայնացման աստիճանի արտահայտման միանշանակ մեծություն գոյություն չունի, ներկայումս ընդունվում է հետևյալ մեծություններից որևէ մեկը՝ 1) չոր (կոշտ) մնացորդը, 2) իոնների գումարը, 3) իոնների և կոլոիդների հանրագումարը, 4) հաշվարկային չոր մնացորդը:

Չոր մնացորդը որոշվում է որոշակի ծավալի ջրի գոլորշիացման և մնացած նյութի 110<sup>0</sup>C ջերմաստիճանում չորացումից հետո ստացված միներալային և օրգանական միացությունների զանգվածի (կշռի) հարաբերությունը ջրի ծավալին կամ այդ ծավալ ջրի զանգվածին (աղաջրերի համար): Աղի ջրերի (ծովերի) հանքայնացումը արտահայտվում է նաև պրոմիլներով (հազարերորդ մաս % կամ %-ով), այսինքն՝ քիմիական տարրերի քանակը գումարներով՝ 1000 գ ջրում ծովի ջրի միջին աղիությունը 35% է կամ 3.5%:

Հաշվարկային չոր մնացորդը իրենից ներկայացնում է իոնների (անիոնների և կատիոնների) գումարը կամ իոնների և կոլոիդների հանրագումարը, սակայն դրանցում վերցվում է հիդրոկարբոնատ իոնի կեսը:

Ջրի հանքայնացման մեծությունը սովորաբար արտահայտվում է գ/լ-երով, մգ/լ-ներով, աղաջրերի համար նաև գ/կգ-ներով, մգ/կգ-ներով: Վերջինիս դեպքում հաշվի է առնվում ջրի խտությունը:

Ջրի հանքայնացման անմիջական մոտավոր մեծությունը կարելի է որոշել նաև ջրի տեսակարար էլեկտրահաղորդականության աստիճանով՝ հատուկ սարքերի (աղաչափերի) օգնությամբ: Էլեկտրահաղորդականությունը ջրային հեղուկն իր միջով էլեկտրական հոսանք անցկացնելու ունակությունն է թվային արտահայտմամբ: Ընդ որում չափակարգումը ջրի հանքայնացման և էլեկտրահաղորդականության միջև այսպիսին է՝ ջրի հանքայնացման 1.0 և 1.5գ/լ մեծությանը մոտավորապես համապատասխանում է 2 և 3մՍմ/սմ (միկրոսիմենս/սմ) ջրի տեսակարար էլեկտրահաղորդականությանը [10]:

Որպես կանոն՝ ամենացածր հանքայնացում ունեն թույլ լուծողունակություն ունեցող միացություններ (սիլիկատներ, կարբոնատներ) պարունակող ջրերը: Ստորերկրյա ջրերի հանքայնացման ավելացումը կատարվում է ի հաշիվ դրանցում (դրանց կազմում) առավել հեշտ լուծվող միացությունների (սուլֆատներ, քլորիդներ) ի հայտ գալով, դրա համար էլ որոշակի խորությունների վրա ջրի հանքայնացումում գերակշռում են տարբեր իոններ:

Ըստ հանքայնացման աստիճանի՝ գոյություն ունեն ստորերկրյա ջրերի մի շարք դասակարգումներ (Օ. Ա. Ալեկին, Վ. Ի. Վերնադսկի, Մ. Ս. Գուրևիչ, Ի. Կ. Չայցեվ, Ե. Վ. Պինեկեր, Ն. Ի. Տոլստիխին, Ա. Վ. Շչերբակով և այլոց):

Ըստ հանքայնացման աստիճանի՝ բնական ջրերը ստորաբաժանվում են հինգ խմբի (գ/լ-ով), որոնք ունեն առավել լայն տարածում.

Գերքաղցրահամ	մինչև 0.2
Քաղցրահամ	0.2-1.0
Թույլ աղահամ	1.0-3.0
Աղահամ	3.0-10.0
Աղի ջրեր	10.0-35.0
Աղաջրեր	35.0 և ավելի:

Համաձայն գործող նորմերի՝ խմելու ջրի հանքայնացումը չպետք է գերազանցի 1գ/լ, սակայն չորային շրջաններում օգտագործվում են նաև 2-3գ/լ չոր մնացորդով ջրեր (հիարկե, եռացնելուց հետո): Անասունները կարող են խմել ջրեր, որոնք ունեն 5գ/լ (ձիեր), 8գ/լ (ուղտեր), 12գ/լ (ոչ-խարներ) չոր մնացորդ:

*Ջրածնային ցուցիչ (pH):* Ջրածնային ցուցիչը բնութագրվում է ջրում ջրածնային իոնների ակտիվությամբ կամ խտությամբ (կուտակմամբ): Ջուրը դիսոցվում է  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  հավասարումով: Սակայն ջրի իոնացման աստիճանը շատ թույլ է, 10 միլիոն մոլեկուլից մեկը կամ 22°C ջերմաստիճանում 1լ ջրում պարունակվող 55.51գ-մոլ ջրից (1000: 18.016=55.51) միայն  $10^{-7}$  գ-մոլ է գտնվում իոնացված վիճակում:

Ջրածնային իոնների խտացումը (կոնցենտրացիան) ջրային լուծույթում, անկախ դրանց ծագումից, որոշվում է ջրի իոնային արտադրյալով ( $K_b$ ).

$$K_b = [H^+] * [OH^-]$$

Ջրածնի և հիդրօքսիլի արտադրյալը ջրի տվյալ ջերմաստիճանում հաստատուն մեծություն է, որը 22°C ջերմաստիճանում հավասար է.

$$[H^+] * [OH^-] = 10^{-14} :$$

Չեզոք ջրում  $H^+$  և  $OH^-$  իոնների կոնցենտրացիաները իրար հավասար են: Հետևապես՝ ջրածնի իոնների կոնցենտրացիան չեզոք ջրում կազմում է.

$$[H^+] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} :$$

Սակայն ջուրը, որը պարունակում է լուծված նյութեր, ունի թթվային կամ հիմնային ռեակցիա: Թթվային ռեակցիայի դեպքում  $[H^+] > [OH^-]$  է, իսկ հիմնային ռեակցիայի դեպքում՝  $[H^+] < [OH^-]$ :

Ջրածնի իոնի կոնցենտրացիան ընդունված է արտահայտել ոչ թե բնական թվերի ձևով (օրինակ.  $[H^+] = 10^{-7}$ ), այլ այդ թվերի լոգարիթմներով՝ վերցրած հակառակ նշանով (նշանակելով pH սիմվոլով):



Օրինակ՝

$$[H^+] = 10^{-7}, \quad pH = -\lg(10^{-7}) = 7 \quad \text{կամ} \quad [H^+] = 0.23 \text{ գ-մոլ/լ};$$

$\lg 0.23 = T.3617 = -0.6383$ ;  $pH = -(-0.6383) = 0.6383$  կլորացված 0.64:

Ջրածնային ցուցանիշը (pH) ցույց է տալիս ջրի թթվայնություն-հիմնայնություն ընդհանուր վիճակը, և ինչպես հանքայնացումը հանդիսանում է ջրի կարևոր ինտեգրալ ցուցանիշներից մեկը: Ստորերկրյա ջրերը, ըստ pH մեծության, դասակարգվում են հետևյալ կերպ [11].

Շատ թթու	< 5
Թթու	5-7
Չեզոք	7
Հիմնային	7-9
Բարձր հիմնայնության	>9

Ստորերկրյա ջրերի pH մեծությունը փոփոխվում է շատ մեծ սահմաններում՝ փոքր 0-ից մինչև 2-3.5՝ ժամանակակից հրաբխականության շրջանների գերթթու ջրերում, մինչև 9-12.5 որոշ ջրերում, որոնք կապված են գերհիմնային ապարների՝ սոդայական և գերջրածնապարունակ աղաջրերի հետ:

Գրունտային ջրերում pH մեծությունը սովորաբար կազմում է 6.4-7.5, իսկ արտեզյան ջրերինը՝ 7.3-8.5: Կախված ջերմաստիճանից և հանքայնացման աստիճանից՝ գրադացիայի (աստիճանավորման) սահմանները կարող են տեղաշարժվել:

Խմելու ջրի մեջ pH պետք է գտնվի 6.0-9.0 սահմաններում (ГОСТ 2874-82): Գետերի և լճերի ջրերի համար pH բնորոշ մեծությունները համարվում են 6.8-8.5, իսկ օվկիանոսային ջրերի համար՝ 7.8-ից մինչև 8.3:

*Օքսիդացման-վերականգնման պոտենցիալ (Eh):* Այն ցույց է տալիս լուծույթներում գտնվող քիմիական տարրերի կամ դրանց միացությունների ակտիվության չափը դարձելի քիմիական գործընթացներում, որոնք պայմանավորված են լուծույթներում իոնների լիցքի փոփոխման հետ: Այդ գործընթացները կոչվում են օքսիդացման-վերականգնման ռեակցիաներ և տեղի են ունենում որոշ նյութերի կողմից էլեկտրոնների

անջատման, մյուսների կողմից դրանց ընդունման շնորհիվ: Էլեկտրոն անջատողը վերականգնողն է, որը դրանով իսկ օքսիդանում է, էլեկտրոն ընդունողը օքսիդացնողն է, որը վերականգնվում է:

Նշենք, որ քիմիայում օքսիդացում է կոչվում էլեկտրոնների հեռացումը, իսկ վերականգնում՝ էլեկտրոնների ձեռքբերումը: Այս գործընթացներն ընթանում են միաժամանակ, եթե որևէ տարր օքսիդանում է, նշանակում է մեկ ուրիշի մոտ վերականգնում է տեղի ունենում: Նույն տարրը կարող է լինել և՛ օքսիդիչ, և՛ վերականգնիչ: Լանդշաֆտներում լավագույն օքսիդիչը թթվածինն է, իսկ վերականգնիչներ են օրգանական նյութերը, երկարժեք երկաթը, գազային ջրածինը:

Ստորերկրյա ջրերում առավել ակտիվ օքսիդացնող է հանդիսանում լուծված թթվածինը, իսկ որպես հիմնական վերականգնող՝ ծծմբաջրածինն ու մի քանի օրգանական նյութեր:

Օքսիդացման-վերականգնման պոտենցիալի մեծությունը, որը գերազանցապես չափվում է պոտենցիոմետրական մեթոդով (գերզգայուն պոտենցիոմետրի միջոցով), արտահայտվում է միլիվոլտերով (մվ): Այդ մեծությունը հիմնականում կախված է ջերմությունից, իսկ փակ (մեկուսացված) համակարգի համար լուծույթը կազմող նյութերի հատկություններից և դրանց օքսիդացնող-վերականգնող մասերի կոնցենտրացիաներից (ջերմադինամիկական ակտիվությունից):

Ստորերկրյա ջրերում Eh-ի մեծությունը փոփոխվում է լայն սահմաններում՝ -500-ից մինչև +700 մվ: Մակերևութային և գրունտային ջրերը բնութագրվում են Eh-ի +150-ից մինչև +700 մվ մեծություններով, արտեզյան ավազանների խոր հորիզոններում տեղակայված ջրերի Eh-ը՝ 0-ից մինչև -500 մվ:

Ջրում 7մգ/լ -ից ավելի թթվածնի պարունակության դեպքում ջրի Eh կազմում է +350-ից մինչև +700 մվ (միլիվոլտ): Ջրում ծծմբաջրածնի և օրգանական նյութերի առկայությունը ստեղծում են վերականգնողական իրավիճակ և Eh դառնում է հավասար -100 մվ, -300 մվ և ավելի փոքր:

Բնական ջրերի (այդ թվում ստորերկրյա ջրերի) օքսիդացման-վերականգնման պոտենցիալը թույլ է տալիս գնահատել դրանում լուծված փոփոխական վալենտականության առանձին նյութերի վիճակը և դա-

տել օքսիդացման ենթարկվող ապարների վրա ջրի ագրեսիվ ներգործության մասին:

Ջրատերկրաքիմիայում կարևոր նշանակություն և առավել շատ տեղեկատվություն կարելի է ստանալ ստորերկրյա ջրերի թթվայնություն-հիմնայնություն (pH) և օքսիդացման-վերականգնման (Eh) հատկությունների տվյալների համատեղ մեկնքանման արդյունքում: Լայն տարածում են ստացել, այսպես կոչված, Eh - pH կոորդինատներով դիագրամները, որոնք թույլ են տալիս փոփոխական վալենտականություն ունեցող տարրերի համար ստանալու հնարավոր հավասարակշռություն և միգրացիայի ձևի ակնառու պատկեր:

*Ջրի կոշտություն:* Ջրի կոշտությունը պայմանավորված է դրանում  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$  իոններով: Սովորական ջրերում նշված իոնների քանակությունը, բացառությամբ  $Ca^{2+}$  և  $Mg^{2+}$ , աննշան է, դրա համար էլ ջրի կոշտությունը որոշում են վերջիններիս քանակական մեծություններից ելնելով:

Տարբերում են ջրի ընդհանուր, ժամանակավոր (վերացող, կարբոնատային) և մշտական (չվերացող, մնացորդային) կոշտություններ:

*Ընդհանուր կոշտության* մեծությունը որոշում են  $Ca^{2+}$  և  $Mg^{2+}$  իոնների գումարով արտահայտված միլիգրամ-համարժեքներով (միջազգային միավորներում միլիմոլերով) միավոր ծավալ ջրում (մգ-համարժ./լ կամ մմոլ/դմ<sup>3</sup>): Այն որոշվում է քիմիական անալիզի միջոցով:

*Ժամանակավոր կամ կարբոնատային կոշտությունը* պայմանավորված է Ca -ի և Mg -ի կարբոնատ-հիդրոկարբոնատ միացությունների պարունակությամբ, որոնց մի մասը ջրի եռացման դեպքում նստում է: Թվապես այն հավասար է  $HCO_3^-$  և  $CO_3^{2-}$  իոնների գումարին (մգ-համարժ./լ), երբ դրանց գումարը փոքր է ընդհանուր կոշտությունից և հավասարեցվում է ընդհանուր կոշտության մեծությանը, երբ  $HCO_3^- + CO_3^{2-}$  գումարը (մգ-համարժ./լ կամ մմոլ/դմ<sup>3</sup>) մեծ է դրանից:

*Մշտական կամ մնացորդային կոշտությունը* իրենից ներկայացնում է  $Ca^{2+}$  և  $Mg^{2+}$  միացություններ  $SO_4^{2-}$  և  $Cl^-$  անիոնների հետ և որոշվում է ընդհանուր ու ժամանակավոր կոշտությունների տարբերությամբ

(հաշվարկային է), այսինքն՝ ջրում պարունակվող Ca -ի և Mg -ի այն քանակը, որ մնում է այն եռացնելուց հետո:

Ըստ ընդհանուր կոշտության մեծության ջրերը ստորաբաժանվում են [4]:

Շատ փոփոկ	մինչև 1.5
Փափոկ	1.5-3.0
Չափավոր փափոկ	3.0-5.4
Կոշտ	5.4-10.7
Շատ կոշտ	մեծ 10.7:

Փափոկ են համարվում հյուսիսի գրունտային ջրերը, բյուրեղային (կառուցվածքային) ապարների հետ կապված ջրերը, անձրևաջրերը: Մեծ կոշտությամբ են օժտված կրաքարերի, դոլոմիտների և այլ կարբոնատային ապարների հետ կապված ստորերկրյա ջրերը:

Ջրի կոշտությունը դիտվում է որպես շատ կարևոր հատկանիշ: Կոշտ ջրում օճառը դժվար է փրփրում, դժվար է եփվում սննդամթերքը, շոգեկաթսաներում կոշտ ջուրը նստվածք է առաջացնում և այլն: Այդ պատճառով կոշտ ջուրը չի կարելի օգտագործել կաթսայատներում, սննդարդյունաբերության, դեղագործության և այլ բնագավառներում:

Խմելու ջրում թույլատրելի է համարվում մինչև 7 մմոլ/դմ<sup>3</sup> կոշտությունը:

*Ջրի ագրեսիվությունը* կապված է դրանում ջրածնային, ազատ երկօքսիդ ածխածնի, սուլֆատ և մագնեզիում իոնների առկայության հետ: Ջրի ագրեսիվ հատկություններն ի հայտ են գալիս ցեմենտի, բետոնի և մետաղների նկատմամբ:

Տարբերում են ջրի ագրեսիվության հետևյալ տեսակները՝ ածխաթթվային, տարալուծման, ընդհանուր թթվային, սուլֆատային, մագնեզիումային և թթվածնային:

*Ածխաթթվային ագրեսիվությունը* հանդես է գալիս բետոնի կազմի մեջ մտնող կալցիումի կարբոնատի քայքայումով, որը տեղի է ունենում լուծույթում պինդ  $\text{CaCO}_3$  ու  $\text{HCO}_3^-$  իոնների շարժուն հավասարակշռության համար անհրաժեշտ քանակից ավելի ազատ ածխաթթվի ազդեցության տակ:

Եթե ջրում ազատ ածխաթթվի պարունակությունը ավել է հավասարակշռության համար անհրաժեշտ քանակից, ապա այդպիսի ջուրն ըն-

դունակ է լուծելու կրաքարի նորանոր քանակություններ մինչև վերստին հավասարակշիռ վիճակ ստեղծվելը: Այսպիսով, ազատ ածխաթթվի հավելյալ մասը, որը ծախսվում է կառույցի (բետոնյա, երկաթբետոնյա) կազմում եղած  $\text{CaCO}_3$  -ի լուծման վրա, կոչվում է *ազրեհիվ ածխաթթու*: Բնական ջրերում ազրեհիվ ածխաթթվի պարունակությունը pH -ի նվազման հետ մեծանում է:

Ազրեհիվ ածխաթթվի պարունակությունը որոշվում է ինչպես փորձնականորեն հատուկ եղանակով վերցված ջրի նմուշում, այնպես էլ հաշվարկային եղանակով և հատուկ գրաֆիկների օգնությամբ [5]:

Կախված ջրում  $\text{HCO}_3^-$  -ի, հանքայնացման պարունակությունից, կառույցի կոնստրուկցիաներից և ջրադինամիկական պարամետրերից՝ նորմատիվներով թույլատրվում են ածխաթթվային ազրեհիվության տարբեր պարունակություններ: Այն առավել վտանգավոր պայմանների համար կազմում է 8.3-3 մգ/դմ<sup>3</sup> [4]: Սակայն, այն ջրերը, որոնցում կապված ածխաթթվի պարունակությունը քիչ է 30մգ/լ-ից, այսինքն՝ տիրապետում են 1.4մգ-համարժ/լ-ից փոքր կարբոնատային կոշտություն, պետք է համարել ազրեհիվ, անկախ մնացած բոլոր ցուցանիշներից:

Ածխաթթվային ազրեհիվությունը չեզոքացնում են կայունացման մեթոդներով  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  -երի օգնությամբ:

*Տարալուծման ազրեհիվությունը* տեղի է ունենում ի հաշիվ բետոնում կալցիումի կարբոնատի լուծման և դրանից կալցիումի հիդրօքսիդի լվացման և դուրսհանման: Այն տեղի է ունենում  $\text{CO}_3^{2-}$  և  $\text{HCO}_3^-$  իոններով ջրի չհագեցվածության հետևանքով: Կապված բետոնի կազմից (տեսակից) և պայմաններից, որոնցում գտնվում է կառույցը՝ ջուրը, համաձայն նորմերի, տիրապետում է տարալուծման ազրեհիվություն, երբ  $\text{HCO}_3^-$  -ի նվազագույն պարունակությունը 0.4-ից մինչև 1.5մգ-համարժ/լ է:

*Ընդհանուր թթվայնության ազրեհիվությունը* գնահատվում է ըստ pH -ի: Ջուրը կարող է ունենալ տվյալ տեսակի ազրեհիվություն, երբ pH -ը հավասար է 5.0-6.8:

*Սուլֆատային ազրեհիվությունը* հատուկ է բարձր (280մգ/լ-ից ավելի) սուլֆատ իոն պարունակող ջրերին: Ըստ նորմերի՝ ընդունված է,

որ ջուրը տիրում է սուլֆատային ագրեսիվությանը՝ կախված կառույցի գտնվելու պայմաններից և քլոր իոնի պարունակությունից:

Սուլֆատակայուն ցեմենտների կիրառման դեպքում, ջրի ագրեսիվությունը ի հայտ է գալիս, երբ  $SO_4^{2-}$ -ի պարունակությունը 4000մգ/լ և ավելի է, իսկ սովորական ցեմենտների դեպքում՝ 250 մգ/լ և ավելի:

*Մագնեզիումային ագրեսիվությունը* ի հայտ է գալիս բետոնի մեջ եղած Ca կատիոնի ջրում եղած Mg կատիոնով փոխանակման գործընթացներում, որոնք բերում են բետոնի մարմնում հիդրօքսիդ մագնեզիումի փոխը նստվածքի առաջացման: Դ-ա նկատվում է, երբ ջրերում մագնեզիումի պարունակությունը 750 մգ/լ-ից բարձր է:

Ջրի սուլֆատային և մագնեզիումային ագրեսիվությունների աստիճանը որոշում են փորձնականորեն:

Ջրի ագրեսիվությունը, լինելով մետաղների կոռոզիայի պատճառ (առաջին հերթին երկաթի), ունի էլեկտրաքիմիական, քիմիական և կենսաքիմիական խառնվածք (բնույթ): Էլեկտրաքիմիական ագրեսիվությունն առաջ է բերում մետաղի քայքայում (օքսիդացում), երբ այդ մետաղի և ջրի էլեկտրոլիտների կամ ջրային գոլորշիների թթվածնի միջև առաջնում է միկրոգալվանային հոսանքներ, քիմիապես կապված է ջրի թթվածնի հետ, ինչպես նաև երկաթամանրեների գործունեության հետ: Այդ ագրեսիվության բոլոր ձևերը բերում են ժանգերի առաջացման և կառույցների, մեխանիզմների, հորատանցքերի և այլնի քայքայման (կործանման):

Մետաղների կոռոզիայի դեմ պայքարելու համար պետք է դրանք պաշտպանել հակակոռոզիոն նյութերով:

#### **6.4. ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐԸ ԵՎ ՄԻԿՐՈՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐԸ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐՈՒՄ**

Օրգանական նյութերի ստորերկրյա ջրեր հասնելու աղբյուր են հանդիսանում մթնոլորտային տեղումները և ցամաքի մակերևութային ջրերը, հողերը և հողային լուծույթները, տիղմերը և տիղմային ջրերը, ապարները, օրգանական նյութերի կուտակումները նավթային հանքակուտակումների և տորֆի ձևով:

Օրգանական նյութերից առավել շատ հանդիպում են հումինային և ճարպային թթուները, բիտումները, ֆենոլները, ինչպես նաև օրգանական ածխածինն ու ազոտը: Օրգանական նյութերի մեծ պարունակություն դիտվում է երկու դեպքում՝ 1) երբ ստորերկրյա ջրերը տեղադրված են երկրի մակերևույթին մոտ և ինֆիլտրացիոն ջրերի հետ դրանք հարստանում են կենդանական և բուսական ծագման օրգանական նյութերով, 2) երբ ստորերկրյա ջրատար հորիզոններին հարակից տեղադրված են նավթագազաբեր շերտեր:

Ստորերկրյա ջրերում օրգանական նյութերի քանակական բնութագիրն արտահայտվում է օրգանական ածխածնի ( $C_{org}$ ) մեծությամբ կամ պերմանգանատիային, բիքրոմիտային և այլն ձևի օքսիդացման համար անհրաժեշտ թթվածնի (O) մեծությամբ:

Տարբեր տիպի ստորերկրյա ջրերում  $C_{org}$  (մգ/լ-ով) միջին պարունակությունը այսպիսին է (ըստ Ս. Ռ. Կրայնովի, Վ. Մ. Շվեցի, 1980) [9,11].

Գրունտային ջրեր	25
Արտեզյան ավազանների շերտային ջրեր	50
Նավթային հանքավայրերի շերտային ջրեր՝	
- գազային	35
- նավթային հանքավայրերի ոչ արդյունավետ հորիզոններում	60
- նավթային հանքավայրերի եզրասահմաններից դուրս ջրեր	110
- նավթային հանքավայրերի մերձեզրասահմանային ջրեր	370
- գազակուտակիչ հանքավայրերի մերձեզրասահմանային ջրեր:	800

Ստորերկրյա ջրերի օրգանական նյութերի որակական կազմը արտակարգ բարդ է: Դրանցում պարունակվում են օրգանական միացությունների բոլոր հիմնական խմբերն ու դասերը՝ ազոտապարունակ, ֆոսֆատապարունակ նյութեր, նավթային և ճարպային թթուներ, ֆենոլներ, բենզոլ, տոլուոլ, ամինաթթուներ, ամիններ և բիտում:

Ստորերկրյա ջրերում լուծված օրգանական նյութերն ունեն մեծ նշանակություն ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման, տեղաշարժման (միգրացիայի) և դրանցում քիմիական տարրերի կոնցենտրացիայի (կուտակման, խտացման) գործում: Որոշված է դրանց հան-

քառողջարանային դերը հանքային և խմելու ջրերում: Ջրում տարատեսակ օրգանական միացությունների կազմը և պարունակությունն անհրաժեշտ է խմանալ ստորերկրյա ջրերն աղտոտումից պահպանմանն ուղղված հարցերի լուծման ժամանակ:

Ստորերկրյա ջրերում միկրոօրգանիզմները ներկայացված են տարբեր մանրէներով: Մանրէն՝ որպես կանոն, կազմված է մեկ բջջից, ունի կարծր թաղանթ և այս կամ այն չափով հաստատուն ձև՝ գնդաձև, ձողիկաձև, գազարածն: Բջջի 75-80%-ը կազմում է ջուրը:

Մանրէների մեջ կան աէրոբային (օդի առկայությամբ ապրող) ձևեր, որոնք կարող են գոյություն ունենալ և զարգանալ միայն թթվածնի առկայությամբ, և անաէրոբային ձևեր՝ անթթվածնային միջավայրում զարգացողներ: Գոյություն ունեն ձևեր, որոնք ի վիճակի են զարգանալու թթվածնի սահմանափակ հասանելիության դեպքում, դրանք կոչվում են ֆակուլտատիվ (անպարտադիր) անաէրոբներ:

Նյութափոխանակում կատարելու համար էներգիայի ստացման եղանակից կախված բոլոր միկրոօրգանիզմները բաժանվում են երկու խոշոր խմբերի՝ *ֆոտոսրոֆներ*, որոնք օգտագործում են արեգակնային էներգիան, և *խեմոսրոֆներ*, որոնց համար էներգիայի աղբյուր են ծառայում տարբեր քիմիական միացությունները:

Ստորերկրյա ջրերում միկրոֆլորի ուսումնասիրման համար պատմականորեն ձևավորվել է երկու ուղղություն, որոնք տարբեր են ըստ ուսումնասիրությունների խնդիրների և բովանդակության՝ 1) բնական լիտոտրոֆիային միկրոօրգանիզմների ուսումնասիրում, 2) ջրի սանիտարական գնահատում, որը օգտագործվում է խմելու և տնտեսական ջրամատակարարման համար:

Ստորերկրյա ջրերում լիտոտրոֆիային միկրոֆլորան ուսումնասիրվում է՝ նպատակ ունենալով ստանալու միկրոօրգանիզմների ընդհանուր լուսապատկերը, որը հնարավորություն կտա կանխատեսելու կենսաքիմիական գործընթացները, ինչպես նաև համապատասխան մանրէների կոնկրետ ձևերը՝ կապված նավթային, գազային և մետաղական հանքավայրերի հետ:

Մանրէների թիվը (քանակը) մեկ լիտր ջրում հասնում է տասնյակ ու հարյուրհազարավոր բջիջների, իսկ բարենպաստ պայմանների դեպքում՝ մինչև 2 միլիոնի: Մանրէները ստորերկրյա ջրերում տարածված են մինչև 4-5 կմ խորությունների վրա, քանի որ այդ խորություններում ջեր-



մաստիճանը սովորաբար չի գերազանցում 100°C-ը: Նեխում առաջացնող որոշ մանրէներ քայքայում են օրգանական սպիտակուցային նյութերը և դրանով իսկ մաքրում ջուրը: Այլ մանրէների կենսագործունեությունը բերում է կենսաքիմիական ծագման գազերի առաջացման:

Մանրէները ակտիվորեն մասնակցում են ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորմանը՝ իրենց կենսագործունեության ընթացքում վերամշակման ենթարկելով օրգանական և անօրգանական միացությունները:

Ջրաշրջանառության ակտիվ զոնայում մեծամասամբ տարածված են նեխացնող և հիվանդախարույց ու նեխակեր, սպիտակուցային բնույթի նյութերի քայքայիչ և ջուրն ապականող մանրէները: Խոր ջրերում զարգանում են մանրէների այնպիսի խմբեր, որպիսիք են մեթան առաջացնող, սուլֆատանվազեցնող և այլն: Մանրէների կենսագործունեության արդյունքում գոյանում են շատ գազեր՝  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2$ ,  $H_2$  և այլն: Շատ մանրէներ նպաստում են միներալային և օրգանական նյութերի, գազերի օքսիդացմանը:

Որոշ մանրէներ մարդու օրգանիզմի համար համարվում են անվնաս, մյուսները՝ վնասակար: Դրա համար էլ խմելաջրերի սանիտարական գնահատման նպատակով կատարում են մանրէաբանական ուսումնասիրություններ: Ջրի սանիտարական վիճակը որոշվում է ֆեկալային աղտոտվածության աստիճանով: Այդ աղտոտվածության կարևոր ցուցանիշը հանդիսանում է աղիքային ցուպիկը: Դրանով ջրի վարակվածության աստիճանը գնահատվում է հատուկ ցուցանիշներով:

Այդ կապակցությամբ ստորերկրյա ջրերի մանրէաբանական ուսումնասիրությունը պարտադիր է դառնում: Ջրի սանիտարական վիճակի գնահատականը տալու համար բուժսանիտարական լաբորատորիաներում կատարվում են հատուկ մանրէաբանական անալիզներ և արդյունքում որոշվում են ջրի վարակվածության աստիճանը գնահատող ցուցանիշները: Դրանք են, այսպես կոչված, կոլի-տիտրը՝ մեկ աղիքային ցուպիկին ընկնող ջրի ծավալը մլ-ով և կոլի-ինդեքսը՝ մեկ լիտրում եղած աղիքային ցուպիկների քանակը:

Խմելաջրերում կոլի-տիտրը պետք է փոքր չլինի 300-ից, իսկ կոլի-ինդեքսը՝ ոչ ավելի 3-ից:

Ըստ կոլի-տիտրի ջրերը դասակարգվում են.

Աղիքային բացիլը	մլ ջրում	Չուրը
I	100	առողջարար
II	10	բավականին առողջարար
III	1	կասկածելի
IV	0.1	անառողջարար
V	0.01	միանգամայն անառողջարար

### 6.5. ՄՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ԳԱՉԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ

Ստորերկրյա ջրերում գազերը գտնվում են ինչպես լուծված, այնպես էլ ազատ վիճակում:

Գազերը ջրում գտնվում են մոլեկուլային լուծույթների ձևով: Մակայն բնական ջրերում գազերի և իոնա-աղային բաղադրիչների միջև կարող են տեղի ունենալ փոխադարձ անցումներ և փոխադարձ փոխանակումներ: Օրինակ՝ երկօքսիդից ածխածինը և հիդրոկարբոնատային ու կարբոնատային իոնները ջրում առաջացնում են հավասարակշիռ համակարգ:

Ջերմաճնշումային պայմանների փոփոխման դեպքում լուծված գազերը կարող են անջատվել ազատ ձևով: Ազատ (կամ սպոնտային, ինքնակամ) գազը ազատ վիճակում գտնվող և ջրից պղպջակների ձևով անջատվող գազ է, որով ջուրը լրիվ հագեցված է եղել տվյալ ջերմաստիճանի և ճնշման պայմաններում: Ջերմաստիճանի բարձրացման կամ ճնշման անկման դեպքում ջրում լուծված գազի մի մասն անցնում է ազատ (ինքնակամ) վիճակի: Առավել պարզորոշ ջրում լուծված գազերի ազատ վիճակի անցումը դիտվում է ջրի տաքացման կամ գազապարունակ հանքային ջրերի ինքնաթափման և ջրի արտամղման ժամանակ, որը պայմանավորված է խորը հորիզոններից մակերևույթ հանվող ջրի ճնշման կտրուկ անկումով:

Ազատ և լուծված գազի հարաբերակցության ժամանակ քանակական բնութագիրը տվյալ ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում հանդիսանում է դրա լուծելիությունը կամ կլանելիությունը: Գազային խառնուրդը համեմատելու և հաշվարկելու համար օգտագործում են լուծելիության գործակիցը ( $\alpha$ )՝ որոշակի ծավալի ջրում նույն ծավալի գա-

գերի լուծելիությունն է, երբ ջերմաստիճանը հավասար է 0°C-ի, իսկ ճնշումը՝ 1 սթնոլորտի (0.1 ՄՊա):

Ջրում լուծված գազի պարունակությունը կախված է դրա լուծելիության գործակցից, ջրի ջերմաստիճանից, ճնշումից, հանքայնացումից և լուծվող գազի ներքին հատկանիշներից:

Ստորերկրյա ջրերի հիմնական գազերը հանդիսանում են թթվածինը ( $O_2$ ), ազոտը ( $N_2$ ), երկօքսիդ ածխածինը ( $CO_2$ ), ծծմբաջրածինը ( $H_2S$ ), ջրածինը ( $H_2$ ), մեթանը ( $CH_4$ ) և ծանր ածխաջրածինները: Ստորերկրյա ջրերը նաև պարունակում են ազնիվ գազեր (հելիում, նեոն, արգոն, կրեպտոն և քսենոն):

Ստորերկրյա ջրերի հիմնական գազերի լուծելիությունը բերվում է աղյուսակ 9-ում [4].

**Աղյուսակ 9**

*Գազերի լուծելիությունը թորած ջրում կախված ջերմաստիճանից (դմ<sup>3</sup>/դմ<sup>3</sup>)*

t <sup>0</sup> C	Hex10 <sup>3</sup>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	Rn	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
0	0.0094	0.0235	0.0489	0.0556	0.510	1.713	4.650
10	0.0091	0.0186	0.0380	0.0418	0.350	1.199	3.399
20	0.0088	0.0155	0.0310	0.0331	0.255	0.878	2.582
30	0.0080	0.0109	0.0209	0.0213	0.140	0.423	1.410

Գազերի լուծելիությունը մինչև 80-90°C նվազում է, իսկ հետո նորից սկսում է բարձրանալ: Մեկ ծավալ ջրում 0°C-ի դեպքում կարող է լուծվել մինչև 4.6 ծավալ ծծմբաջրածին, 1.7 ծավալ ածխաթթու գազ, որը ջերմաստիճանի բարձրացումով նվազում է (տե՛ս աղ. 9):

Գազերի լուծելիության վրա մեծ ազդեցություն է գործում ճնշումը: Այդ մեծությունների միջև, ըստ Հենրիի օրենքի, գոյություն ունի ուղիղ համեմատական կապ: Գազերի լուծելիությունը ջրի հանքայնացման մեծացման հետ նշանակալից ընկնում է:

Նշված գործոնների ինտեգրալ ազդեցությունն ուղղաձիգ կտրվածքում որոշում է գազերի կազմը և քանակությունը: Ինտենսիվ ջրափոխանակման գոնայում գերակշռող են ազոտ և թթվածին գազերը, որոնց գումարային պարունակությունը կազմում է 0.015-ից մինչև 0.1դմ<sup>3</sup>/դմ<sup>3</sup>, ըստ խորության վերանում է թթվածինը, իսկ ջրում ազոտից բացի ի հայտ են

գալիս ծծմբաջրածինը և ածխաթթուն: Արտեզյան ավազանների կտրվածքի առավել խոր մասերում գերակշռող են հանդիսանում մեթանը և ծանր ածխաջրերը: Այս սխեման համապարփակություն չի համարվում: Երբեմն կենսածին ծծմբաջրածինը կարող է նշանակալից քանակություններով հանդես գալ գրունտային ջրերում:

Գազերն ըստ իրենց ծագման բաժանվում են հետևյալ խմբերի՝  
1) *մթնոլորտային* (օդային)  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $He$ ,  $Ar$ ), երբ ապարներ են մուտք գործում մթնոլորտից, 2) *կենսաքիմիական* ( $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2S$ ,  $H_2$ ,  $O_2$  և ծանր ածխաջրեր), առաջանում են օրգանական և միներալային նյութերի միկրոօրգանիզմներով տարալուծման ժամանակ, 3) *քիմիական* ( $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $N_2$ ,  $HCl$ ,  $HF$ ,  $Cl$ ,  $NH_3$ ), երբ առաջանում են ջրի և ապարների փոխազդեցությամբ նորմալ և բարձր ճնշման և ջերմաստիճանային պայմաններում, 4) *ռադիոակտիվային* և միջուկային ռեակցիաների ( $He$ ,  $Rn$  և այլն)[11]:

Գազերի դերը ջրաերկրաքիմիայում արտակարգ մեծ է: Դրանք, լինելով շատ լավ միգրանտներ (տեղափոխվողներ), ընդունակ են ակտիվ դիֆուզիայի, դիֆերենցացիայի (տարաբեկման), ըստ քաշի և «ջրի երես դուրս գալու», մի շարք դեպքերում ամբողջությամբ որոշում են ջրաերկրաքիմիական պայմանները: Այսպես, թթվածնի և ծծմբաջրածնի համակարգերը հանդիսանում են ներունակության հաղորդողներ և ստորերկրյա ջրերում պայմանավորում են օքսիդացման և վերականգնողական իրավիճակը: Ածխաթթու գազը և ծծմբաջրածինը կարևոր կոմպոնենտներ են ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի կարբոնատային և սուլֆատային համակարգի հավասարակշռության համար:

Արգոնը կիրառում են ջրերի և ապարների հասակի որոշման համար: Հելիումը համարվում է իներտ գազ, որը տիրապետում է հիանալի դիֆուզիոն հատկությունների և երկրակեղևում ինքնուրույն գազային կուտակումներ չի առաջացնում և լայնորեն օգտագործվում է՝ որպես տեկտոնական խախտումային զոնաների որոշման ինդիկատոր: Ծծմբաջրածինը, ածխաթթու գազը և ռադոնն իրենցից ներկայացնում են ակտիվ բուժիչ նյութեր՝ հիմնական հանքառոջարանային կոմպոնենտներ:

Ջրաքիմիական տեսակետից առավել կարևոր են թթվածինը, երկօքսիդ ածխածինը և ծծմբաջրածինը:

*Թթվածինը* ստորերկրյա ջրերում գտնվում է լուծված մոլեկուլի ձևով և պարունակվում է մինչև 15-20մգ/լ: Նրա պարունակությունը սովորաբար ըստ խորության նվազում է, քանի որ այն ծախսվում է տարբեր օքսիդացման (թթվեցման) գործընթացների վրա: Թթվածինը հիմնականում ի հայտ է գալիս աերացիայի գոնայի, գրունտային ստորերկրյա ջրերում և համեմատաբար ոչ խորը տեղադրված արտեզյան ջրատար հորիզոնների ջրերում:

Սակայն թվածինը  $0.2\eta\mu^3/\eta\mu^3$  քանակությամբ հայտնաբերվել է Պրիպյատսկի ավազանի աղաջրերում մի քանի հազար մետր խորությունների վրա: Ըստ Ի. Ֆ. Վովկի հիպոթեզի՝ այստեղ դրա ծագումը կապված է ջրի ռադիոլիզային (ռադիոտարալուծում) գործընթացների հետ: Ռադոնը հանդիսանում է «ազոնալ» գազ ինչպես հատակագծում, այնպես էլ կտրվածքում: Որպես կանոն դրա տարածումը ջրում որոշվում է երկրաբանական կտրվածքում արտավիժած թթու ապարների տեղադիրքով, դրա համար էլ, այն հանդիպում է ինչպես գրունտային, այնպես էլ խորը ջրերում:

*Երկօքսիդ ածխածինը* քիմիապես ակտիվ է: Գրունտային ջրերում լուծված երկօքսիդ ածխածնի պարունակությունը փոփոխվում է մի քանի միլիգրամից մինչև տասնյակ միլիգրամի մեկ լիտր ջրում, իսկ խոր շերտերի և ճեղքաերակային ջրերում կարող է հասնել տասնյակ գրամների մեկ լիտր ջրում: Երկօքսիդ ածխածինն ունի կարևոր նշանակություն ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման գործում: Գրանցում հիդրոկարբոնատների առաջացումը կապված է  $\text{CO}_2 + \text{OH}^- = \text{HCO}_3^-$  ռեակցիայի հետ:

*Ծծմբաջրածինը* ( $\text{H}_2\text{S}$ ) ստորերկրյա ջրերում կարող է հանդես գալ լուծված գազի, հիդրոսուլֆիդի ( $\text{HS}^-$ ) և սուլֆիդի ( $\text{S}^{2-}$ ) ձևերով: Ստորերկրյա ջրերում հիդրոսուլֆիդի տարածումը թույլ է ուսումնասիրված: Ծծմբաջրածնի առավել մեծ քանակություն պարունակվում է նավթագազաբեր պրովինցիաների (չրջաններ) ստորերկրյա ջրերում, ինչպես նաև ծծմբային հանքավայրերի ջրերում: Խորը տեղադրված ջրերում ծծմբաջրածնի առավելագույն պարունակությունը հասնում է մինչև 3500մգ/լ: Այն համարվում է ակտիվ վերականգնիչ:

*Մեթանը և ծանր ածխաջրերը* ստորերկրյա ջրերում առաջանում են կենսաքիմիական գործընթացների արդյունքում՝ հիմնականում նավթագազաբեր շրջաններում և ածխային ավազաններում օրգանական նյութերի քայքայման ժամանակ, ինչպես նաև ճահիճների և տորֆերի տարածման տեղամասերում: Մեթանը և ծանր ածխաջրերը տարածված են նավթագազաբեր ստորերկրյա ջրերում և երկրակեղևի խորը հորիզոնների բարձր ճնշումային ստորերկրյա ջրերում, այստեղ դրանց բաղադրությունը կարող է լինել 50գ/լ և ավելի:

*Ազոտը և ազնիվ գազերը* (հելիում, նեոն, արգոն, կրեպտոն և քսենոն) հանդիսանում են իներտ գազեր: Ստորերկրյա ջրերում սովորաբար հանդես են գալիս մթնոլորտային, կենսածին և ռադիոժին ծագում ունեցող գազերը: Դրանցից հելիումը և արգոնը ունեն մեծ նշանակություն խոր համալիների ստորերկրյա ջրերի հասակի որոշման համար:

## ԳԼՈՒԽ VII

### ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶՆԵՐԻ ՄՇԱԿՈՒՄ, ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ ԵՎ ԴԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ

#### 7.1. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ՏԻՊԵՐԸ

Ջրատերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ ջրի քիմիական կազմը հետազոտվում է քիմիական անալիզի միջոցով:

Քիմիական անալիզի բովանդակությունը և դրանց արդյունքների ճշտության աստիճանը որոշվում են՝ ելնելով ուսումնասիրությունների խնդիրներից և փուլերից: Միայն աշխատանքների խնդիրների և նպատակային դիտարկումների մասին ճիշտ պատկերացում ունենալու դեպքում կարելի է որոշել անհրաժեշտ քիմիական անալիզիների քանակը և ընտրել դրանց կատարման այս կամ այն մեթոդիկան:

Ջրատերկրաբանական աշխատանքների պրակտիկայում ջրերի քիմիական անալիզները կատարում են հետևյալ հիմնական խնդիրները՝ 1) տարբեր կազմի բնական ջրերի ձևավորման և տարածման օրինաչափությունների ուսումնասիրման, 2) խմելու, տեխնիկական, գյուղատնտեսական, բուժական և այլ բնագավառներում օգտագործման համար բնական ջրերի քիմիական կազմի և ֆիզիկական հատկությունների գնահատման, 3) բնական ջրերի հետախուզությունները՝ որպես օգտակար հանածոների հանքավայրերի (նավթի, գազի, պղնձի, կապարի, մոլիբդենի և այլն) որոնման կրիտերիայի (չափանիշ), 4) բնական ջրերը՝ որպես քիմիական հումքի (յոդ, բրոմ, բոր և այլ միկրոբաղադրիչներ) ստացման և գնահատման [33]:

Ջրի անալիզը սկսում են նմուշի մանրագնի և ճշտությամբ վերցնելով, որն անալիզի հուսալի արդյունքների ստացման անհրաժեշտ պայմաններից է: Ջրի բնական կազմի մաքրության և առավելագույն պահպանման համար մշակված են հատուկ կանոններ նմուշի վերցման, նախնական մշակման, կոնսերվացման և պահպանման [1]:

Ջրի անալիզը պետք է կատարել ինչքան հնարավոր է շուտ, նմուշը վերցնելուց հետո: Եթե դա հնարավոր չէ, նմուշները կոնսերվացնում են: Ջրի պահպանությունը պահանջում է ցածր ջերմաստիճան, սառեցում չի թույլատրվում:

Ջրերի քիմիական անալիզները ստորաբաժանվում են հետևյալ տիպերի՝ *դաշտային, կրճար, լրիվ և հայրուկ*:

Ջրատերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ դաշտային քիմիական անալիզները կատարվում են շարժական (երթային) լաբորատորիաների միջոցով: *Դաշտային* անալիզի օգնությամբ որոշում են ջրի ֆիզիկական հատկությունները, pH (անմիջապես ջրադրյորի վրա),  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $Ca^{2+}$  կամ  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $O_2$ : Հաշվարկվում են  $Na^+ + K^+$ ,  $Mg^{2+}$  կամ  $Ca^{2+}$ , կարբոնատային կոշտությունը, միներալային նյութերի գումարը (համաքայնացումը): Կիրառվում է ուսումնասիրվող շրջանի ստորերկրյա ջրերի բնութագիրների նախնական գնահատման համար և որոշումը կրում է մասսայական (տարածական) բնույթ:

*Կրճար* անալիզն իր մեջ ներառում է ջրի ֆիզիկական հատկություններ. որոշում, pH,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $H_2SiO_2$ , չոր մնացորդը, թթվայնությունը: Հաշվարկվում են  $Na^+ + K^+$ , ընդհանուր և կարբոնատային կոշտությունները, ագրեսիվ  $CO_2$ : Կրճատ անալիզը կատարվում է առավել ճիշտ մեթոդներով և ստացիոնար լաբորատորիաներում: Կիրառվում է զանգվածային որոնումների համար, մի քանի ջրատար հորիզոնների նախնական բնութագրումները համեմատելու նպատակով:

*Լրիվ* անալիզն իր մեջ ներառում է ջրի ֆիզիկական հատկությունները, pH,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $H_2SiO_3$ , չոր մնացորդը, թթվայնությունը: Հաշվարկվում են՝ ընդհանուր և կարբոնատային կոշտությունները, ագրեսիվ  $CO_2$ : Լրիվ անալիզը կատարվում է առավել ճշգրիտ մեթոդներով ստացիոնար լաբորատորիաներում:

*Հայրուկ* անալիզը, բացի վերը թվարկած անալիզների տիպերով որոշվող ցուցանիշներից, իր մեջ ներառում է հատուկ (միկրոբաղադրիչներ, օրգանական նյութեր, գազեր, Eh և այլն) որոշումներ, որոնք կա-



տարվում են հետազոտությունների նպատակային նշանակության համապատասխան՝ ըստ առանձնահատուկ առաջադրանքի:

Նշված անալիզի տիպերը ամրագրված են համապատասխան հրահանգներով (ինստրուկցիա) և ուղեկցվում են գործնականում բոլոր ջրաերկրաբանական հիմնական տիպի աշխատանքներում՝ ջրաերկրաբանական, ջրակոլոգիական և համալիր հանույթներում, ստորերկրյա ջրերի շահագործական պաշարների գնահատման և այլ նպատակների համար տարվող հետազոտություններում: Հատուկ նշանակության ջրաերկրաբանական աշխատանքների ժամանակ դրանք լրացվում են անհրաժեշտ որոշումներով: Այսպես, օրինակ՝ հանքային բուժիչ ջրերի կազմի գնահատման ժամանակ կատարում են անալիզներ հանքաջրաբուժական ակտիվ կոմպոնենտների՝ ռադոնի, ազոտի, բրոմի, յոդի, հիդրոսուլֆիդ-իոնի, օրգանական նյութերի որոշման համար:

Ջրաերկրաբանական հետազոտությունների ժամանակ կիրառվող անալիզների մեթոդների համար գոյություն ունեն համապատասխան ԴՕՇՏ-եր: Կիրառվում են տարբեր մեթոդներ անալիտիկ քիմիայից. դաշտային անալիզների դեպքում՝ տիտրոմետրիական, կոլորիմետրիական, տուրբիդոմետրիական, կրճատ և լրիվ անալիզների դեպքում՝ բացի դրանցից գործիքային (ֆոտոկոլորիմետրիա, սոլեկտրաֆոտոմետրիա, պոտենցոմետրիա, ռադիոմետրիա, խրոմատոգրաֆիա և այլն):

## **7.2. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԱՐՏԱՀԱՅՏՄԱՆ ՁԵՎԵՐԸ**

Դաշտային կամ լաբորատոր պայմաններում որոշված քիմիական անալիզի արդյունքները սովորաբար արտահայտվում են հետևյալ երեք ձևերով. կշռային, համարժեքային և տոկոս-համարժեքային ձևերով:

Ջրի քիմիական անալիզի արդյունքների արտահայտման հիմնական ձևը հանդիսանում է կշռայինը, այն ծառայում է որպես ելակետային ջրի քիմիական կազմի արտահայտման մյուս ձևերի ստացման համար: Ընդ որում, մակրոբաղադրիչների որոշած արդյունքները քաղցրահամ և աղահամ ջրերի համար տրվում են գրամներով և միլիգրամներով Լիտր ջրում (գ/լ և մգ/լ): Օվկիանոսային և ծովային, ինչպես նաև ստորերկրյա աղաջրերի համար լայն տարածում է ստացել մակրոբաղադ-

րիչների արտահայտումը գրամներով և միլիգրամներով 1կգ ջրում (գ/կգ, մգ/կգ):

Անիոնների և կատիոնների պարունակության արտահայտման համարժեքային ձևը (մգ-համարժեք/լ, գ-համարժեք/լ, մգ-համարժեք/կգ, գ-համարժեք/կգ,) հնարավորություն է տալիս ճիշտ դատել ջրում լուծված աղերի կազմի մասին և հսկել քիմիական անալիզի կատարման ճշգրտությունը: Իոնների կշռային ձևից, արտահայտված մգ/լ-ով, համարժեքային (մգ-համարժեք) ձևին անցնելու համար իոնների կշիռը պետք է բազմապատկել դրանց համարժեքային կշռի (տարրի ատոմական կշիռը բաժանած դրա վալենտականության վրա) հակադարձ մեծությամբ: Քիմիական անալիզի տվյալների իոնների կշռային ձևերից (մգ/լ) համարժեքային ձևին (մգ-համարժեք/լ) անցման վերահաշվարկային գործակիցները բերվում են 10-րդ աղյուսակում [3]:

Ջրի քիմիական անալիզների արդյունքների վերահաշվարկը տոկոս-համարժեքային ձևով կատարվում է տարբեր հանքայնացում ունեցող ջրերի համեմատման հարմարության և նույն ջրի իոնների հարաբերակցության մասին առավել պարզ պատկերացում կազմելու համար: Այս դեպքում անիոնների և կատիոնների մգ-համարժեքների գումարը առանձին-առանձին ընդունվում է 100% և ապա յուրաքանչյուր անիոնի և կատիոնի համար հաշվարկվում է դրա տոկոսային պարունակությունը:

**Աղյուսակ 10**

*Ջրի քիմիական անալիզների արդյունքների արտահայտման իոնային ձևից (մգ/լ) համարժեքային ձևին (մգ-համարժեք) անցնելու վերահաշվարկային գործակիցներ [33]*

<b>Կատիոններ</b>	<b>Վերահաշվարկային գործակից</b>	<b>Անիոններ</b>	<b>Վերահաշվարկային գործակից</b>
Ջրածին $H^+$	0.9921	Հիդրօքսիլ $OH^-$	0.0588
Նատրիում $Na^+$	0.0435	Նիտրատ $NO_3^-$	0.0161
Կալիում $K^+$	0.0256	Նիտրիտ $NO_2^-$	0.0271
Ամոնիում $NH_4^+$	0.0554	Կարբոնատ $CO_3^{2-}$	0.0330
Կալցիում $Ca^{2+}$	0.0499	Հիդրոկարբոնատ $HCO_3^-$	0.0164

Մագնեզիում $Mg^{2+}$	0.0822	Բլոր $Cl^-$	0.0282
Բարիում $Ba^{2+}$	0.0146	Բրոմ $Br^-$	0.0125
Ստրոնցիում $Sr^{2+}$	0.0228	Յոդ $J^-$	0.0079
Պղինձ $Cu^{2+}$	0.0315	Ֆտոր $F^-$	0.0526
Յինկ $Zn^{2+}$	0.0306	Սուլֆատ-իոն $SO_4^{2-}$	0.0208
Կադմիում $Cd^{2+}$	0.0178	Հիդրոսուլֆիդ $HS^-$	0.0178
Ալյումինիում $Al^{3+}$	0.1107	Տիոսուլֆատ $S_2O_3^-$	0.0316
Մանգան $Mn^{2+}$	0.0364	Հիդրոֆոսֆատ $HPO_4^{2-}$	0.0216
Երկաթ $Fe^{2+}$	0.0537	Հիդրոարսենիտ $HASO_4^{2-}$	0.0250
Երկաթ $Fe^{3+}$	0.0858	Սուլֆիտ $SO_3^{2-}$	0.0302
Նիկել $Ni^{2+}$	0.0341	Սիլիկատ $SiO_3^{2-}$	0.0262
Կոբալտ $Co^{2+}$	0.0339		

Օվկիանոսագիտությունում և ջրաբանությունում լուծված նյութի բաղադրությունը (կոնցենտրացիան) սովորաբար արտահայտում են պրոմիլներով (%), որը նշանակում է ամբողջի հազարերորդական մաս:

Կապված միավորների Համաշխարհային համակարգի (ՇՈ) անցման հետ, ջրաերկրաբանների համար սովորություն դարձած նշանակումները պետք է փոխել (աղ 11):

### Աղյուսակ 11

*Ստորերկրյա ջրերի քիմիական անալիզների արտահայտման տրադիցիոն (սովորութական) և նոր ձևերի համադրություն [4]:*

Տրադիցիոն (սովորութական)	Միջազգային միավորներ
Կշռային կոնցենտրացիա՝ գ/լ, մգ/լ, մկգ/լ	Չանգվածային (մասսային) կոնցենտրացիա՝ գ/դմ <sup>3</sup> , մգ/դմ <sup>3</sup> , մկգ/դմ <sup>3</sup>
Գրամ (միլիգրամ)-համարժեք՝ գ-համարժեք/լ, մգ-համարժեք/լ	Մոլային կոնցենտրացիա՝ մոլ/դմ <sup>3</sup> , մմոլ/դմ <sup>3</sup> , մկմոլ/դմ <sup>3</sup>
Տոկոս-համարժեք՝ %-համարժեք	Տոկոս-մոլ՝ % մոլ

Գրքի հետագա շարադրանքում նշված ցուցանիշները հիմնականում կարտահայտվեն միջազգային միավորներով:

Ջրում միկրոբողադրիչների պարունակությունը սովորաբար արտահայտում են կշռային ձևով՝ միկրոգրամներով 1լ ջրում (մկգ/դմ<sup>3</sup>): Երբ նրանք ջրում պարունակվում են մեծ քանակություններով (ավել 1մգ/լ-ից), ապա անալիզի արդյունքները արտահայտում են նույն ձևերով, ինչպիսին մակրոբողադրիչները (մգ/դմ<sup>3</sup>, մմոլ/դմ<sup>3</sup>, %մոլ):

Բնական ջրերի քիմիական անալիզի մշակման մանրակրկիտ լուսաբանումն ըստ անալիզի ձևերի, տրված է շատ ձեռնարկներում (տես օրինակ [28] աշխատանքը):

### 7.3. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԱՏՈՒԳՈՒՄ

Անալիզի արդյունքների ընդհանուր ստուգումը կատարվում է ըստ իոնների մոլային պարունակության կամ ըստ չոր նստվածքի:

Ըստ իոնների մոլային արտահայտության՝ քիմիական անալիզների ընդհանուր ստուգումը կարելի է կատարել միայն լրիվ անալիզի համար, երբ փորձնականորեն որոշված են բոլոր հիմնական անիոնները և կատիոնները:

Անալիզի սխալի տոկոսը հաշվարկվում է ըստ հետևյալ բանաձևի.

$$\alpha = \frac{A - K}{A + K} * 100$$

որտեղ՝

A և K համապատասխանաբար անիոնների և կատիոնների մմոլ/դմ<sup>3</sup>-ի գումարներն են:

Թույլատրելի սխալը չպետք է գերազանցի [28]:

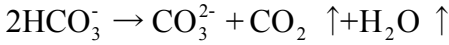
<b>Ջրի հանքայնացումը (անիոնները մմոլ/դմ<sup>3</sup>)</b>	<b>Սխալը (%-ով)</b>
Ավել 15	2
15-5	2-5
3-5	5-10
Փոքր 3	Չի որոշված

Ինչպես երևում է բերված տվյալներից, սխալի մեծ տոկոսը համապատասխանում է ջրի փոքր հանքայնացումներին: Առավել պատաս-

խանատու և արքիտրաժային (իրավարարական) անալիզների համար թույլատրելի սխալը փոքրանում է կրկնակի անգամ:

Արդյունքների ընդհանուր ստուգումը կատարվում է լրիվ և կրճատ ջրի անալիզների համար՝ ըստ չոր նստվածքի: Ըստ որում, կրճատ անալիզների համար համարվում է միակը:

Այս եղանակի էությունը կայանում է հետևյալում. չոր մնացորդը համեմատվում է իոնների և մոլեկուլների (բացառությամբ գազերի) տեսքով բոլոր լուծված նյութերի գումարի հետ: Սիներալային նյութերի գումարի հաշվարկի ժամանակ անհրաժեշտ է վերցնել  $\text{HCO}_3^-$ , -ի կեսը, քանի որ չոր մնացորդի գոլորշիացման ժամանակ ընթանում է հետևյալ ռեակցիան.



Անհրաժեշտ է նշել, որ ցանկացած բնական ջուր, բացի անօրգանական նյութերից, ինչպես ասվեց վերը, պարունակում է նաև օրգանական նյութեր, որոնք անցնում են չոր նստվածք: Դրա համար էլ փորձնականորեն որոշված չոր մնացորդը միշտ մեծ է հաշվարկված ընդհանուր հանքայնացումից:

Փորձնականորեն որոշված չոր մնացորդի և հաշվարկված ընդհանուր հանքայնացման (ներառյալ սիլիկաթթվի) միջև, երբ ջրի թթվայնությունը չի գերազանցում  $5\text{մգ}/\text{ղմ}^3$ , թույլատրելի սխալը չպետք է գերազանցի (տես ներքևում) [28]

<b>Չոր մնացորդի թույլատրելի գերազանցումը հաշվարկայինի նկատմամբ</b>	<b>Հաշվարկված ընդհանուր հանքայնացումը (մգ/ղմ<sup>3</sup>)</b>
30մգ/լ	մինչև 100
50մգ/լ	100-500
10%	500-5000
10-5%	5000-10000
5%	Մեծ 10000

Առավել պատասխանատու և իրավարարական անալիզների համար թույլատրելի սխալը փոքրանում է կրկնակի անգամ:

#### 7.4. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶՆԵՐԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ ԵՎ ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄ

Ջրի քիմիական անալիզների համակարգման համար առաջադրված են բազմաթիվ դասակարգումներ, սակայն համընդհանուր դասակարգում առայժմ գոյություն չունի: Այդպիսի դասակարգման մշակման դժվարությունը կայանում է նրանում, որ բնական ջուրը հանդիսանում է շատ բարդ բազմաբաղադրիչ շարժուն համակարգ՝ ապար-ջուր-գազ-օրգանական և կենդանի նյութեր:

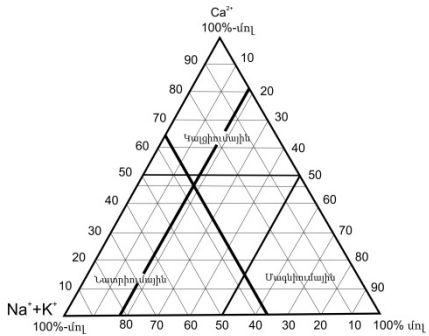
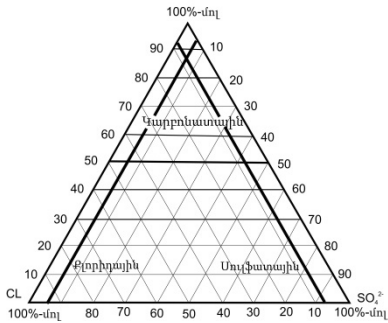
Վերը (տես գլ.VI) բերվել են բնական ջրերի դասակարգումներն ըստ հանքայնացման աստիճանի, ընդհանուր կոշտության, ջրածնային ցուցիչի, սակայն առավել տարածուն են համարվում ըստ գերակշռող իոնի և դրանց միջև գոյություն ունեցող հարաբերակցության դասակարգումները:

Ըստ քիմիական կազմի՝ ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր դասակարգումների մեջ Վ. Ս. Սմիրնովան (1977) առանձնացնում է երկու խոշոր խմբեր՝ «մաքուր քիմիական» և «տարրերի ծագումնաբանական հիմքի վրա» [4]:

Այս պարագրաֆում (դրվագում) նշված երկու խմբերի դասակարգումներից կդիտարկվեն ջրաերկրաբանությունում առավել ճանաչում գտած դասակարգումները:

Առաջին խմբի դասակարգումներին վերագրվում են այն դասակարգումները, որոնք հիմնված են «գերակշռող իոն» սկզբունքի վրա: Դրանց համար դասակարգման հիմնական ցուցանիշը հանդիսանում է կազմի կոմպոնենտների ֆիզիկական պարունակությունը՝ առանց (կամ համարյա առանց) դրանց ծագումնաբանական այս կամ այն մեկնաբանության: Դրանցից, ջրաերկրաբանական պրակտիկայում առավել տարածում ունեցողները բերվում են ստորև [4,11,19,33]:

*Գրաֆիկ-եռանկյունի (Ֆերիի):* Համարվում է ստորերկրյա ջրերի քիմիական բաղադրության համակարգման դիագրամային եղանակ, որի միջոցով արտահայտվում են ջրերի անիոնային և կատիոնային բաղադրամասերը առանձին եռանկյունիների վրա՝ արտահայտված %-մոլ-երով (նկ.18):



**Նկ.18 Գրաֆիկ-եռանկյունիներ (ըստ Ֆերիի)**

Եռանկյունիների գագաթներին իոնների համարժեքային պարունակությունը կազմում է 100%: Անալիզի տեղը եռանկյան վրա որոշվում է երեք ուղիղ գծերի հատման կետով, որոնցից յուրաքանչյուրը տարվում է եռանկյան որևէ կողմին զուգահեռ: Եռանկյունների գագաթային մասերում կենտրոնացված անալիզի արդյունքները, ցույց են տալիս ջրում համապատասխան իոնների գերազանցությունը, միջին մասերում տեղակայվում են խառը կազմով ջրերը: Գրաֆիկ-եռանկյունները հնարավորություն են տալիս որոշել յուրաքանչյուր իոնի հարաբերակցությունը, սակայն անիոնների և կատիոնների ներկայացումը առանձին գծագրերի վրա դժվարացնում են անալիզների համադրումը: Ֆերիի եռանկյունների և Տոլստիխինի քառակուսու (տես ներքևում) համատեղումը հեշտացնում է այդ համադրումը: Այս եղանակով նախնական համակարգման են ենթարկվում ջրերի բազմաքանակ անալիզների տվյալները:

*Գրաֆիկ-քառակուսի (Ն. Ի. Տոլստիխինի):* Այն իրենից ներկայացնում է քառակուսի, որի յուրաքանչյուր կողմը բաժանված է տասը հավասար մասերի (նկ.19):

Քիմիական անալիզի արդյունքները Տոլստիխինի գրաֆիկ-քառակուսու վրա անցկացվում են կետերի տեսքով: Քառակուսու աջ կողմում վերևից-ներքև տեղադրվում է  $Cl^- + SO_4^{2-}$  իոնների համարժեքային պարունակությունների գումարը՝ տոկոսներով, ձախի վրա ներքևից վերև  $HCO_3^- + CO_3^{2-}$ -ը, ներքևի կողմի վրա ձախից աջ՝  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ , վերևում՝  $Na^+ + K^+$  -ը (% համարժեք):

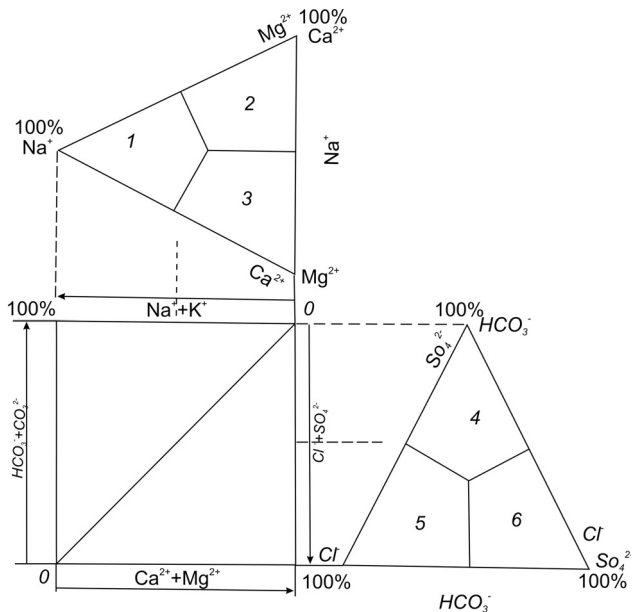
	← 100% ջրած										Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	0% ջրած																				
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1																						
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11																						
	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21																						
	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31																						
	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41																						
	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51																						
	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61																						
	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71																						
	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81																						
	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91																						
	0% ջրած										Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup>	100% ջրած																				

**Նկ.19 Գրաֆիկ-քառակուսիներ (ըստ Ի. Վ. Տոլստիխինի)**

Անալիզի կետերը քառակուսու վրա որոշվում են կոորդինատի երկու առանցքների հատումով: Եթե կետը գտնվում է քառակուսու վերին աջ անկյունում, ջուրը, որպես կանոն, վերագրվում է հիդրոկարբոնատ-կալցիումային տիպին: Ներքևի ձախ անկյունում կենտրոնացվում են քլորիդ-նատրիումային տիպի ջրերը, իսկ ներքևի աջ անկյունում՝ սուլֆատ-կալցիումային տիպի ջրերը:

Սակայն, մեկ քառակուսիով օգտվելը հարմար չէ, քանի որ Ca<sup>2+</sup> և Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup> և SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> իոնների բաղադրությունները գրաֆիկի վրա ներկայացվում են գումարների տեսքով: Դրանց առանձին-առանձին որոշման համար այն համակցում են Ֆերիի եռանկյուն-գրաֆիկների հետ: Այս դեպքում եռանկյուններից մեկի վրա դնում են կատիոնների պարունակությունը, իսկ մյուսում՝ անիոններինը (%համ.) (նկ. 20):

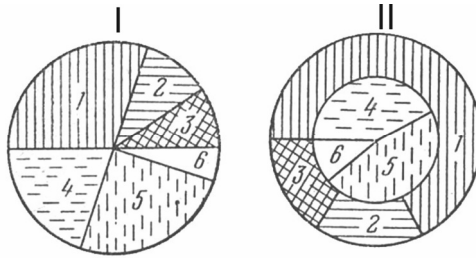




**Նկ. 20 Բ. Վ. Տոլստիսինի գրաֆիկ-քառակուսին Ֆերիի եռանկյունների հետ համակցված**

*Շրջան-դիագրամա (Ն. Բ. Տոլստիսինի):* Օգտագործվում է առանձին անալիզներ պատկերելու (նկարագրելու) համար: Տրված մասշտաբում, շրջանի շառավիղը ցույց է տալիս ջրի հանքայնացման մեծությունը: Շրջանի ներքևի կիսահարթության վրա ձախից աչ տեղադրվում են անիոնների պարունակությունները (% մոլ-երով) հետևյալ կարգով՝  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , իսկ վերևի կիսահարթության վրա կատիոններինը, հետևյալ հերթականությամբ՝  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  (նկ. 21):

Այդպիսի դիագրամա կարելի է կառուցել երկու համակենտրոն շրջանների տեսքով (ներքին շրջանը պատկերում է ջրի անիոնային կազմը, իսկ արտաքինը՝ կատիոնային կազմը) (նկ. 21):



**Նկ. 21** Բնական ջրերի քիմիական կազմի շրջան-դիագրամա (I), երկու համակենտրոն շրջան դիագրամա (II) (ըստ Ն. Ի. Տոլստիխինի)

1- $\text{Ca}^{2+}$ , 2-  $\text{Mg}^{2+}$ , 3-  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ , 4-  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ , 5-  $\text{SO}_4^{2-}$ , 6-  $\text{Cl}^-$  և

Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի արտահայտման ձևերից են բանաձևայինները, որոնցից առավել պարզ ու պատկերավոր է համարվում Մ. Գ. Կուշլովի առաջարկած բանաձևը:

*Կուշլովի բանաձևը:* Իրենից ներկայացնում է կեղծ կոտորակ, որի համարիչում ցույց են տրվում անիոնների, հայտարարում՝ կատիոնների պարունակությունը %մոլ-ներով, ձախից աջ նվազման կարգով: Ըստ որում՝ բանաձևում չեն նշվում այն իոնները, որոնց քանակը փոքր է 10% մոլ-ից: Կոտորակի գծից ձախ գրվում է ջրի հանքայնացումը ( $M$ ,  $գ/դմ^3$ ), գազերի և առանձնահատուկ միկրոբաղադրիչների պարունակությունը ( $մգ/դմ^3$ ): Կոտորակի գծից աջ ցույց է տրվում ջրի ջերմաստիճանը ( $T$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ),  $\text{pH}$ -ը և դիտարկվող հորատանցքի, ջրհորի կամ աղբյուրի ջրի ծախսը ( $մ^3/օր$ )

Օրինակ՝

$$\text{Fe}0.015; \text{CO}_2 2; \text{M}6 \frac{\text{HCO}_3 60; \text{Cl}10}{\text{Na}90; \text{Ca}10} T^{\circ}\text{C}25; \text{pH}6.9; \text{D}150$$

Ջրի կազմի անվանման մեջ ներառվում են միայն այն անիոնները և կատիոնները, որոնց պարունակությունը գերազանցում է 25 մմոլ/դմ<sup>3</sup> (25 մգ-համարժեք/լ): Առաջարկվում է ջրի անվանումը ըստ քիմիական կազմի, տալ անիոններով և հետո նոր կատիոններով՝ նվազման կարգով:

Բերված օրինակում, ջրի կազմի անվանումը կլինի երկաթային, ածխաթթվային, հիդրոկարբոնատ-քլորիդ-նատրիումային:

Երկրորդ խմբի «տարրերի ծագումնաբանական հիմքի վրա» դասակարգման օրինակ է նավթային ջրերին վերաբերող Վ. Ա. Սուլինի դասակարգումը, որի համաձայն՝ ջրի քիմիական կազմի տիպերը առաջանում են ոչ թե ըստ իրականում գերակշռող իոնների, այլ ըստ հատուկ հաշվարկված գործակցի (r) մեծության (մգ-համարժեք/լ) չափողականությամբ արտահայտված իոնների հարաբերակցությամբ: Այս դեպքում ջրի չորս հիմնական քիմիական տիպերի անվանումները չեն համապատասխանում ջրի իրական քիմիական կազմին: Սուլֆա-նատրիումային (I) և հիդրոկարբոնատ-նատրիումային (II) քիմիական տիպերին պատկանում են այն ջրերը, որոնց գործակցի ( $r(\text{Na} - \text{Cl})/r\text{SO}_4$ ) մեծությունը համապատասխանաբար փոքր կամ մեծ է մեկ միավորից: Այդ ջրերում նատրիումի պարունակությունը գերակշռում է քլորի պարունակությանը, որը հնարավոր է դարձնում նատրիումի սուլֆատային (I տիպի) կամ սուլֆատային և հիդրոկարբոնատային (II տիպի) միացությունների ձևավորման: Համարվում է, որ այս քիմիական տիպերը հատկանշական են ցամաքային ծագում ունեցող ջրերին: Զլոր-մագնեզիումային (III) և քլոր-կալցիումային (IV) քիմիական տիպերը բնութագրվում են ( $r(\text{Cl} - \text{Na})/r\text{Mg}$ ) գործակցի մեծության համապատասխանաբար փոքր կամ մեծ լինելու հանգամանքով, ըստ որում, համարվում է, որ ջրի կազմում քլորիդ-մագնեզիումի (III տիպի) առկայությունը վկայում է նրա ծովային ծագումը, իսկ քլորիդ-կալցիումային (IV տիպի) առկայությունը՝ կազմի մետամորֆիզացիայի մասին, որը հատկանշական է խորքային՝ մասնավորապես նավթային ջրերին: Վ.Ա.Սուլինի կողմից մշակվել է գրաֆիկական դիագրամա, որը հնարավորություն է տալիս հաշվի առնել նաև ջրերի բազմաթիվ ենթատիպեր:

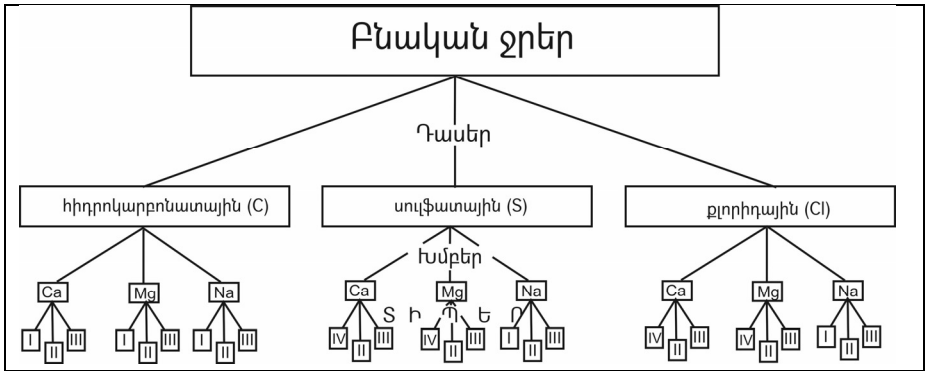
*Օ. Ա. Ալյոկինի դասակարգումը:* Ըստ այս դասակարգման՝ բնական ջրերը, ըստ գերակշռող անիոնների, բաժանվում են երեք դասի՝ հիդրոկարբոնատային (և կարբոնատային), սուլֆատային և քլորիդային ջրեր (նկ. 22): Յուրաքանչյուր դաս, ըստ գերակշռող կատիոններից որևէ մեկի՝  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  կամ  $\text{Na}^+$ , բաժանվում է երեք խմբի: Հետագայում, ըստ իոնների միջև հարաբերակցության, արտահայտված %մոլերով, ջուրը ստորաբաժանվում է տիպերի: Ընդամենը առանձնացնում են չորս քիմիական տիպի ջրեր.

I տիպ ( $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) ցածր հանքայնացման ջրեր,

II տիպ ( $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ ) չափավոր հանքայնացման ջրեր,

III տիպ ( $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  կամ որ նույնն է՝  $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$ ) սովորաբար բարձր հանքայնացման ջրեր,

IV տիպ ( $\text{HCO}_3^- = 0$ ) աղի ջրեր, որոնք առկա են միայն սուլֆատային և քլորիդային դասի  $\text{Ca}^{2+}$  և  $\text{Mg}^{2+}$  խմբում, որտեղ բացակայում է առաջին տիպը:



**Նկ. 22 Ստորերկրյա ջրերի դասակարգումն ըստ քիմիական կազմի (Օ. Ա. Ալյոկինի)**

*Քիմիական կազմի տիպերը (մնու/դմ<sup>3</sup>)* I-  $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ,

II-  $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ , III-  $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ,

IV-  $\text{HCO}_3^- = 0$  (բթու)

Ջրի կազմի ավելի լավ տարբերակման համար (Ե. Վ. Պոստխով, 1975) III տիպը բաժանում է երկու ենթատիպերի.

III<sub>ա</sub>  $\text{Cl}^- < \text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$ , իոնների հարաբերությամբ, որը բնորոշ է ծովի ջրերին,

$\text{III}_p \text{Cl}^- > \text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$ , իոնների հարաբերությամբ, որը բնորոշ է խորքային աղաջրերին:

Ստորերկրյա ջրերի Օ. Ա. Ալյոկինի դասակարգումն իր էությամբ համաձայն Վ. Ս. Սմիրնովայի գոյություն ունեցող դասակարգումների խմբավորման, կրում է միջանկյալ բնույթ դրա անջատած երկու խմբերի միջև:

Գոյություն ունեն դասակարգումներ, որոնցում հաշվի են առնված ջրի գազային կազմը և ձևավորման պայմանները (Ա. Մ. Օվչիննիկով), ջերմուկաբուժական կոմպոնենտները (Վ. Ա. Ալեքսանդրով, Վ. Վ. Իվանով և Գ. Ա. Նևարև) և ուրիշ շատ այլ դասակարգումներ, որոնց մանրամասն նկարագրությունները տրված են հատուկ ձեռնարկներում [33, 1, 30 և այլն]:

**ԳԼՈՒԽ VIII**  
**ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ**  
**ՁԵՎԱՎՈՐՈՒՄԸ**

**8.1. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ԾԱԳՈՒՄՆԱԲԱՆԱԿԱՆ**  
**ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԻՊԵՐԸ**

Երկրակեղևի երկրաբանական զարգացման գործընթացում, ըստ առաջացման և քիմիական կազմի ձևավորման պայմանների առանձնացնում են ստորերկրյա ջրերի հետևյալ հիմնական ծագումնաբանական տիպերը՝ 1) մթնոլորտային (ինֆիլտրացիոն, տարալուծման ջրեր), 2) ծովային (սեդիմենտացիոն՝ նստվածքակուտակման), 3) մագմատիկ (յուվենիլային), 4) մետամորֆային (վերածնված, ջրանջատային՝ դեհիդրատացիոն) (Գ. Ն. Կամենսկի, Ա. Մ. Օվչիննիկով, Ա. Ն. Սեմիխատով և այլոք):

*Մթնոլորտային ծագման ստորերկրյա ջրերն* ապարներում առաջանում են ի հաշիվ մթնոլորտային տեղումների, ինչպես նաև գետերի, լճերի և տեղական մակերևութային ջրերի ինֆիլտրացիայի, ապարների համեմատաբար խոշոր ճեղքերով ու ուղիներով վերերկրյա ջրերի ինֆիլտրացիայի (շիֆոսքի), ապարների մեջ օդից ջրային գոլորշիների ներթափանցման և դրանց հետագա կոնդենսացման (խտացման):

Մթնոլորտային ծագման ջրերի ձևավորման գործում առավել մեծ նշանակություն ունեն մթնոլորտային տեղումները և մակերևութային հոսքերը: Ուստի հետագա շարադրանքում մթնոլորտային ծագման ջրերը կանվանվեն ինֆիլտրացիոն (ներծծումնային):

Մթնոլորտային տեղումների քանակությունը սերտորեն կապված է կլիմայական պայմանների հետ: Կլիման, բացի մթնոլորտային տեղումների մեծությունից բնորոշվում է երկրի մակերևութի ջերմային ռեժիմով և գոլորշունակությամբ: Քանի որ մթնոլորտային տեղումներում գտնվող լուծված միացությունները ներթափանցում են ստորերկրյա ջրեր, ապա կարելի է համարել, որ ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման առաջին փուլը հանդիսանում է մթնոլորտային տեղումների քիմիական ձևավորումը: Մթնոլորտի ջերմաստիճանային ռեժիմը մեծամասամբ որոշում է երկրի մակերևութի կլիմայական զոնայականությունը, հետևապես և գրունտային ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման գոր-

ծընթացի ուղղվածությունը. հավելուրդային խոնավության զոնաներում՝ փոքր հանքայնացումից, չոր զոնաներում մինչև հանքայնացվածի:

Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման վրա կլիմայի ազդեցության մեկ այլ դրսևորում կարելի է համարել ճնհալի ժամանակաշրջանը, որի հետ է կապված հողաշերտերից քիմիական տարրերի ինտենսիվ մուտքը ստորերկրյա ջրեր:

Մակերևույթի վրա, հողաշերտերում և երկրակեղևի վերին շերտերում կատարվում է բնական ջրերի փոխազդեցությունը կենդանի նյութերի, բուսականության և միկրոօրգանիզմների հետ, որոնք առաջացնում են կենսոլորտը՝ Երկրի պատյանը, որտեղ դրսևորվում է կենդանի նյութի ջրաքիմիական գործունեությունը: Երկրի այդ պատյանն ընդգրկում է մթնոլորտի ներքևի մասը, մակերևութային ջրոլորտը, երկրակեղևի 3-4 կմ խորությունները:

Կենսոլորտում կենդանի նյութերի գումարային զանգվածը համեմատաբար մեծ չէ, սակայն այն մշտապես վերականգնվում է և դրա միջով անցնում են հսկայական քանակությամբ ջուր և քիմիական տարրեր: Օրգանիկների տարալուծումից արտադրվում է մեծ քանակությամբ  $\text{CO}_2$ : Կենսաքիմիական գործընթացների արդյունքում ստորերկրյա ջրեր են մտնում նաև օրգանական թթուներ, ածխաջրածիններ, ազոտի, ծծմբի, ֆոսֆորի, կալցիումի, երկաթի և այլ միացություններ: Օրգանական միացությունների ստորերկրյա ջրերի հետ փոխազդեցության գործընթացներում կարևորագույն ֆունկցիա են հանդիսանում  $\text{pH}$  և հատկապես  $\text{Eh}$  մեծությունները:

Հարկ է նշել, որ նույնիսկ մթնոլորտային տեղումները պարունակում են լուծված աղեր և ունեն որոշակի քիմիական կազմ: Համեմատաբար բարձր հանքայնացում ունեցող մթնոլորտային տեղումները յուրահատուկ են մերձծովյան ցամաքների, չորային շրջանների, խոշոր արդյունաբերական տերիտորիաների և ժամանակակից հրաբխային գործունեության մարզերի համար:

Մթնոլորտային տեղումներում գերակշռող են հանդիսանում  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  և  $\text{Na}^+$  իոնները: Դրանք մթնոլորտ են թափանցում քամիների միջոցով ծովերից աղերի բերման, փոշիների տարման, հրաբխային անջատումների և այլաղբյուրների: Մթնոլորտային տեղումներում լուծված նյութերի ընդհանուր քանակը երբեմն

գերազանցում է 100մգ/դմ<sup>3</sup>: Այդ տեղումները հիմնականում լինում են մերձծովյա ցամաքային մասերում, և դրանցում  $Cl^-$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$  իոնների պարունակությունն ավելի շատ է:

Ծովերից հեռու խոնավ և բարձր լեռնային շրջաններում տեղումների հանքայնացումը սովորաբար չի գերազանցում 20-30մգ/դմ<sup>3</sup> և դրանց կազմում գերակշռում են  $HCO_3^-$  և  $Ca^{2+}$  իոնները:

Ժամանակակից հրաբխային գործունեության շրջաններում դիտվում են «թթու անձրևներ», որոնցում pH-ը կազմում է 2.4-2.5, իսկ հանքայնացումը՝ մինչև 250մգ/դմ<sup>3</sup> (Ա. Պ. Վինոգրադով):

Ինֆիլտրացիոն ջրերն իրենց ստորերկրյա գոյության սկզբնական շրջանում, որպես կանոն, քաղցրահամ են: Շարժվելով ապարներում՝ դրանք, ի հաշիվ ապարների տարալուծման, օրգանիզմների գործունեության, իսկ չոր կլիմային պայմաններում մասամբ գոլորշիացման (ցամաքային աղակալում), սկսում են հարստանալ իոններով, աղերով և գազերով: Ինֆիլտրացիոն ջրերի հետագա շարժումը, ըստ խորացման, աստիճանաբար սկսում է դանդաղել, դրա կազմի վրա սկսում են ազդել օսքիդացման-վերականգնման ռեակցիաները, հետո կատիոնային փոխանակումը, ֆիլտրացիոն էֆեկտը և ուրիշ ֆիզիկաքիմիական գործընթացներ, ինչպես նաև դրանց խառնվելը այլ ծագման ջրերի հետ: Ինֆիլտրացիոն ջրերի հանքայնացումն աստիճանաբար մեծանում է, իսկ դրանց իոնա-աղային և գազային կազմը վերափոխվում է:

*Ծովային ծագման (նստվածքակուտրակման) ջրերը* ձևավորվում են օվկիանոսներում, ծովերում և ծովալճակներում նստվածքակուտակման, նստվածքների դիագենեզի և դրանց մետամորֆիզացիայի գործընթացներում:

Ի տարբերություն մթնոլորտային տեղումների և գետային ջրերի կազմի՝ ժամանակակից օվկիանոսի ջուրը քլորիդ-նատրիումային է, սուլֆատի և մագնեզիումի բարձր պարունակություններով: Որոշ չափով այլ կազմ ունեն ծովալճակների և ներմայրցամաքային ծովերի ջրերը, որոնց կապը օվկիանոսների հետ դժվար է կամ անբողջովին չկա: Այդ տիպի ծովերում, ջրերը կարող են լինել քաղցրացված, ինչպիսիք են Կասպիական և Արալի ծովերը կամ ավելի շատ աղիացած՝ (կոնցենտրացված) չորային կլիմայի պայմաններում ավազանների չորացման



հետ կապված: Ծովային ջրերի ելակետային տարրեր կազմը, անկասկած, կազդի ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման վրա:

Օվկիանոսային և ծովային ջրերի քիմիական կազմի փոփոխության գործընթացները սկսվում են տիղմներում:

Համաձայն Օ. Վ. Շիշկինի՝ օվկիանոսային և ծովային ժամանակակից նստվածքներում առկա են հետևյալ երեք տիպի տիղմային ջրերը.

1. Բաց ծովի կամ օվկիանոսի պելլիգալ նստվածքներում տարածված «ծովային» տիպի տիղմային ջրեր: Այդ նստվածքները գոյանում են ափից հեռու խորքայա մասերում, կախված մասնիկների, պլանկտոն միկրոօրգանիզմների կմախքային մնացորդների, կավային և բեկորային նյութի, հրաբխային նոխրի, տիեզերական փոշու և հատակին ձևավորվող միներալների դանդաղ կուտակման հետևանքով: Նման պայմաններում ծովային ջրերը հարյուրհազարավոր և նույնիսկ միլիոնավոր տարիների ընթացքում թե տարածության մեջ և թե ուղղաձիգ կտրվածքում էապես չեն փոփոխվում: Ըստ ամերիկյան հետազոտողների տվյալների՝ ծովային ջրերի կազմի փոփոխություն ուղղաձիգ կտրվածքում չի նկատվել մինչև միջին միոցենը և նույնիսկ սենոմենը (ըստ Խաղաղ օվկիանոսում հորատված խորը հորատանցքի տվյալների):

2. Ծովերի և օվկիանոսների մերձափնյա, ծայրամասային փողրակների (ժալոք, վիհ, ակոս) և իջվածքների նստվածքների տիղմային ջրեր: Դրանք ինտենսիվ փոխակերպվում (մետամորֆիզացվում) են և հատակից մի քանի մետր վերև լրիվությամբ վերափոխվում են մոտ 35 գ/կգ հանքայնացմամբ, քլորիդա-հիմնային (ալկալային) համարյա անսուլֆատ ջրերի: Դրանք բնութագրվում են բարձր հիմնայնության պաշարով, հողահիմնային (հողալկալային) մետաղների ցածր խտությամբ (կոնցենտրացիայով), հագեցված են բրոմով, յոդով, ամոնիումով և այլ տարրերով ու միացություններով:

3. Երկրաբանական պատմության ընթացքում փոփոխվող ռեժիմով ներցամաքային ծովերի՝ մասնավորապես Սև ծովի, չորրորդական նստվածքներում ամփոփված են մոտ 15գ/կգ հանքայնացմամբ շատ

ցածր  $\frac{rNa^+}{rCl^-} = 0.4$  հարաբերակցությամբ քլորիդա-կալցիումային կազմի տիղմային ջրեր: Այդ ջրերը նույնպես հագեցված են ամոնիումով, յոդով, բրոմով և այլ տարրերով ու միացություններով:

Առավել բարձր հանքայնացում ունեցող (աղաջրեր մինչև 200գ/դմ<sup>3</sup> և ավելի) ստորերկրյա ջրերը, ըստ երևույթին, արդյունք են ծովային ավազաններում նախապես թաղված ջրերի խտացման (կոնդենսացմանը): Նոր ձևավորված տիղմային նստվածքները պարունակում են մինչև 90% ջուր: Հետագայում ծածկող շերտերի ճնշման և նստվածքների խտացման արդյունքում, որոնք բերում են նստվածքների՝ ապարների վերափոխմանը, ջրի պարունակությունը տիղմերում սկսում է քչանալ: Բոլոր նստվածքները (ինչպես կավային, այնպես էլ ավազային) իրենց առաջացման գործընթացներում հագեցված են այն ավազանի ջրերով, որում դրանք ձևավորվում են: Տեկտոնական իջվածքներին զուգընթաց ավազանների հատակի նստվածքները կրում են մեծացող ճնշման և ջերմաստիճանի ազդեցությունը և սկսում են ավելի խտանալ և «արտազատում» դրանցում եղած սեղիմենտացիոն ջրերը: Կավային ապարներն իրենց բարձր պլաստիկության հետևանքով սեղմվում են ավելի շատ, քան՝ ավազայինները: Դրա հետևանքով կավից «քամված» ջրի մի մասը տեղափոխվում է կոնտակտային ավազաքարերի մեջ կամ այլ առավել ջրաթափանց կոշտ կմախքով ապարների մեջ: Ըստ որում, ջրի տվյալ մասը, հասկանալի է, դուրս է մղում ապարում նախօրոք եղած ջուրը: Այդ ջուրն իր հերթին տեղափոխվում է ուրիշ ապարների մեջ, ընդհուպ մինչև իր բեռնաթափման տեղը, որոնք գտնվում են նույն ավազանի հատակին կամ դրա սահմաններից դուրս՝ երկրի մակերևույթին (կախված երկրաբանական կառուցվածքից):

Այդպիսի բնական պայմաններում ապարների շերտերում առաջ է գալիս ջրադինամիկական ճնշման անհավասարաչափ վերաբաշխում, և ընթանում են ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման ծայրահեղ բարդ ու տարաբնույթ գործընթացներ, որոնցից առավել մեծ նշանակություն ունեն ֆիզիկաքիմիական և միկրոկենսաբանական գործընթացները:

Այս ճանապարհով կավից ջրի անցումն այլ ծակոտկեն ապարների մեջ կատարվել է մեծ մասշտաբներով նույնիսկ ապարների խտացման ու շտադիաներում: Հետևապես սեղիմենտացիոն ջրերի դերը ստորերկրյա ջրերի, հատկապես, խորը տեղադրված ջրատար հորիզոնների ձևավորման գործում շատ մեծ է:

Ընդհանրացնելով կարելի է ասել, որ նստվածքակուտակման ջրերը, հին ջրավազանների նստվածքների ստորերկրյա ջրերն են, որոնք

նստվածքների հետ միասին երկար ժամանակ մնացել են թաղված վիճակում և աստիճանաբար փոփոխվել են դիագենեզի և կատագենեզի փուլերում: Նստվածքակուտակման ջրերը լինում են կամ նստվածքային ապարների հետ միաժամանակ առաջացած (սինգենետիկ, մնացուկային ջուր) կամ նստվածքների խտացման գործընթացում արտազատված և այլ հասակի՝ առավել ջրաթափանց ապարների մեջ տեղադրված (էպիգենետիկ, տեղափոխված ջուր):

Տեկտոնական զարգացումների ընթացքում ծովի նահանջից կամ տեղանքի ցամաքի վերածվելուց հետո ապարներում սեդիմենտացիոն ստորերկրյա ջրերը, որ երբեմն կոչվում են նաև թաղված կամ մնացորդային ջրեր, կարող են մնալ նստվածքներում այնքան ժամանակ, քանի դեռ չեն տեղակայվել-փոխարինվել ինֆիլտրացիոն ծագման ջրերով: Ի հակադրություն ինֆիլտրացիոն ծագում ունեցող մշտապես վերականգնվող ջրերի՝ սեդիմենտացիոն ծագման ջրերն ունեն ստատիկ (բնական) պաշարներ և, բնականաբար, երկրաբանական ժամանակներում միախառնվում կամ լրիվ տեղակալվում-փոխարինվում են ինֆիլտրացիոն քաղցրահամ ջրերով:

*Մագմատիկ ծագման (մագմածին, յուվենիլ, կուսակակ)* ջրերն առաջանում են մեծ խորություններում հրաբխականության գործունեության և ներժայթքումների ներդրման ընթացքում անմիջական հրահեղուկ մագմայից անջատված ջրերի հաշվին:

Ինչպես արդեն ասվել է (տես գլ. IV) մեծ քանակությամբ յուվենիլային ջրեր, ըստ երևույթին, անջատվել են Երկրի ձևավորման վաղ շրջանում՝ մանտիայի գազազրկման ժամանակ: Ներկա ժամանակներում յուվենիլային ջրերի անջատումը, ըստ հետազոտողների մեծամասնության կարծիքի (Օ. Մ. Օվչիննիկով, Ա. Ի. Գերմանով, Վ. Վ. Իվանով, Ա. Ա. Կարցև և այլոց) շատ աննշան է:

Շատ գիտնականներ (Բ. Մեյսոն և ուրիշներ) գտնում են, որ մագմայում ջրի պարունակությունը փոփոխվում է 0.5-8% սահմաններում:

Ամերիկացի ջրաերկրաբանների հատուկ ուսումնասիրություններով (Գ. Ուայտ և ուրիշներ) պարզվել է, որ հետհրաբխականության գործընթացների ինտենսիվ զարգացած մարզերում յուվենիլային ջրերը կազմում են ոչ ավելի 5-10% ֆումարոլների, հեյզերների և այլ թերմալ աղբյուրների ջրերի ընդհանուր զանգվածի մեջ: Ջերմաջրերը հիմնականում

հանդիսանում են ինֆիլտրացիոն, սեդիմենտացիոն կամ վերականգնողական:

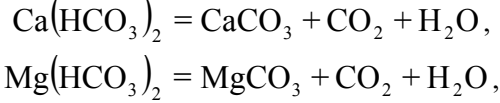
*Փոխակերպային (մեխանորֆային) ծազման ստորերկրյա ջրեր:* Այս տիպը գերազանցապես ներկայացված է վերածնված (կամ ջրազրկված) ջրերով, այսինքն՝ առաջանում են ջերմափոխակերպման (ջերմամետամորֆիզմի) գործընթացներում միներալներից և ապարներից կապակցված (բյուրեղային, ցեոլիտային, հիգրոսկոպիկ) ջրերի ազատ (գրավիտացիոն) վիճակի անցումով: Հետևապես վերածնված ջրերը հանդիսանում են երկրորդական ջրեր: Այդ ջրերը մինչև բյուրեղային ցանցում կամ ապարների մասնիկների կողմից ուժեղ կապված լինելը մասնակցել են ջրի ընդհանուր շրջապտույտում և ըստ իրենց ծազման՝ եղել են սեդիմենտացիոն կամ ինֆիլտրացիոն: Հատկապես, միներալների կամ ապարների ջրազրկումից ջրի նոր մոլեկուլներ հանդես չեն գալիս:

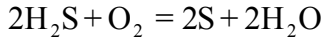
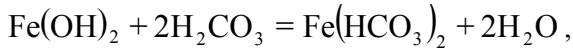
Վերածնված ջրերն առավել ինտենսիվ ձևավորվում են ժամանակակից կամ համեմատաբար ոչ վաղ անցյալում հրաբխականության գործունեության շրջաններում, միներալների և ապարների ջրազրկման գործընթացներում (Կամչատկա, Կուրիլյան կղզիներ, Կավկազ, Կարպատներ), ինչպես նաև մեծ խորությունների վրա բարձր ջերմաստիճանի և ճնշման պայմաններում:

Վերածնված ջրերն իրենց անջատման և ձևավորման պահին գործնականում զուրկ են լուծված նյութերից: Հետագայում բարձր ջերմաստիճանի և ճնշման պայմաններում, ապարների և գազերի հետ փոխազդեցության արդյունքում դրանք հարստանում են տարբեր կոմպոնենտներով (բաղադրիչներով):

Այդ ջրերի տիպին պայմանականորեն կարելի է դասել նույնպես քեմոժին (խեմոզեն) ջրերը, այսինքն՝ ջրեր, որոնք առաջանում են քիմիական ռեակցիաների գործընթացներում: Վերջիններս ձևավորվում են ոչ միայն բարձր ջերմաստիճանի և ճնշման պայմաններում, այլ նաև ոչ մեծ ջերմաստիճանի և ճնշումների պայմաններում:

Ջրի անջատումով քիմիական ռեակցիաների օրինակ են հանդիսանում հետևյալները՝





Ռեակցիայի ընթացքում ջրի մոլեկուլները կուտակման ինքնուրույն գոնաներ չեն առաջացնում, այլ խառնվում են այլ ծագում ունեցող ջրերի հետ:

Էական է նշել, որ բնական պայմաններում շատ մեծ մասշտաբներով տեղի է ունենում հիմնական ծագումնաբանական ջրերի խառնում:

Ոչ վաղ անցյալում տեկտոնական շարժումների մարզերում, որտեղ խորը խորասուզված ապարներ դուրս են հանվել (բերվել) երկրի մակերևույթ կամ մակերևույթին մոտ, սկսում է ծովային ծագման ջրերի խառնումը մթնոլորտայինով: Շատ հաճախ խառնված ջրերը դուրս են գալիս երկրի մակերևույթ, մասնավորապես, Կավկազում, Կարպատներում: Խառնված ջրերը լայնորեն տարածված են արտեզյան ավազանների պլատֆորմաներում:

## **8.2. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՉԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԸ ԵՎ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԻՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

*Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման գործոնները:*  
Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման գործոնը բնական կամ արհեստական պատճառ է (ուժ, դաշտ, երևույթ, նյութ և այլն), որը պայմանավորում է տվյալ ջրաերկրաբանական այս կամ այն ջրաերկրաքիմիական գործընթացների ի հայտ գալը, գոյությունը կամ փոփոխությունը:

Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմը տվյալ ջրաերկրաբանական համակարգում մշտապես գոյություն ունցող գործոնների և դրանցով պայմանավորված գործընթացների համալիր ազդեցության տակ սովորաբար շրջակա միջավայրի հետ գտնվում է ֆիզիկաքիմիական դինամիկ հավասարակշռության մեջ: Այդ հավասարակշռության խախտումը հանդես կգա դրա վրա այս կամ այն ժամանակավոր գործող գործոնների ազդեցությամբ, որոնք կփոխարինեն արդեն գոյություն ունեցող գործընթացների բնույթը կամ կպայմանավորեն նորերի ի հայտ գալը:

Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմը բնորոշող գործոնները անչափ շատ են: Գրանցում առանձնացնում են հետևյալ խմբերը՝ 1) ֆիզիկաքիմիական՝ ջրի հատկությունները տարբեր ֆազային վիճակներում, ջրային լուծույթներում, քիմիական տարրերում և միացություններում և այլն, 2) ֆիզիկական՝ ջերմաստիճան, ճնշում, տադիոակտիվություն, մագնետիզմ, գրավիտացիա և այլն, 3) ֆիզիկա-աշխարհագրական՝ կլիմա, հատկապես տեղումներ և գոլորշիացում, ռելիեֆ, ջրաբանություն, դրենացման պայմաններ և այլն, 4) երկրաբանական-ջրաերկրաբանական՝ տեկտոնիկա, մագմատիզմ և մետամորֆիզմ, կտրվածքի ֆացիալ կառուցվածք, ապարների միներալոգիական կազմ, ջրադինամիկական պայմաններ, հնէաջրաերկրաբանություն և այլն, 5) կենսաբանական՝ միկրոֆլորա և միկրոֆաունա, 6) տեխնածին (անտրոպոգեն) [4]:

Ներկա ժամանակներում համեմատաբար խորը հետազոտված են ֆիզիկա-աշխարհագրական, երկրաբանա-ջրաերկրաբանական, որոշ ֆիզիկական (ջերմաստիճան, ճնշում) գործոնների դերը ջրաերկրաբանական կտրվածքի տարբեր, այդ թվում նաև խորը մասերում, ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման գործում: Վերջին ժամանակներում շատ բան է արված ջրի և բնական լուծույթների ֆիզիկա-քիմիական հատկությունների, ստորերկրյա ջրերում կենդանի նյութերի դերի ուսումնասիրություններում: Համեմատաբար թույլ է ուսումնասիրված երկրի ֆիզիկական դաշտի ազդեցությունը (էլեկտրական, գրավիտացիոն, մագնիտային):

Ջրաերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ, ելնելով ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի վրա տարբեր գործոններից և գործընթացներից, դրանց ներգործության նշանակության արդյունքների վերլուծությունից, կարևոր է դրանց մեջ որոշել առաջնայինները և երկրորդայինները, անմիջականները և անուղակիները, մշտական կամ ժամանակավոր, ռեզիոնալ կամ մասնակի գործողները: Այն համարվում է ստորերկրյա ջրերի ծագման հարցերի լուծման անհրաժեշտ հիմքը, ռեզիոնալ ջրաերկրաբանական օրինաչափությունները պարզելու, ջրաերկրաբանական կիրառական խնդիրներ լուծելու համար և այլն:

Առավել դինամիկ գործոնները, որոնք բերում են համեմատաբար կայուն համակարգի՝ ապար-ջուր-գազ-կենդանական նյութեր քայքայմանը, հանդիսանում են բնական գործոնները հատկապես տեկտոնական շարժումները և դրանց ուղղվածությունը:

*Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման բնական երկրաքիմիական իրադրությունները:* Բնական իրադրությունն ազդում է երկրակեղևում ընթացող երկրաքիմիական գործընթացների և որոշ տարրերի միգրացիայի վրա:

Ա. Մ. Օվչիննիկովի և այլոց կողմից առանձնացվում են ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման երեք ջրատերկրաքիմիական իրադրություն՝ օքսիդացման, վերականգնողական և մետամորֆային:

*Օքսիդացման իրադրությունը* բնութագրվում է ջրում լուծված և գերազանցապես մթնոլորտային ծագում ունեցող  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  և իներտ գազերով: Բարենպաստ երկրաբանական պայմանների դեպքում դրանք ստորերկրյա ջրեր են ներթափանցում ինֆիլտրացիոն ջրերի հետ: Կարևոր օքսիդացնողը համեմատաբար է թթվածինը: Դրա պարունակությունը բնական ջրերում փոփոխվում է 0.1-ից մինչև  $15մգ/դմ^3$  սահմաններում:

Օքսիդացման իրադրությունում օքսիդացման-վերականգնման պոտենցիալի ( $Eh$ ) մեծությունը փոփոխվում է ազատ թթվածնի պարունակությունից կախված: Այն ուղիղ համեմատական է թթվածնի քանակի մեծությանը: Բնական պայմաններում նմանատիպ կախվածությունը հաճախ խախտվում է  $pH$  -ի փոփոխումով: Չնայած դրան՝ Ա. Վ. Շչերբակովն առաջարկում է օքսիդացման միջավայրի ներքին սահմանն ընդունել հետևյալ ցուցանիշները՝  $Eh = +250մՎ$ , երբ  $pH = 5.5 - 8.5$  և ջրում ազատ թթվածնի պարունակությունը մոտ  $3.5մգ/դմ^3$ : Վերին սահմանը պայմանականորեն որոշվում է՝  $Eh \approx +1000մՎ$ , երբ  $pH < 3$  և ազատ թթվածնի առավելագույն պարունակությունը մոտ  $5մգ/դմ^3$  է:

Օքսիդացման իրադրությունը գլխավորապես դիտվում է երկրակեղևի վերին շերտերում, առանձին տեղամասերում այն հայտնաբերվում է մինչև 1000 մ խորությունների վրա:

Օքսիդացման իրադրությունում ջրերը հիմնականում ունեն ոչ բարձր ընդհանուր հանքայնացում, հիդրոկարբոնատային և սուլֆատային անիոնային կազմ, որոնցում  $pH$  -ը 2-ից մինչև 9-է (հաճախ 6-9):

*Վերականգնման իրադրությունը* կապված է հիմնականում կենսաքիմիական ծագման գազերի հետ՝  $CH_4$ ,  $CO_2$ , ծանր ածխաջրածին-

ներ,  $N_2$ ,  $H_2S$ ,  $H_2$ , որոնք հանդիսանում են կենսաքիմիական (միկրո-կենսաբանական) գործընթացների արդյունք:

Ստորերկրյա ջրերում օքսիդացման-վերականգնման պոտենցիալի մեծությունը ծծմբաջրի քանակության մեծացումով փոքրանում է:

Օքսիդացման իրադրությունից վերականգնման իրադրության անցումը կատարվում է աստիճանաբար: Ըստ ծծմբաջրածնի պարունակության՝ առանձնացնում են թույլ վերականգնման միջավայր ( $H_2S = 7 - 10 \text{ մգ/ղմ}^3$ ,  $Eh \approx 0 \text{ մՎ}$ ), համաչափ վերականգնման և կտրուկ վերականգնման միջավայրեր: Ջրերում այդ միջավայրերի բաժանման սահմանը ծառայում է  $H_2S + HS^-$  պարունակության զոնան, որը հավասար է  $50 \text{ մգ/ղմ}^3$ : Ջրերում ծծմբաջրածնի այդ կոնցենտրացիան, երբ  $pH = 5.5 - 8.5$ , համապատասխանում է  $Eh \approx -150 \text{ մՎ}$  մեծությանը:

*Մետամորֆական իրադրությունը* պայմանավորված է հիմնականում մետամորֆական ծագման գազերի առկայությամբ՝  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $N_2$ ,  $HCl$ ,  $HP$ ,  $NH_4$ ,  $SO_2$ : Ապարներից դրանք անջատվում են բարձր ջերմաստիճանի ազդեցության դեպքում: Մետամորֆական ծագման գազերի ի հայտ գալը հատուկ է երիտասարդ կամ ժամանակակից հրաբխականության և ներժայթքումային գործունեությունների մարզերին:

### **8.3. ԱՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՆԵՐԸ**

Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման գործընթացները բաժանվում են երկու հիմնական խմբերի՝ ջրաերկրաքիմիական և ջրակենսաքիմիական՝ կենդանի նյութերի հաշվառմամբ [4]:

#### **8.3.1. ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՆԵՐ**

Ջրաերկրաքիմիական գործընթացների համալիրում պայմանականորեն կարելի է առանձնացնել՝ 1) ջրապարունակ ապարների և շրջապատող միջավայրի լուծույթային նյութերի փոխանակման, այդ թվում ստորերկրյա ջրերի հանքայնացումը բարձրացնող (լուծում և տարալու-



ծում, ապակլանում, ջրատարալուծում, կոմպլեքսաառաջացում և այլն) և նվազեցնող (նստեցում և բյուրեղացում, կլանում և այլն) գործընթացներ, 2) բուն բնական լուծույթներում նյութերի քանակական և որակական վերադասավորման (կոմպեկտիվ և դիֆուզային զանգվածատեղափոխության *массоперенос*) գործընթացներ:

Ստորև տրվում է հակիրճ լուսաբանումը այն գլխավոր գործընթացների, որոնք ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման վրա թողնում են որոշիչ ազդեցություն:

*Տարրալուծում և լուծում:* «Տարրալուծում» և «լուծում» տերմիններն ըստ նշանկության մոտ են իրար, սակայն դրանց հետ կապված գործընթացները, ըստ իրենց ազդեցության, տարբեր են, չնայած հաճախ դրանք օգտագործվում են որպես հոմանիշներ:

*Տարրալուծում* կոչվում է միներալից որևէ տարրի լուծույթի մեջ անցման գործընթացը, որն ընթանում է առանց դրա բյուրեղային ցանցի ամբողջականության խախտման:

*Լուծումը* շրջապատող միջավայրից (ապարից) ցանկացած նյութի (միներալային, օրգանական, տարբեր ծագման գազերի) անցումն է ստորերկրյա ջրերի մեջ իոնների կամ մոլեկուլների տեսքով, որն ընթանում է միներալների բյուրեղային կամ ամորֆ կառուցվածքի ամբողջական քայքայումով:

Ապարների տարրալուծումը և լուծումը հիմնականում կապված է մթնոլորտային տեղումների և տեղի մակերևութային հոսքի ջրերի ինֆիլտրացիայի հետ: Ինչպես արդեն նշվել է, մթնոլորտային տեղումներն ունեն աննշան հանքայնացում, պարունակում են թթվածին և ածխաթթու գազ:

Ինֆիլտրացիոն ջուրը  $\text{CO}_2$ -ի պարունակությամբ հանդիսանում է ակտիվ լուծիչ: Այն իր շարժմանը համընթաց, ի հաշիվ ապարների տարրալուծման, հարստանում է իոններով և աղերով:

Տարրալուծման ընթացքում առաջին հերթին, ջրի մեջ են անցնում հեշտ լուծվող աղերը՝  $\text{NaCl}$ , հետո՝  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , վերջին հերթին կալցիումի և մագնեզիումի կարբոնատները:

Տարրալուծման գործընթացների համար էական նշանակություն ունեն ապարների լիթոլոգիական առանձնահատկությունները: Տարրալուծման արագությունը կավային և ավազային ապարներում ամբողջ-

վին տարբեր է: Հետևապես, տարրալուծման գործընթացների նույն տևողության դեպքում կավային և ավազային ապարներում գտնվող ջրերը կունենան տարբեր հանքայնացումներ և ոչ միանման քիմիական կազմ:

Երբ ինֆիլտրացիոն քաղցրահամ ջրերը ներդրվում են ծովային ծագման նստվածքային ապարներում տեղի է ունենում ապարներում ամփոփոված լուծույթների դուրս հանում (մղում), ինֆիլտրացիոն քաղցրահամ ջրերի խառնում ծովային ծագման ջրերի հետ, սկզբում լավ լուծվողի, իսկ հետո դժվար լուծվող միացությունների տարրալուծում և լուծում:

Մագմատիկ ապարները, որպես կանոն, տարրալուծմանն անմիջականորեն անհասանելի են: Դրանք սկզբում ենթարկվում են քիմիական հողմնահարման բարդ և երկարաժամկետ գործընթացներին: Հետագայում ամփոփում գազի ներգործության արդյունքում, որը պարունակվում է ջրում, դրա մեջ են անցնում նատրիումը, ալյումինումը, կալցիումը, սիլիկահողը (կայծքարահողը):

Երկրակեղևի վերին մասերում, սուլֆիդների (պիրիտ  $FeS_2$ , գալենիտ  $PbS$ , սֆալերիտ  $ZnS$ , խալկոպիրիտ  $CuFeS_2$  և այլն) կուտակման տեղամասերում լուծված թթվածնի առկայությամբ ջրերի ազդեցության տակ տեղի է ունենում դրանց օքսիդացում: Արդյունքում առաջանում են մետաղային սուլֆատներ, ջրում կտրուկ ընկնում է pH -ը (6.9-ից մինչև 2.9), կուտակվում է սուլֆատ իոն և մեծանում է երկաթի, պղնձի, կապարի և այլ մետաղների պարունակությունը:

*Ջրի խորացում (կոնցենտրացում):* Ջրի կոնցենտրացումն արտահայտվում է դրանում լավ լուծվող նյութերի քանակի մեծացումով, որը տեղի է ունենում մաքուր ջրի գոլորշիացման, տրանսպիրացիայի կամ սառեցման վրա ծախսման արդյունքում: Ջրի տարբեր քիմիական կազմի ձևավորումը կախված է շոգեհարման (գոլորշիացման) ենթարկվող ելակետային (սկզբնական) ջրի քիմիական կազմից և դրա կոնցենտրացիայի աստիճանից:

Գոլորշիացումը համարվում է հատկապես չորային շրջանների ոչ խորը տեղադրված (<3մ) գրունտային ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման կարևոր գործընթացներից մեկը, որտեղ այն առաջ է բերում ցամաքային աղակալում:

Գրունտային ջրերի գոլորշիացումը տեղի է ունենում մազանոթային եզրաշերտից (кошма): Արդյունքում ջուրը գոլորշիանում է, իսկ ջրալուծ աղերը մնում և կուտակվում են հողում, ակրացիայի գոտու ապարներում և գրունտային ջրերում: Այս գործընթացով տեղի է ունենում հողերի աստիճանական աղակալում:

Գոլորշիացման հետևանքով գրունտային ջրերի հանքայնացման մեծացումը ուղեկցվում է աղանստեցումով, կատիոնային փոխանակումով և այլ բնական երևույթներով, որոնց համակեցությունը առաջ է բերում տարբեր քիմիական կազմի գրունտային ջրերի ձևավորում: Գ.Ն.Կամենսկին այդպիսի ջրերը անվանել է ցամաքային աղակալման ջրեր:

Ոչ խորը տեղադրված գրունտային ջրերի հանքայնացման բարձրացում տեղի է ունենում նաև բույսերի կողմից ջրի տրանսպիրացիայի արդյունքում: Բույսերի տրանսպիրացիայի ազդեցությունը գրունտային ջրերի հանքայնացման մեծության և քիմիական կազմի վրա առավել ցայտուն արտահայտվում է արիդ (չոր) կլիմայական պայմաններում:

Ջրի խտացում կատարվում է նաև դրա սառեցման արդյունքում: Սառեցմամբ (կրիոգենային) խտացումը գործընթաց է, որը բնորոշ է բազմամյա սառցութային զոնաների, հատկապես սեզոնային սառեցման-հալեցման շերտերի գրունտային ջրերի համար: Այն քիչ նկատելի է ոչ սառցութային շրջաններում, երբ տեղի են ունենում միայն սեզոնային սառեցումներ:

Բնական լուծույթների կազմի վրա գոլորշիացման և սառեցման գործընթացների համատեղ ազդեցությունը կարելի է դիտել մակասառցաշերտերի մակերևույթներին, որտեղ կուտակվում են տվյալ ռեզիդնի բնական ջրերում առավել դժվար լուծվող միացությունները ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), սպիտակ, դեղնավուն, մոխրավուն գույների փոշենման աղերի բարակ շերտիկներ: Բացի այդ՝ լուծույթի սառեցումով խտացման դեպքում, սառույցի առաջացման հետ միաժամանակ տեղի է ունենում կարծր ֆազայի ձևավորումը այն միացությունների, որոնց լուծելիությունը բնորոշ է տվյալ ջերմաստիճանային պայմաններին:

Քաղցրահամ ջրերից նստեցվում են սիլիկատները և կալցիումի, հետո մագնեզիումի կարբոնատները, աղաջրերից՝ կալցիումի և մատրիումի սուլֆատները: Բացի այդ՝ հաստատված է, որ հալոցքային ջուրն ունի լուծելիության բարձր ակտիվություն:

Փորձնականորեն ապացուցված է, որ ծովի ջրի տարբեր աստիճանի (-1.8°C-ից մինչև -55°C) աստիճանական սառեցման արդյունքում յուրաքանչյուր անգամ ջրի կարծր ֆազա են անցնում տարբեր աղեր, դրանով իսկ փոփոխվում է մնացած լուծույթի և հանքայնացման աստիճանը և քիմիական կազմը: Այս դեպքում ամբողջ լուծույթը վերափոխվում է սառույցի -55°C-ից ցածր ջերմաստիճանում:

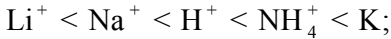
Դիտարկված, ինչպես նաև մի շարք այլ գործընթացներով ստորերկրյա լուծույթից աղանստեցումները պայմանավորում են ապարների հաստվածքում, այսպես կոչված, երկրաքիմիական արգելափակոցների (Барьеров) ձևավորում: Դրանք տարրերի կուտկման տեղամասերի կուտակվածություն բնորոշիչ գոնաներ են, տարբեր երկրաքիմիական և ջրաերկրաքիմիական պայմաններով:

*Սորբցիոն (կլանման, սորբման) գործընթացները* շրջապատող միջավայրից գոլորշիների, գազերի, լուծված նյութերի կլանումն է կարծր մարմինների և հեղուկների կողմից: Տարբերում են սորբցիայի հետևյալ տեսակները՝ 1) ադսորբցիա, 2) աբսորբցիա, 3) քեմսորբցիա:

Սորբցիոն գործընթացների մասշտաբը, բացի նյութի բնական (իոնի միջուկ, շառավիղ և այլն) ցուցանիշներից, պայմանավորված են նաև ֆազի բաժանման մակերևույթի մեծությամբ, դրա համար էլ առավել լավ սորբցիոն հատկություններով բնութագրվում են բարձր դիսպերսային ապարները, միներալային և օրգանական կոլոիդները: Առաջին հերթին դրանք կավային միներալներն են՝ կաոլինիտը, գլաուկոնիտը, մոնտմորոնոլիտը և այլն, ինչպես նաև նոր ձևավորված կոլոիդային նստվածքները, օրինակ՝ երկաթի, ալյումինի հիդրօքսիդները, օրգանական կոլոիդները, գլխավորապես հումուսը: Թվարկված նյութերի մեծամասնությունը բնութագրվում է մասնիկների բացասական լիցքով, հետևապես հավաքում են կատիոններ: Անիոնների սորբցումը հնարավոր է, սակայն այն թույլ է ուսումնասիրված:

Կատիոնների սորբցիոն ունակությունը ինչքան բարձր է, նույնքան ցածր է դրանց հիդրատացիայի (ջրակցման) էներգիան: Դրա համար էլ

ըստ սորբցիոն ունակությունների կատիոններն առաջնում են հետևյալ շարքերը (ըստ Կ. Կ. Գեդրոյցի).



$\text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Sr}^{2+} < \text{Ba}^{2+} < \text{Al}^{3+} < \text{Fe}^{3+}$  իսկ տարբերալիցք կատիոնների համար՝  $\text{Me}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Me}^{3+}$ , այսինքն՝ ինչքան փոքր է կատիոնի լիցքը, այնքան վատ է այն սորբցվում:

Սորբցիոն գործընթացներն էական ազդեցություն կարող են թողնել ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի վրա, հետևապես, կապված են մեծ դիսպերսայնություն ունեցող ապարների հետ: Ակնհայտ է, որ սորբցիայի ազդեցության տակ ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի փոփոխությունը առավել նշանակալից է, երբ խախտվում է ջուր-ապար համակարգի սորբցիոն հավասարակշռությունը (օրինակ ջրադինամիկական կամ ջրաերկրաքիմիական պայմանների փոփոխության ժամանակ) և մարում է ապարի սորբցիոն ծավալի հագեցմանը զուգընթաց:

Սորբցիոն գործընթացների կանխատեսումն ունի կարևոր նշանակություն աղտոտված ստորերկրյա ջրերի «ինքնամաքման» ունակության գնահատման ժամանակ, երբ ֆիլտրացիան կատարվում է բարձր դիսպերսային ապարների միջով:

*Կատիոնային փոխանակումը* բնական լուծույթների կատիոնների հետ ապարում պարունակվող կլանված կատիոնների համարժեք քանակով փոխանակման գործընթաց է: Կատիոնային փոխանակումը կապված է նրբադիսպերս ապարների (կավեր, կավավազներ) ֆիզիկաքիմիական կլանման ունակության հետ:

Փոխանակված իոնների քանակությունը, արտահայտված մգ-համարժեք/ 100գ չոր ապարի կամ %-ով չոր նյութի կշիռ, կոչվում է կլանման տարողունակություն (емкость поглощения): Կավային միներալների կլանման տարողունակությունը այսպիսին է՝ մոնոմորֆոլիտ՝ 80-150, ջրափայլարներ (հիդրոփայլարներ)՝ 10-50, կաոլինիտ՝ 3-15, հալուազիտ՝ 10-50մգ-համարժեք/100գ:

Ըստ Կ. Կ. Հեդրոյցի կատիոնային փոխանակման՝ ինտենսիվությունը կախված է ապարների կողիդ մասերի (կլանիչ համալիրի) ակտիվությունից, փոխանակման կատիոնների տեսակից, կուտակումից, լուծույթի քիմիական բաղադրությունից և այլն: Ընդհանուր առմամբ, ապարի կատիոնների կլանումը կամ ադսորբցիան, բնական այլ պայման-

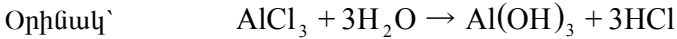
ների հավասարության դեպքում կախված է դրանց վալենտականությունից (արժեքականությունից): Որքան մեծ է կատիոնի վալենտականությունը, այնքան այն ուժեղ է կլանվում կավային ապարի կողմից: Պարզված է, որ կոտիոնային փոխանակումը առաջատար նշանակություն է ձեռք բերում ընդարձակ տարածում ունեցող կավային և ավազակավային նստվածքների պայմաններում և ի հայտ է գալիս ստորերկրյա ջրերի տարբեր գեներտիկական տիպերի փոխարինման (տեղակալման) հանքայնացման և քիմիական կազմի կտրուկ փոփոխման տեղամասերում՝ անկախ դրանց առաջ բերող գործոններից:

Ընդհանուր առմամբ իոնների փոխանակման գործընթացներն առավել տարածված են ջրաերկրաբանական կտրվածքի ամենավերին մասերում, որտեղ ապարների իոնափոխանակման ունակությունը, շնորհիվ մեխանիկական և քիմիական հողմնահարման գործընթացների, մշտապես պահպանվում և վերականգնվում է՝ նպաստելով կոլոիդառաջացման և տարալուծման (դիսպերգացիա): Բացի այդ՝ նշված գոնայի (ազատ ջրափոխանակման) համար բնորոշ են թույլ հանքայնացում ունեցող ջրերը, որոնցում կոմպոնենտների կոնցենտրացիան (բաղադրությունը) համաչափելի է ապարների կլանման տարողունակությունների հետ: Այդ պայմաններում կավային միներալները կրում են բացասական լիցք, որը խթանում է կատիոնների փոխանակումը: Հարկ է նշել, որ հենց այդ գոնայի բեռնաթափման տեղամասերի ճահճային լանդշաֆտների և արդյունաբերական աղոտտման պայմանների համար բնորոշ են թարմ կոլոիդային նստվածքների, առաջին հերթին երկաթի, ալյումինի, մանգանի հիդրօքսիդների, իսկ սառցութային լանդշաֆտներում, բացի դրանցից հելիումի սիլիկատների առաջացման գործընթացները: Ըստ Ս. Ռ. Կրայնովի՝ հիմնային միջավայրում հիդրօքսիդները կլանում են կատիոնները, իսկ թթվային միջավայրում՝ անիոնները և հատկապես կարող են նպաստել ինչպես կատիոնների, այնպես էլ անիոնների փոխանակմանը:

Բնական պայմաններում իոնային փոխանակման գործընթացը առանձին տեսքով դիտվում է համեմատաբար հազվագյուտ, սովորաբար այն կցորդվում է այլ (սորբցիոն, դիֆուզային, օսմոտիկ և այլ) գործընթացների հետ, որոնք բնորոշ են թույլ ջրաթափանց ապարներին:

*Ջրալարրալուծումը (հիդրոլիզ)* իրենից ներկայացնում է փոխանակման տարրալուծման ռեակցիա՝ ջրի և տարբեր քիմիական միա-

ցությունների միջև, որոնք ջրի ներգործությամբ տարրալուծվում և միանում են դրա իոնների հետ:



Ջրատարրալուծման ենթական միացություններից են սիլիկատները, ալյումոսիլիկատները, որոշ աղեր, բարդ էթերալուղեր և այլն: Ջրատարրալուծումը հանդիսանում է բազմաթիվ բնական և տեխնոլոգիական գործընթացների հիմք: Բնական ջրատարրալուծման արդյունք են օխրան, գորշ երկաթաքարը, ալյումինումի հիդրօքսիդը և այլն:

*Դիֆուզիա:* Դիֆուզիա ասելով հասկանում են որևէ միջավայրում նյութի մանրագույն մասնիկների (ատոմ, մոլեկուլ, իոն) տեղաշարժը դրանց կոնցենտրացիայի նվազման ուղղությամբ՝ հանգեցնելով միջավայրում մասնիկների հավասարաչափ բաշխմանը: Մասնիկների տեղաշարժը կատարվում է կոնցենտրացիայի գրադիենտի ազդեցության տակ՝ նյութի շատ պարունակության վայրից դեպի ցածր պարունակության վայրը: Գազերում դա կատարվում է արագ, հեղուկներում՝ դանդաղ, պինդ մարմիններում՝ չափազանց դանդաղ:

Բնական պայմաններում դիֆուզիայի արդյունքում տեղի է ունենում ստորերկրյա ջրերի կոնցենտրացիայի հավասարեցում, ինչպես նաև ապարների դիֆուզիոն աղազերծում և ջրերի աղայնացում:

Ստորերկրյա ջրերի հանքայնացման և քիմիական կազմի ձևավորման գործում մոլեկուլյար դիֆուզիայի դերը ջրաերկրաբանությունում մեկնաբանվում է տարբեր ձևով: Շատ հետազոտողներ այդ հարցում դիֆուզիոն գործընթացներին մեծ նշանակություն չեն տալիս: Ա.Պ.Վինոգրադովը (1967) ենթադրում է, որ դիֆուզիոն գործընթացների փոքր արագությունը, նույնիսկ երկրաբանական ժամանակի մասշտաբներով, չի կարող ապահովել նշանակալից նյութային զանգվածի տեղաշարժը շոշափելի հեռավորությունների վրա:

Որոշ հետազոտողներ (Ս. Ի. Սմիրնով և ուրիշներ) դիֆուզիան համարում են խորքային բարձր հանքայնացման ջրերի կազմի ձևավորման որոշիչ գործընթաց, դրանց գենետիկորեն կապելով հնագույն հալոգեն շերտախմբերի հետ:

Ջրաերկրաբանական գրականությունում հաճախ հանդիպում է «դիֆուզիոն տարրալուծում» տերմինը, որի տակ հասկանում են կավային ապարների ծակոտիմային հեղուկից կոմպոնենտների (բաղադրիչների) դիֆուզիան, որը տեղի է ունենում կոնցենտրացիայի (խտության)

գրադիենտի ազդեցության տակ: Կավերի դիֆուզիոն տարրալուծություն հնարավոր է այն դեպքում, երբ կոնցենտրացիայի գրադիենտի մեծությունը փոքր է կոնվեկտիվ շերտում, այսինքն՝ կավերի հետ կոնտակտի մեջ գտնվող ջրատար հորիզոնում կամ բուն կավերի մակրոծակտիներում: Այսպիսով, ի հաշիվ դիֆուզիայի, կավերում կարող են աղագերծվել և փոխել իրենց կլանող կոմպլեքսի կազմը: Հնարավոր է նաև հակառակ գործընթացը՝ կավերի դիֆուզիոն աղակալում, որը բնորոշ է արիղ շրջաններին (մարզերին): Բնական պայմաններում թույլ ջրաթափանց ապարներում դիֆուզիան սովորաբար հանդիսանում է ջրաերկրաքիմիական համալիր բարդ գործընթացների բաղադրիչ մասը՝ կախված լինելով նաև ջրադիմամիկական պայմանների (ֆիլտրացիայի և դիֆուզիայի հարաբերակցության) առանձնահատկություններից:

Հոսքի կոնվեկտիվ և մոլեկուլային դիֆուզիայի բաղադրիչների համեմատական դերի գնահատման համար օգտագործում են Պեկլեի թիվը (Pe)՝

$$Pe = \frac{VL}{D} \tag{62}$$

որտեղ՝

V -ն ֆիլտրացիայի արագությունն է, սմ/վրկ,

L -ը երկարությունն է, սմ,

D -ն դիֆուզիայի գործակիցն է, որը բնորոշում է նյութի ունակությունը դիֆուզիոն ճանապարհով մտնելու նոր անշարժ միջավայր սմ<sup>2</sup>/վրկ:

Հաշվում են, որ եթե  $Pe < 0.05$  համակարգում կոմպոնենտների տարածումը որոշվում է պայմանավորված միայն մոլեկուլյար դիֆուզիայով, երբ  $Pe > 10$ ՝ միայն կոնվեկցիայով: Դրանց միջանկյալ մեծությունները բնութագրում են կոնվեկտիվ-դիֆուզիային տեղաշարժը (փոխանցումը):

Ալցինիայտ է, որ ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորումը դիֆուզիոն գործընթացների ազդեցության տակ հիմնականում (մեծամասամբ) բնորոշ է «փոքր» արագությամբ շարժվող ստորերկրյա ջրերի ջրաերկրաբանական կտրվածքի էլեմենտներին (դժվար ջրափոխանակման գոնա, կավային շերտախմբեր, հալոգեն ապարներ և այլն):



### 8.3.2. ՋՐԱԿԵՆԱԿՔԻՍԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՆԵՐ

Ստորերկրյա ջրերում կենդանի նյութերի մասնակցությամբ գործընթացներն ուսումնասիրված են ոչ բավարար, չնայած ակնհայտ է, որ միկրոօրգանիզմների ակտիվ կոնսագործունեությունը ստորերկրյա ջրերում քիմիական կազմի ձևավորման կարևորագույն գործոններից մեկն է: Ներկայումս բացահայտված է կենդանի նյութերի կարևոր դերը քիմիական տարրերի ընդհանուր շրջապտույտում՝ հատկապես ածխաջրածնի, ազոտի, երկաթի, ծծումբի, ֆոսֆորի, կալիումի, սիլիցիումի, կենդանի օրգանիզմների (այդ թվում միկրոօրգանիզմների) և բուսականության զարգացման փուլում (ֆոտո- և քեմոսինթեզի գործընթացներում), երբ միներալային նյութերից սինթեզում են օրգանականները: Վերջիններիս քայքայման և կենդանի նյութերի մահացման դեպքում նորից միներալիզացվում են, որը նույնպես ընթանում է միկրոօրգանիզմների մասնակցությամբ: Քանի որ բոլոր այդ գործընթացները սկզբունքորեն հնարավոր են միայն ջրի առկայության դեպքում, ուստի ջրոլորտում դրանք տարածված են գործնականում ամենուր, որտեղ ջերմաճնշումային և համակենտրոնացման պայմանները նպաստավոր են կենդանի օրգանիզմների գոյության և զարգացման համար: Կենսագործունեության համար անհրաժեշտ էներգիան միկրոօրգանիզմները ստանում են բարձր էլեկտրաբացասականություն ունեցող նյութերից, դեպի ցածր էլեկտրաբացասականություն ունեցող նյութեր էլեկտրոնների տեղափոխման գործընթացում՝ ֆերմենտների ակտիվ մասնակցությամբ: Ֆերմենտները կատալիզացնում են այդ ռեակցիաները և հեշտացնում դրանց միջև քիմիական կոնտակտը (էլեկտրոնի տեղափոխում): Հայտնի է, որ միկրոօրգանիզմներն իրենց ֆերմենտիվ համակարգի օգնությամբ ընդունակ են մի քանի անգամ արագացնելու «ջուր-ապար» համակարգում օքսիդացման-վերականգնման ռեակցիաները:

Հայտնի է, որ միկրոօրգանիզմները ֆերմենտատիվ համակարգի օգնությամբ ի վիճակի են մի քանի անգամ արագացնել ջուր-ապար համակարգում օքսիդա-վերականգնման ռեակցիաները:

Բացի այն, որ դրանք անմիջական ազդեցություն են թողնում երկրաբանական միջավայրի վրա ընդհանրապես և, մասնավորապես ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման վրա, դրանք հանդես

են գալիս որպես կենդանի նյութերի կենսագործունեության սննդանյութերի, հատկապես այնպիսի, ինչպիսիք են  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$  և այլն:

Ստորերկրյա ջրերում առավել կարևոր կենսաքիմիական գործընթացները հանդիսանում են  $\text{CO}_2$ -ի կենսածին առաջացումը, ծծմբացումը (սուլֆոֆիկացիան) և սուլֆատռեդուկցիան, նիտրիտականացումը (նիտրիֆիկացում) և ապանիտրիտականացումը (ապանիտրիֆիկացում), մեթանառաջացումը, ջրածնակլանումը:

*Կենսածին  $\text{CO}_2$ -ի առաջացումը* առավել լայն տարածում ունեցող կենսաքիմիական գործընթաց է և անմիջականորեն ազդում է ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի վրա:  $\text{CO}_2$ -ի պարունակության ցանկացած փոփոխությունը՝ օգտագործումը (կամ անջատումը) կենդանի նյութերի կողմից, բերում է նախևհին ռեակցիայի հավասարակշռության տեղաշարժի և համապատասխանաբար փոքրանում (կամ մեծանում) է  $\text{H}^+$  և  $\text{HCO}_3^-$  պարունակությունը, այսինքն՝ տեղի է ունենում բնական լուծույթի ենթահիմնայնացում (կամ ենթաթթվեցում):

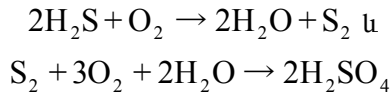
Ըստ որում, ստեղծվում են պայմաններ  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  աղերի նստեցման կամ հակառակը՝ դրանց լուծման: Որպես կանոն՝ հենց այդ գործընթացների հետ է կապված ցամաքային և ծովային ծագման ապարների ճեղքերի նավթագազային կուտակումների հետ կոնտակտների (ղժվարեցված ջրափոխանակման կամ հակառակը, պայմանների դեպքում) կալցիումիտացումը և ակտիվ ջրափոխանակման զոնայում կարստային տիպի գործընթացների ինտենսիվացումը:

Քանի որ ածխաթթու գազը հանդիսանում է ցանկացած օրգանիզմի կամ բույսի նյութափոխանակման վերջնական արդյունք, հետևապես նշված գործընթացն ունի համատարած բնույթ և սովորաբար զուգորդվում է այլ ջրաերկրաքիմիական գործընթացների հետ: Մեծ քանակությամբ  $\text{CO}_2$ -ի առաջացման գործընթացները լայնորեն զարգացած են նավթային շարքի օրգանական նյութերի կենսաքիմիական քայքայման հետ, երբ կան նպաստավոր պայմաններ օդակյաց ֆլորայի (մեթան կամ պրոպանաթթվեցնող մանրէներ) զարգացման համար:

Քիմիական և ջրաերկրաքիմիական պայմանների ձևավորման գործում կարևոր նշանակություն ունեն *ծծմբացումը* տիոնային

(Thiobacillus), պուրպուրային և ծծմբամանրէների (օդակյաց և անօդակյաց) սեռի միկրոօրգանիզմներով ծծմբի էլեմենտար և վերականգնողական ձևերի օքսիդացումը մինչև  $SO_4^-$  և սուլֆատոռեդուկցիան՝ Desulfovibrio և այլ սեռի մանրէներով ծծմբի էլեմենտար կամ օքսիդացած ձևերով վերականգնումը մինչև  $H_2S$ : Այս գործընթացներն իրենցից ներկայացնում են բնության մեջ ծծմբի շրջապտույտի կարևոր փուլեր :

Օդակենդանական պայմանների համար բնորոշ է ծծմբամանրէներով ծծմբացված (սուլֆոնֆիկացիայի) գործընթացը: Այն ընթանում է ըստ սխեմայի՝



Ծծմբացման գործընթացի ժամանակ բնական լուծույթներում նվազում է pH -ը, մեծանում է  $SO_4^-$ -ի պարունակությունը: Բացի այդ՝ առաջացած  $H_2SO_4$  -ը ագրեսիվորեն ազդում է կարբոնատային, սիլիկատային, ալյումոսիլիկատային ապարների վրա, նպաստում է դրանց տարրալուծմանը և լուծմանը, ստորերկրյա ջրերի հարստացմանը ածխաթթվով, երկաթօքսիդի սուլֆատով, օրգանական թթվածնով, որն արտահայտվում է նաև ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի վրա:

Սուլֆատոռեդուկցիոն գործընթացը հնարավոր է միայն անցումային կամ անօդակյաց օրգանական նյութերի առկայության, 0-2<sup>0</sup>C-ից մինչև 70-80<sup>0</sup>C ջերմաստիճանային պայմաններում: Այն ունի էական նշանակություն պլատֆորմային արտեզյան և միջլեռնային ավազանների շերտային ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման համար:

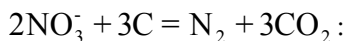
Սուլֆատոռեդուկցիան միանգամից պայմանավորում է մի քանի ջրաերկրաքիմիական հետևանքներ: Առաջինը սուլֆատոռեդուկցիայի գործընթացների արդյունքներից մեկը հանդիսանում է մեծ քանակություններով միլիգրամներից մինչև 1կգ/լ  $H_2S$ -ի առաջացումը: Դրա հետ կապված՝ ուղղաձիգ կտրվածքի այն հատվածներում, որտեղ ակտիվորեն ընթանում են սուլֆատոռեդուկցիայի գործընթացները, ստեղծվում են վերականգնման պայմաններ (Eh - ը մինչև 300մՎ և ավելի քիչ), որը իր հերթին բերում է փոփոխական վալենտականության տարրերի միգ-

րացիայի պայմանների փոփոխության, և մի շարք տարրեր (Fe, Cu, Zn, Pb և այլն) առաջացնում են սուլֆատային նստվածքներ:

Երկրորդը, սուլֆատոեղուկցիոնացնող մանրէների ակտիվ զարգացման դեպքում, անջատվում են նշանակալից, ընդհուպ մինչև գերհագեցման, քանակությամբ ածխաթթուներ, որոնք ջրում Ca և Mg առկայության դեպքում խթանում են այդ տարրերի կարբոնատների նստեցումը: Այսպիսով, սուլֆատների առաջացման հաշվին, կենսածին CO<sub>2</sub>-ի մուտքի և կալցիումի ու մագնեզիումի կարբոնատների նստեցման արդյունքում կարող է էականորեն իջնել (նվազել) ստորերկրյա ջրերի հանքայնացումը և գերակշռող իոնների փոխհարաբերությունը:

Ստորերկրյա ջրերի քիմիական և հատկապես գազային կազմի ձևավորման գործում կարևոր դեր են խաղում ստորերկրյա ջրերում գտնվող նիտրիֆիկացնող և ապանիտրիֆիկացնող մանրէների գործունեության հետ կապված գործընթացները և իրականացնում են ազոտի շրջապտույտը բնության մեջ: Նիտրիֆիկացման գործընթացը կատարվում է հողային ջրերում և համարվում է նիտրիտների առաջացման կարևոր գործընթաց, որն անհրաժեշտ է բույսերին: Նիտրիֆիկացնող մանրէները չեն կարող գոյություն ունենալ օրգանական նյութերից զուրկ միջավայրերում: Նիտրիֆիկացման գործընթացներն ընթանում են ստորերկրյա ջրերի մինչև 65-70°C ջերմաստիճանային և մինչև 300գ/լ ընդհանուր հանքայնացման պայմաններում:

Ապանիտրիֆիկացման գործընթացը բնորոշ է վերականգնման պայմաններին (օրինակ՝ արտեզյան կառուցվածքների խոր մասերը): Այն ստորերկրյա ջրերում նիտրիտների (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) և նիտրատների (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) տարրալուծման միկրոկենսաբանական գործընթաց է, որը կատարվում է վերականգնման միջավայրում ազատ ազոտի անջատումով: Այն ընթանում է ըստ սխեմայի՝



Պլատֆորմային և միջլեռնային արտեզյան կառուցվածքների խոր մասերի համար բնորոշ է նաև մեթանառաջացման գործընթացը, որը կատարվում է մեթանառաջացնող մանրէներով՝ ի հաշիվ ճարպային թթուների, ինչպես նաև ջրածնի ու ածխաթթուների տարրալուծման:

## **ԳԼՈՒԽ IX**

### **ՋՐԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ՁԵՎԵՐԸ ԱՊԱՐՆԵՐՈՒՄ ԵՎ ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՅԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՕՐԵՆՔՆԵՐԸ**

Կախված ապարների ջրային և ֆիզիկամեխանիկական հատկություններից, ջրի տեղադրման պայմաններից, ապարների հետ ջրի փոխազդեցության աստիճանից և այլ գործոններից՝ ապարները պարունակում են տարբեր ձևի ջրեր: Ապարներում այս կամ այն ձևի ջրերի առկայությունը պայմանավորում է ստորերկրյա ջրերի շարժման պայմանները և օրինաչափությունները:

Ջրաերկրաբանությունում ուսումնասիրությունների հիմնական օբյեկտ հանդիսանում են ջրահագեցած ապարներում շարժվող ջրերը, այսինքն՝ ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիայի գործընթացները: Սակայն ֆիլտրացիայի գործընթացների հետ համատեղ դիտվում են ջրի շարժման այլ ձևեր (ինֆիլտրացիոն, մագական, մոլեկուլյար և այլն), ինչպես նաև երևույթներ ու գործոններ, որոնք ազդում են ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիայի պայմանների վրա: Օրինակ՝ գրունտային ջրերի մակարդակի և ոռոգելի հողատարածքներում աղակալման գործընթացների զարգացումների կանխատեսման և կարգավորման հիմնավորված լուծումներ անհնար է մշակել առանց աէրացիայի զոնայում խոնավության (ջրի) և աղերի տարբեր ձևերի շարժման և գոլորշիացման գործընթացների ուսումնասիրության և քանակական գնահատման:

Վերջիններիս հետ կապված, ստորև տրվում են ջրի շարժման պայմանները և օրինաչափությունները ջրով չհագեցված ապարներում (աէրացիայի զոնա) և ջրով հագեցված ապարներում (ֆիլտրացիայի կամ ջրահագեցման զոնա):

#### **9.1. ԱԵՐԱՑԻԱՅԻ ՉՈՆԱՅՈՒՄ ՋՐԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՁԵՎԵՐԸ ԵՎ ՕՐԻՆԱՉԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

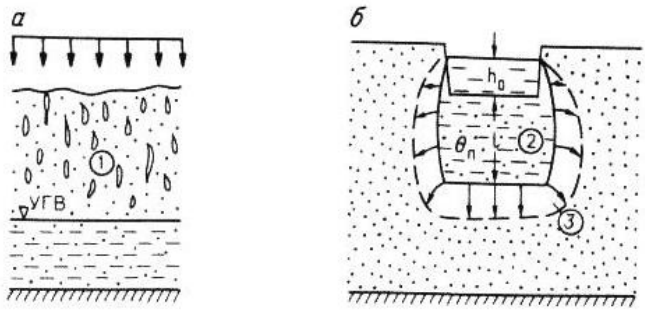
Աէրացիայի զոնան հանդիսանում է բազմափուլային (բազմաֆազային) համակարգ, որում գտնվում են տարբեր ձևի ջրեր: Ապարի պինդ մասնիկների և ջրի միջև տեղի են ունենում բարդ փոխազդեցություններ, որոնց արդյունքում ապարի պինդ մասնիկներ-ջուր, օդ-ջուր բաժանման սահմանների վրա ի հայտ են գալիս տարբեր բնույթի և մեծությունների

(մազանոթային, սորբցիոն, օսմոտիկ և այլն) ուժեր: Դրանք սովորաբար գերազանցում են ծանրության ուժին:

Եթե հաշվի առնենք այն, որ խոնավությունը և դրա մեջ լուծված նյութերը գտնվում են նաև ջերմային, էլեկտրական, մագնիսական կոնցենտրացիաների (բաղադրությունների) գրադիենտների (աստիճանափոխումների) և գրավիտացիոն դաշտերի ազդեցությունների տակ, ապա հասկանալի կդառնա ուժերի հաշվի առնելու բարդությունը, որոնց ազդեցության տակ աէրացիոն զոնայում տեղի է ունենում խոնավության տեղաշարժը:

Ինչպես հայտնի է, աէրացիայի զոնայում առկա են ջրի բոլոր տեսակները: Դրանցից յուրաքանչյուրը բնութագրվում է տեղաշարժման ուղղակի օրինաչափություններով: Վերը, բացառությամբ ազատ գրավիտացիոն ջրերի, արդեն դիտարկվել են հիգրոսկոպիկ, թաղանթային, մագնոթային և այլ տիպի ջրերի տեղաշարժման օրինաչափությունները:

*Գրավիտացիոն ջրի շարժումը* տեղի է ունենում մթնոլորտային տեղումների, մակերևութային և ոռոգման ջրերի աէրացիոն զոնայի ապարների մեջ ներծծման ժամանակ: Աէրացիայի զոնայի միջոցով ջրի ներծծման գործընթացը կոչվում է ինֆիլտրացիա: Տարբերում են ինֆիլտրացիայի երկու ձև՝ ազատ ներծծում և նորմալ ինֆիլտրացիա (տես նկ. 22՝ ա):



**Նկ. 22՝ Աէրացիայի զոնայով ջրի ինֆիլտրացիայի սխեմաներ**

*ա) ազատ ներծծում, բ) նորմալ ներծծում, 1-ջրի ազատ ներծծումով աէրացիայի զոնա, 2-ինֆիլտրացիոն հոսքի զոնա (Յ խոնավությանը), 3- մագնոթային զոնա,  $h_0$  - ջրի սյան բարձրությունը շուրֆում, 1-բրջված զոնա*

Ազատ ներծծման ժամանակ ջրի շարժումը՝ մեկուսացված շիթերի ձևով, կատարվում է ծանրության ուժի և մագնոթային ուժերի («ստորերկրյա անձրևներ» մնանվող) ազդեցության տակ, որոնք առաջանում են հողափոր կենդանիների, որդերի և բույսերի արմատային համակարգերի կենսազործունեությունների և այլ գործոնների ազդեցության տակ: Ըստ որում, ապարների ծակոտինային տարածությունը մնում է չհագեցված ջրով և դրանում պահպանվում են մթնոլորտային օդի, գազերի և ջրային գոլորշիների շարժումները, որոնք և բացառում են հիդրոստատիկ ճնշման ազդեցությունը ջրի շարժման վրա:

Ինֆիլտրացվող ջրի նշանակալի քանակության դեպքում վարընթաց հոսքը լցնում է բոլոր ծակոտիները և ճեղքերը և ստեղծում է համատարած հիդրավիկական միջավայր, որի ներսում ջրի շարժումն ընթանում է ֆիլտրացիայի մեխանիզմով (հիդրոստատիկ ճնշման ազդեցության տակ), իսկ ինֆիլտրացիոն հոսքի և չհագեցված ապարների սահմանագծում գործում են ներծծման մագնոթային ուժերը (դրանց մեծությունը  $h_G$  ընդունում են մագնոթային բարձրացման կեսին հավասար, այսինքն՝  $h_G \approx 0.5 H_G$ ): Ինֆիլտրացիոն հոսքի մնան շարժումն անվանում են *նորմալ ինֆիլտրացիա* (տե՛ս նկ. 22՝ բ): Ինֆիլտրացիոն հոսքի ուժերի համատեղ գործունեությունը կարելի է արտահայտել հետևյալ գրադիենտի ( $I_w$ ) միջոցով.

$$I_w = \frac{h_0 + l + h_r}{l} \tag{63}$$

որտեղ՝  
 $(h_0 + l + h_r)$  գործող ճնշումն է, մ,

l-ը ինֆիլտրացիոն հոսքի երկարությունն է (թրջված զոնա):

Ինչպես երևում է (63) բանաձևից, ճնշման գրադիենտը ( $I_w$ ), նորմալ ինֆիլտրացիայի ժամանակ անընդհատ փոքրանում է, սակայն միշտ մեծ է մնում միավորից: Այս դեպքում ջրի շարժումը ենթարկվում է Դարսիի օրենքին (տես ներքևում): Տարբերությունը կայանում է միայն նրանում, որ Դարսիի օրենքում մտնող ֆիլտրացիայի գործակիցը ( $k$ )

փոխարինվում է խոնավատարության (խոնավաթափանցելիության) գործակցով ( $k_b$ ): Այն որոշվում է հետևյալ արտահայտությունից.

$$k_b = k \left( \frac{W - W_{wn}}{W_l - W_{wn}} \right)^{3.5} \quad (64)$$

որտեղ՝

$W$ ,  $W_{wn}$  և  $W_l$  - համապատասխանաբար բնական, առավելագույն մոլեկուլյար և լրիվ խոնավություններն են (ըստ որում  $W_{wn} \leq W \leq W_l$ ):

Աերացիայի գոնայում խոնավության շարժման գործընթացը (գրավիտացիոն, մոլեկուլային և մազանոթային ուժերի ազդեցության տակ ազատ և մոլեկուլյար խոնավության տեղափոխում) ընդունված է անվանել խոնավատեղափոխում: Դրա բոլոր հիմնական պարամետրերը (խոնավաթափանցելիության գործակից, ներծծման մազանոթային ճնշում, խոնավության պոտենցիալ) կախված են խոնավությունից:

Ջրատերկրաբանական հետազոտությունների ժամանակ հողային ջրերը, ինչպես նաև հողի տիպը և կազմը ուսումնասիրում են հողերի չորացման և ոռոգման հետ կապված, ինչպես նաև անմիջապես հողային շերտերի տակ կամ դրանցից վերնաջրերով բաժանված գրունտային ջրերի ռեժիմի օրինաչափությունների պարզաբանման ժամանակ:

## **9.2. ՋՐԱՀԱԳԵՑՎԱԾ ՉՈՆԱՅՈՒՄ ՍՏՈՐԵԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՇԱՐԺՈՒՄԸ: ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՅԻ ՕՐԵՆՔՆԵՐԸ**

### **9.2.1. ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՍԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՅԻ ՄԱՍԻՆ**

Ջրահագեցած ապարներում առկա են նախկինում դիտարկված ջրի բոլոր տեսակները (տես գլ. V. 5.3 ):

Թաղանթային և մազանոթային ջրերը պարուրում են ապարի մասնիկները, զբաղեցնում (լցնում) են մազական ծակոտիները և միներալային մասնիկների ծայրակցվածքներում առաջացնում են մենիսկներ: Մնացած ծակոտինային և ճեղքային ուղիներով (տարածություններով) հնարավորություն է ստեղծվում գրավիտացիոն ջրի շարժմանը, որը ենթարկվում է ծանրության ուժի ազդեցությանը և հոսում է հիդրոստատիկ



ճնշումների տարբերության ազդեցության տակ: Գրավիտացիոն ջրի այդպիսի շարժումը ծակոտինային միջավայրում, որը հանդիսանում է ստորերկրյա ջրերի շարժման հիմնական ձևը, կոչվում է *ֆիլտրացիա* և հանդիսանում է «Ստորերկրյա ջրերի դինամիկա» կուրսի ուսումնասիրության հիմնական օբյեկտը:

Ծակոտինային միջավայրում ստորերկրյա ջրերի շարժման պայմանների կարևոր գործոններից մեկը հանդիսանում է ծակոտկենությունը կամ, ավելի ճիշտ, բաց և դինամիկ ծակոտկենությունները (տես գլ.V), որոնք ունեն ծայրահեղ տարբեր չափեր, ձևեր և դասավորություն մեկը մյուսի նկատմամբ: Ծակոտինային միջավայրում ծակոտինային ուղիների չափազանց բարդ բնույթի և ջրի շարժման արագությունների փոփոխությունները հնարավորություն չեն տալիս ճիշտ ուսումնասիրելու առանձին ծակոտինային կամ ճեղքային ուղիներում ֆիլտրացիոն գործընթացները: Դրա համար էլ ջրի շարժումը ծակոտինային միջավայրում դիտարկվում է ընդհանրացված և դրա բնութագիրը տրվում է ոչ թե ծակոտինային տարածքի առանձին կետերի կամ ուղիների համար, այլ ֆիլտրացիոն միջավայրի ամբողջ ընդլայնական կտրվածքի համար: Ընդ որում, ծակոտինային միջավայրում ջրի շարժման կարևոր բնութագիրը հանդիսանում է *ֆիլտրացիայի արագությունը*:

Ֆիլտրացիայի արագություն (ֆիլտրացիոն հոսքի արագություն) ասելով հասկանում են ջրի քանակ, որը միավոր ժամանակում անցնում է հոսքի (շերտի) ընդլայնական միավոր մակերեսով.

$$v = \frac{Q}{F} \tag{65}$$

որտեղ՝

v -ն ֆիլտրացիայի արագությունն է, սմ/վրկ, մ/օր և այլն,

Q -ն ֆիլտրացիոն հոսքի ծախսն է, սմ<sup>3</sup>/վրկ, մ<sup>3</sup>/օր և այլն,

F -ը ընդլայնական կտրվածքի մակերեսն է, սմ<sup>2</sup>, մ<sup>2</sup>:

Ֆիլտրացիայի արագությունը ֆիզիկական տեսանկյունից, ներկայացնում է միջինացված կեղծ արագություն, քանի որ այն ջրի շարժումը դիտարկում է ընդլայնական կտրվածքի ամբողջ մակերեսով՝ ներառելով նաև այն մակերեսը, որը զբաղեցված է ապարի միներալային մասնիկներով:

Չնայած իրական ֆիլտրացիայի նման վերացականությանը՝ այն հնարավորություն է տալիս լուծելու բոլոր ջրաերկրաբանական խնդիրները՝ բացառությամբ այն հարցերի, որոնցում ստորերկրյա ջրերի շարժման իրական (միայն ծակոտիներով) արագության որոշումը համարվում է պարտադիր (ուրվագծերի տեղաշարժ, աղտոտման զարգացման և պսակների տարածման կանխատեսումներ և այլ հարցերում), կամ ստորերկրյա ջրերի ֆիզիկակալիպիկական կազմի հնարավոր փոփոխությունների աղերի տեղատարման գործընթացների ինտենսիվության գնահատման և այլ հարցերում:

Ստորերկրյա ջրերի շարժման *իրական արագությունը* ( $u$ ) համաձայն (65) բանաձևի, կարելի է որոշել հարաբերակցությունից

$$u = \frac{Q}{Fn_n} = \frac{Q}{F'} = \frac{v}{n_n} \quad (66)$$

որտեղ՝

$F'$  -ը ազատ (ֆիլտրացվող) տարածքի ընդլայնական կտրվածքն է, սմ<sup>2</sup>, մ<sup>2</sup>,

$n_n$  -ը ապարի դինամիկ (էֆեկտիվ, գործող) ծակոտկենությունն է (միավորի մասերով):

(66) բանաձևից երևում է, որ ծակոտկեն միջավայրում ջրի շարժման իրական միջին արագությունը միշտ նշանակալի մեծ է ֆիլտրացիայի միջին արագությունից, քանի որ դինամիկ ծակոտկենության մեծությունը ( $n_n$ ) բոլոր դեպքերում փոքր է միավորից:

Ապարներում ստորերկրյա ջրերի շարժումն ըստ իրենց բնույթի կարող են լինել լամինար, տուրբուլենտ կամ խառը՝ լամինարատուրբուլենտային:

*Լամինար* շարժում ասելով հասկանում են հեղուկի շարժում՝ բարակ շիթերի կամ գուգահեռ շիթերի տեսքով, որոնք իրար չեն խառնվում և հոսքն անխզելի է:

*Տուրբուլենտ* (մրրկային) ասելով հասկանում են հեղուկի շարժում, որի դեպքում հեղուկի շիթերը խառնվում են իրար և կատարում են անկանոն, քառասային շարժում՝ ամենաբարդ հետագծերով:

*Լամինարարությունը* ունի միջանկյալ նշանակություն երկու շարժումների միջև, այսինքն՝ տվյալ ֆիլտրացիոն հոսքի լամինար շարժումը նրա որևէ հատվածում փոխվում է տուրբուլենտի:

Բնական պայմաններում ծակոտկեն և ճեղքավոր ապարներում ջրի շարժումն ըստ իր բնույթի, շատ հաճախ լինում է լամինար: Միայն ապարների խոշոր դատարկություններում և ճեղքերում, ինչպես նաև ինժեներական կառույցների ինտենսիվ ներգործության մասնակի (լոկալ) տեղամասերում (օրինակ՝ հորտանցքերից ինտենսիվ ջրի արտամղումների դեպքում) ստորերկրյա ջրերի շարժումը կփոխանցվի տուրբուլենտի, որը նկատվում է կարբոնատային ապարների ինտենսիվ կարստավորված շրջաններում:

**9.2.2. ԱՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՅԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՕՐԵՆՔԸ**

Ստորերկրյա ջրերի լամինար շարժումը ենթարկվում է ֆիլտրացիայի գծային օրենքին, որը փորձերով հիմնավորել է ֆրանսիացի հիդրավիկ Անրի Գարսին (1856 թ.): Այդ օրենքը նրա կողմից հիմնավորվել է ավագով լցված խողովակում ջրի շարժման փորձնական ուսումնասիրությունների հիմքի վրա: Գարսիի փորձի սխեման բերվում է 23 նկարում (նկ. 23): Նկարից երևում է, որ ավագով լցված խողովակի մուտքի և ելքի մասերում ջրի մակարդակները պահպանվել են հաստատուն միջերի վրա  $H_1$  և  $H_2$ : Բազմաթիվ փորձերի արդյունքում որոշվել է հետևյալ կախվածությունը. ջրի քանակը ( $Q$ ), որն անցնում է խողովակի միջով միավոր ժամանակում, ուղիղ համեմատական է խողովակի ընդլայնական կտրվածքի մակերեսին ( $F$ ), մակարդակների տարբերությանը ( $\Delta H = H_1 - H_2$ ), որի հետևանքով կատարվում է ֆիլտրացիան, և հակադարձ համեմատական խողովակի երկարությանը ( $L$  ֆիլտրացիայի ճանապարհի երկարությանը): Այսպիսով, Ա. Գարսիի օրենքը (ֆիլտրացիայի հիմնական օրենքը) ընդհանուր տեսքով կարելի է արտահայտել հետևյալ բանաձևով.

$$Q = kF \frac{H_1 - H_2}{L} = kF \frac{\Delta H}{L} \tag{67}$$

որտեղ՝

k-ն համեմատականության գործակից է, որը հաստատուն մեծություն է տվյալ ապարի և պայմանների համար և վերանվանվել է *ֆիլտրացիայի գործակից*:

$\frac{\Delta H}{L}$  հարաբերությունը, որը իրենից ներկայացնում է ֆիլտրացիայի

ճանապարհին մակարդակի փոփոխությունը, կոչվում է *ճնշման գրադիենտ կամ հիդրավլիկական թեքություն* և նշանակվում է I տառով:

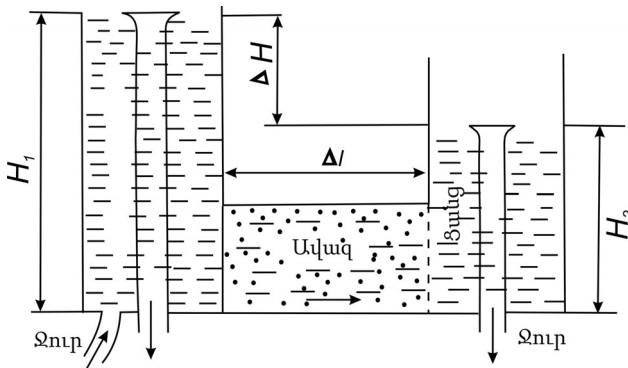
Հավասարման (67) երկու կողմերը բաժանելով խողովակի (հոսքի) ընդլայնական կտրվածքի մակերեսի (F) վրա, կստանանք՝

$$\frac{Q}{F} = V = k \frac{\Delta H}{L} = kI \tag{68}$$

որտեղ՝

v-ն ֆիլտրացիայի արագությունն է, սմ/վրկ, մ/օր և այլն:

Հավասարումը (68) ցույց է տալիս ֆիլտրացիայի արագության գծային կախվածությունը ճնշման գրադիենտից, և դրա համար էլ Գարսիի օրենքն անվանում են *ֆիլտրացիայի գծային օրենք*:



Նկ. 23 Ա. Գարսիի փորձի սխեմա

Ֆիլտրացիայի գծային օրենքը դիֆերենցիալ տեսքով արտահայտվում է հետևյալ հավասարումով՝

$$v = -k \frac{dH}{dL} \tag{69}$$

որտեղ միևնույն նշանը ցույց է տալիս, որ ֆիլտրացիայի ճանապարհին (հոսքի շարժման ուղղությամբ)  $H$  ճնշումը փոքրանում է (ընկնում է), ուստի  $\frac{dH}{dL}$  մեծությունը բացասական է:

Ըստ Դարսիի օրենքի՝ ֆիլտրացիայի արագությունն ուղիղ համեմատական է ճնշման գրադիենտի առաջին աստիճանին:

**9.2.3. ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՅԻ ԳԾԱՅԻՆ ՕՐԵՆՔԻ ԿԻՐԱՌԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ՍԱՀՄԱՆՆԵՐԸ**

Ֆիլտրացիայի գծային օրենքը (Դարսիի օրենք) արդարացի է ֆիլտրացիայի լամինար շարժման համար, որը բնական պայմաններում ունի լայն տարածում: Դրա համար էլ այս օրենքը շատ հաճախ անվանում են ստորերկրյա ջրերի շարժման հիմնական օրենք: Սակայն Դարսիի օրենքն ունի կիրառելիության սահմաններ՝ վերևի և ներքևի:

Դարսիի օրենքի կիրառելիության վերևի սահմանը պայմանավորված է բարձր ջրաթափանցելիություն և ֆիլտրացիայի արագություններ ունեցող ապարներում գրավիտացիոն ջրի ֆիլտրացիայի ժամանակ իներցիոն և բաբախումային (պուլսացիոն) ուժերի ի հայտ գալով: Այդ սահմանը կապված է ֆիլտրացիայի կրիտիկական արագության հետ, որին հասնելու դեպքում խախտվում է ուղիղ համեմատականությունը ֆիլտրացիայի արագության և ճնշման գրադիենտի միջև:

Ֆիլտրացիայի կրիտիկական արագությունը, ըստ Վ. Ն. Շչեկաչևի, որոշվում է հետևյալ բանաձևով [31].

$$v_{կր} = \frac{n^{2.3} Re \sigma}{10 \sqrt{K_p}} \tag{70}$$

որտեղ՝

$v_{կր}$ -ը ֆիլտրացիայի կրիտիկական արագությունն է, սմ/վրկ, մ/օր և այլն,

$n$ -ը ծակոտկենությունն է, միավորի մասերով,

$\sigma$ -ն մաժուցիկության կինեմատիկ գործակիցն է, մ<sup>2</sup>/վրկ, սմ<sup>2</sup>/վրկ,

$K_p$ -ը թափանցելիության գործակիցն է,  $\text{սմ}^2$ ,  $\text{մ}^2$  (դրա որոշումը կտրվի հաջորդ պարագրաֆում),

Re -ն Ռեյնոլդսի թիվն է (ըստ փորձարարական տվյալների, կազմում է 4-12): Ռեյնալդսի թիվ կրիտիկական մեծությունների նման մեծ դիսպագնում փոփոխվելը բացատրվում է նրանով, որ ֆիլտրացիայի գծային օրենքից շեղումները տեղի են ունենում աստիճանաբար և տարբեր պայմաններում ոչ միատեսակ՝ կախված ծակոտինային տարածության կառուցվածքից և ֆիլտրացվող հեղուկի հատկություններից:

Ըստ Գ. Ն. Կամենսկու՝ Դարսիի օրենքը կիրառելի է ստորերկրյա ջրերի շարժման մինչև 1000 մ/օր իրական արագությունների դեպքում: Այդ արագությունը գերազանցող արագություններ հանդիպում են շատ քիչ և բնորոշ են խիստ կարստային, ճեղքավորված, խոշորաբեկոր և գլաբարային ջրապարունակ ապարների:

Դարսիի օրենքի կիրառելիության *ներքևի սահմանի* ճիշտ մեծությունը դեռևս չկա: Սակայն ֆիլտրացիայի գծային օրենքը հատիկային և ճեղքավորված ապարներում կիրառելի է նույնիսկ շատ փոքր ճնշման գրադիենտների դեպքում: Այն ըստ ամերիկացի ջրաերկրաբան Օ. Մեյնցերի՝ կազմում է  $3 \times 10^{-5}$ - $4 \times 10^{-5}$ , ըստ Շչելկաչևի և Ի. Ե. Ֆոմենկոյի՝  $n \times 10^{-3}$ - $n \times 10^{-4}$ :

Գրավիտացիոն ջրի շարժման ժամանակ հանդես են գալիս ներքին շփման ուժերը և իներցիայի ուժերը: Սակայն դրանք այնքան փոքր են, որ գործնական հաշվարկների ժամանակ կարելի է անտեսել: Այսպիսով, Դարսիի օրենքի կիրառելիության *ներքևի սահմանը* գրավիտացիոն ջրերի համար գործնականում բացակայում է (կավային ապարներում ջրի ֆիլտրացիայի մասին տես ներքևում):

*Ջրի ֆիլտրացիան կավային ապարներում:* Դիսպերս կավային ապարներում, որոնք ունեն անշափ փոքր չափերի ծակոտիներ, կապված ջուրը գործնականում ամբողջությամբ փակում է այդ անցքերը (ուղիները): Որպեսզի այդ ապարներում ֆիլտրացիա առաջանա, հարկավոր է ստեղծել ճնշման այնպիսի գրադիենտ, որը գերազանցի սկզբնական ճնշման գրադիենտին: Սկզբնական ճնշման գրադիենտի գոյությունը պայմանավորված է կապված ջրի առկայությունով, որն իր ֆիզիկական հատկություններով տարբերվում է սովորական մածուցիկ հեղուկից և, հանդիսանալով ցածր պլաստիկության հեղուկ, տիրապետում է տեղա-

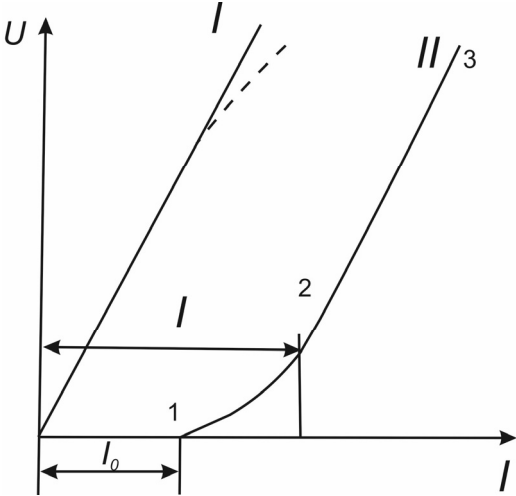
շարժի որոշակի ամրության և յուրովի համարվում է անշարժ: Ուստի, ֆիզիկապես թույլ կապված ջրի շարժումը բնութագրվում է հոսքի մածուցիկապլաստիկ ռեժիմով: Որպեսզի տեղի ունենա ֆիզիկապես թույլ կապված (թաղանթային) ջրի շարժում, պետք է հաղթահարել մոլեկուլյար ձգողականության ուժերը, որոնք հանդես են գալիս ապարների հետ ջրի փոխազդեցության ժամանակ (նրբադիսպերս միջավայրում):

Սկզբնական ճնշման գրադիենտը գերազանցող ճնշման գրադիենտի ստեղծման դեպքում կավային ապարներում տեղի կունենա ֆիզիկապես կապված ջրի Դարսիի օրենքին ենթարկվող ֆիլտրացիա:

Ֆիզիկապես կապված ջրերի (մածուցիկապլաստիկ ռեժիմ) ֆիլտրացիան (շարժումը) բնութագրվում է հետևյալ հավասարումով.

$$v = k(I - I_u) = k \left( I - \frac{4}{3} I_0 \right) \tag{71}$$

Ֆիլտրացիայի արագությունների կախվածությունը ճնշման գրադիենտից ավազային և կավային ապարներում բերվում է նկար 24-ում:



**Նկ. 24 Ֆիլտրացիայի արագության և ճնշման գրադիենտի միջև կապը**

Ավազային ապարներում ջրի ֆիլտրացիայի դեպքում ֆիլտրացիայի արագության և ճնշման գրադիենտի (I) միջև գոյություն ունի գծային

կապ. կավերում՝ ֆիլտրացիայի դեպքում առաջին հատվածում (1-2) կորագծային և երկրորդ հատվածում (2-3) ուղղագծային: II կորի 1-ին կետը համապատասխանում է սկզբնական ճնշման գրադիենտին ( $I_0$ ), որի դեպքում ջուրը գտնվում է սահմանային վիճակում, հենց գերազանցվում է սկզբնական գրադիենտը նկատվում է ֆիլտրացիա, սակայն ֆիլտրացիայի արագության և ճնշման գրադիենտի միջև կապն ունի կորագծային (II կորի 1-2 հատվածը) բնույթ: Կորի վրա 2-րդ կետը համապատասխանում է ճնշման գրադիենտի սահմանային մեծությանը ( $I_u$ ), որի գերազանցման դեպքում իրավացի է դառնում Գարսիի օրենքը:

Փորձնական ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզվել է, որ պինդ կավերի համար սկզբնական ճնշման գրադիենտը կարող է հասնել 20-30: Համաձայն վերջինիս՝ պետք է ի նկատի ունենալ բնական պայմաններում համեմատական ջրամերժ կավային նստվածքներից ֆիլտրացիայի հնարավորությունը:

*Ջրի ֆիլտրացիան հոսքի տուրբուլենտ ռեժիմի դեպքում:* Երբ առկա է ստրեկրյա ջրերի տուրբուլենտ ռեժիմի շարժումը, ապա հոսքի ֆիլտրացիայի արագությունը բնութագրվում է, այսպես կոչված, ֆիլտրացիայի ոչ գծային օրենքով:

Ֆիլտրացիայի ոչ գծային օրենքը (Ա. Ա. Կրասնոպոլսկի) հաճախ արտահայտվում է արագության միջոցով.

$$v = k\sqrt{I} \quad (72)$$

որտեղից հետևում է, որ տուրբուլենտ ռեժիմի դեպքում հոսքի արագությունը համեմատական է ճնշման գրադիենտի 1/2 աստիճանին, իսկ դիմադրության ուժերը (արտահայտված ճնշման գրադիենտով  $I$ ) համեմատական են ֆիլտրացիայի արագության քառակուսուն:

*Ջրի ֆիլտրացիան լամինարատուրբուլենտային խառը հոսքի դեպքում:* Շատ հետազոտողների կողմից որոշված է, որ ջրատար շերտերում (հորիզոններում) երբեմն առկա են այնպիսի ֆիլտրացիոն հոսքեր, որոնք չեն արտագծվում (նկարագրվում) ոչ Գարսիի և ոչ էլ Կրասնոպոլսկու օրենքներով և միջանկյալ տեղ են գրավում դրանց միջև: Այդ-



պիսի պայմաններում ընդհանրացված տեսքով ֆիլտրացիայի հիմնական օրենքը գրվում է Պրոնի երկանդամ բանաձևով.

$$I = av + bv^2 \tag{73}$$

որտեղ՝

$a = \frac{1}{k}$  և  $b = \frac{a}{k}$  -ն ֆիլտրացիոն պարամետրեր են, որոնք կախված

են ծակոտկեն միջավայրի և ֆիլտրացվող հեղուկի հատկություններից (որոշվում են փորձերով),  $k$ -ն ֆիլտրացիայի գործակիցն է լամինար շարժման դեպքում:

Գծային ֆիլտրացիայի շրջանում փոքր արագությունների ժամանակ  $bv^2$  անդամը դառնում է անհամեմատ փոքր  $av$  անդամի հետ համեմատած և կիրառելի է դառնում Գարսիի հիմնական օրենքը ( $I = av$ ,  $v = kI$ ): Ֆիլտրացիայի մեծ արագությունների ժամանակ  $av$  անդամը դառնում է անհամեմատ փոքր  $bv^2$  անդամի հետ համեմատած և կիրառելի է դառնում Կրասնոպոլսկու բանաձևը ( $I = bv^2$ ,  $v = k\sqrt{I}$ ):

### **9.3. ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՍԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ**

Ստորև տրվում է ապարների ֆիլտրացիայի, թափանցելիության, ջրահաղորդականության, մակարդակահաղորդականության և պիեզոհաղորդականության գործակիցների հասկացությունների, ինչպես նաև ստորերկրյա ջրերի կայունացած և չկայունացած շարժումների, ֆիլտրացիայի կոշտ և առաձգական ռեժիմների սահմանումների մասին:

*Ֆիլտրացիայի գործակից (k):* Ֆիլտրացիայի գործակիցը բնութագրում է ապարների ջրաթափանցելիությունը (ջրանցիկությունը), որի մեծությունը հատիկային ապարներում կախված է ծակոտիների չափերից, իսկ ժայռային ապարներում՝ ճեղքերի լայնությունից, ինչպես նաև ֆիլտրացվող հեղուկի ֆիզիկական հատկություններից: Ըստ Գարսիի՝ ֆիլտրացիայի գործակիցը իրենից ներկայացնում է ապարի միջով ջրի ֆիլտրացիայի արագությունը, երբ ճնշման գրադիենտը ( $I$ ) հավասար է մեկ միավորի:

Ֆիլտրացիայի գործակցի մոտավոր արժեքները (մեծությունները) տարբեր ապարների համար բերվում են ստորև. (աղ. 12)

**Աղյուսակ 12**

<b>Ապարի անվանումը</b>	<b>Ֆիլտրացիայի գործակիցը, մ/օր</b>
Գլաքարեր	200-100
Ավազներ գլաքարերի հետ	100-50
Խոշորահատիկ ավազներ	50-15
Միջահատիկ ավազներ	15-5
Կավեր ավազային	1.0-0.5
Կավավազներ	0.5-0.1
Ավազակավեր	0.1-0.001
Կավեր	<0.001

Ջրաերկրաբանական հետազոտությունների ժամանակ ֆիլտրացիայի գործակցի կոնկրետ մեծությունները որոշում են դաշտային փորձաֆիլտրացիոն աշխատանքների կատարման արդյունքում ստացված տվյալների և երբեմն լաբորատոր աշխատանքների հիման վրա:

Ֆիլտրացիայի գործակիցը լայնորեն օգտագործվում է ջրաերկրաբանական տարբեր խնդիրներ լուծելու ժամանակ, երբ ուսումնասիրության օբյեկտ են հանդիսանում քաղցրահամ ստորերկրյա ջրերը: Այլ կազմի հեղուկների (ջուր-նավթ) կամ խորը ստորերկրյա ջրատար հորիզոնների ջրերի, որոնք բնութագրվում են գազահագեցվածությամբ, բարձր ջերմաստիճանով, բարձր հանքայնացումով և դրանց հատկությունների փոփոխմամբ, շարժման պայմանների ուսումնասիրման դեպքում հաշվարկների համար ֆիլտրացիայի գործակցի օգտագործումը կարող է բերել նշանակալի անճշտությունների: Օրինակ՝ նույն ապարի համար ֆիլտրացիայի գործակիցը, կախված դրա միջով ֆիլտրացվող նյութից՝ քաղցրահամ ջուր կամ աղաջուր, նավթ կամ գազ, ընդունում է տարբեր արժեքներ: Նման դեպքերում ապարների ֆիլտրացիոն հատկությունները բնութագրելու համար օգտագործում են թափանցելիության գործակիցը:

*Թափանցելիության գործակից (K<sub>p</sub>):* Թափանցելիության գործակից ասելով հասկանում են ապարի ծակոտինային միջավայրի միջով

հեղուկ կամ գազ բաց թողնելու հատկությունը, երբ առկա է ճնշման գրա-  
դիենտը: Այն բնութագրում է ապարի ծակոտինային միջավայրի երկրա-  
չափությունը և կախված չէ ֆիլտրացվող հեղուկի տեսակից:

Թափանցելիությունը քանակապես բնութագրվում է թափանցե-  
լիության գործակցով և ֆիլտրացիայի գործակցի հետ կապված է  
հետևյալ արտահայտությամբ.

$$K_p = k \frac{\gamma}{g} \tag{74}$$

որտեղ՝

- $K_p$  -ը թափանցելիության գործակիցն է, սմ<sup>2</sup>,
- $g$  -ն ազատ անկման (ծանրության ուժի) արագացումն է, սմ/վ<sup>2</sup>
- $\gamma$  -ն մածուցիկության կինեմատիկ գործակիցն է, սմ<sup>2</sup>/վ:

Ջրաերկրաբանական հաշվարկների պրակտիկայում՝ հատկապես  
նավթային ջրաերկրաբանությունում, ապարների թափանցելիության  
բնութագրման համար օգտագործում են նաև Դ-արսի (D) միավորը  
( $1D = 10^{-12} \text{մ}^2 = 10^{-8} \text{սմ}^2$ ):

Համաձայն [33] ըստ ապարների թափանցելիության գործակցի  
դասակարգվում են՝ (աղ.13)

**Աղյուսակ 13**

Ապարի բնութագիրը	$K_p (D)$
Շատ լավ թափանցելի	116-1160
Լավ թափանցելի	116-11.6
Թափանցելի	11.6-1.16
Թույլ թափանցելի	1.16-0.12
Շատ թույլ թափանցելի	$(0.12-1.2) \times 10^{-3}$
Համարյա (գործնականում) անթափանցելի	$< 0.12 \times 10^{-3}$

*Ջրահաղորդականության գործակից (T):* Այն իրենից ներկայաց-  
նում է ֆիլտրացիայի գործակցի և ջրատար հորիզոնի (շերտի) հաս-  
տության (հզորության) արտադրյալը.

$$T = km \text{ կամ } T = kh_{\text{գրշ}} \tag{75}$$

որտեղ՝

մ և  $h_{\text{միջ}}$  - արտեզյան և գրունտային ջրատար հորիզոնների հզորություններն են:

Ջրահաղորդականության գործակցի չափողականությունը  $\text{մ}^2/\text{օր}$  է: Այն արտահայտում է  $m$  հզորության և  $1\text{մ}$  լայնության միավոր ժամանակում ջրատար շերտի ջուր տալու ունակությունը, երբ ճնշման գրադիենտը հավասար է մեկ միավորի:

*Մակարդակահաղորդականության գործակից ( $\alpha$ ):* Այն բնութագրում է գրունտային ջրերի մակարդակի տատանումների տարածման արագությունը՝ կապված հոսքի սահմանում ջրի հորիզոնի փոփոխման հետ: Մակարդակահաղորդականության գործակիցը որոշվում է.

$$\alpha = \frac{kh_{\text{միջ}}}{\mu} \quad (76)$$

որտեղ՝

$k$  -ն ֆիլտրացիայի գործակիցն է,

$h_{\text{միջ}}$  -ը ջրատար շերտի միջին հզորությունն է,

$\mu$  -ն ջրատվության գործակիցն է:

Մակարդակահաղորդականության գործակիցը արտահայտվում է  $\text{մ}^2/\text{օր}-ով$ : Դրա մեծությունը ջրատար հորիզոնների համար, որոնք օգտագործվում են ջրամատակարարման համար, սովորաբար, տատանվում է  $10^2-10^4 \text{մ}^2/\text{օր}$  սահմաններում:

*Պիեզոհաղորդականության գործակից ( $\alpha_{\text{պ}}$ ):* Այն բնութագրում է ֆիլտրացիայի առաձգական ռեժիմի տարածման գործընթացներն ըստ ժամանակի և արտահայտում է ճնշման կամ ճնշումների տարածման արագությունները ճնշումային ջրատար հորիզոններում (համալիրներում):

Պիեզոհաղորդականության գործակցի կապը ջրի և ջրատար հորիզոնի ապարների առաձգական հատկությունների բնութագրի հետ արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով.

$$a_{\text{պ}} = \frac{k}{n\beta_{\text{ջ}} + \beta_{\text{ա}}} \quad (77)$$

$$\beta^* = n\beta_{\text{ջ}} + \beta_{\text{ա}} \quad (78)$$

որտեղ՝

$k$ -ն ֆիլտրացիայի գործակիցն է, մ/օր,

$n$ -ը բաց (ակտիվ) ծակոտկենությունն է (միավորի մասերով),

$\beta^*$ -ը շերտի առաձգականատարողունակության գործակիցն է, 1/մ,

$\beta_2$ -ն ջրի ծավալային սեղմելիության գործակիցն է,

$\beta_w$ -ն ջրատար հորիզոնի ապարների ծավալային սեղմելիության գործակիցն է:

Ըստ Վ. Ն. Շչելկաչևի  $\beta_2$  և  $\beta_w$  թվապես հավասար են.

$$\beta_2 = (2.7 - 5) \cdot 10^{-6} / \text{մ}, \quad \beta_w = (0.3 - 2) \cdot 10^{-6} / \text{մ}:$$

Բերված արտահայտություններից երևում է, որ ճնշման 1 մետրի իջեցման դեպքում ջրի և ապարի ծավալները մեծանում են. ջրի համար՝ 2.7-ից մինչև 5, իսկ ապարների համար 0.3-ից մինչև 2 միլիոներորդական մասերով իրենց սկզբնական ծավալներից, այսինքն՝ առաձգական պաշարները անհամեմատ փոքր են գրավիտացիոն պաշարներից:

$\beta^*$ -ն բնութագրում է ջրի ծավալի փոփոխությունը միավոր ծավալ ապարում միավոր ճնշման փոփոխության դեպքում: Իսկ ամբողջ ջրատար հորիզոնի համար այդպիսի բնութագրիչ է հանդիսանում շերտի (հորիզոնի) առաձգականության ծավալի գործակիցը ( $\mu^*$ ), որն իրենից ներկայացնում է շերտի միավոր էլեմենտում փոփոխվող ջրի ծավալի ( $\Delta V_0$ ) հարաբերությունը փոփոխվող ճնշմանը ( $\Delta H$ ) [5].

$$\mu^* = \frac{\Delta V_0}{F \Delta H} = \beta^* m \tag{79}$$

որտեղ՝

$m$ -ը շերտի հաստությունն է, մ:

Այս դեպքում (77) բանաձևը կրճատվի հետևյալ տեսքը.

$$a_w = \frac{Km}{\mu^*} \tag{80}$$

Պիեզոհաղորդականության գործակցի մեծությունը ջրատար հորիզոնների համար, որոնք օգտագործվում են ջրամատակարարման նպատակով, սովորաբար տատանվում են  $10^4 - 10^7$  մ<sup>2</sup>/օր սահմաններում:

*Արորերկրյա ջրերի կայունացած և չկայունացած շարժումներ:*  
Շարժումը կոչվում է կայունացած, երբ այս կամ այն ջրադասը հորիզոնի սևման և դրենացման (քեռնաթափման) պայմանները հաստատուն են ժամանակի մեջ: Կայունացած շարժման դեպքում ստորերկրյա ջրերի հոսքի ջրադինամիկական բոլոր էլեմենտները (տարրերը)՝ ծախս, արագություն, թեքություն, ուղղություն և այլն, ըստ ժամանակի մնում են անփոփոխ:

*Ըստ ժամանակի, սևման և դրենացման պայմանների փոփոխության դեպքում փոփոխվում են նաև արորերկրյա ջրերի հոսքի էլեմենտները:* Այդպիսի շարժումը կոչվում է չկայունացած:

Բնության մեջ ստորերկրյա ջրերը հիմնականում ունեն չկայունացած շարժում: Եվ միայն ժամանակի առանձին միջակայքի համար բնական պայմանների սխեմատիզացման դեպքում, երբ սևման և դրենացման պայմանները փոփոխվում են աննշան չափով շարժումը ընթանում է կայունացած:

*Ֆիլտրացիայի կոչը և առաձգական ռեժիմներ:* Ֆիլտրացիայի կոչը ռեժիմ է կոչվում այն ռեժիմը, որի դեպքում հեղուկի շարժումը պայմանավորված է ջրի ծանրության ուժով և ճնշմամբ, այլ ուժերը (էներգիայի, առաձգական ուժեր և այլն) աննշան են և դրանք անտեսում են: Այդ ռեժիմը բնորոշ է հիմնականում գրունտային ջրերին, ինչպես նաև ոչ խորը տեղադրված արտեզյան ջրերին:

Արտեզյան (ճնշումային) ջրերի համար, որոնք տեղադրված են նշանակալի խորը, բնորոշ է ֆիլտրացիայի առաձգական ռեժիմը, որի համար շերտային էներգիայի գերակշռող ձևը հանդիսանում են շերտի առաձգական դեֆորմացիան և հեղուկի սեղմվելը:

Արտեզյան ջրերը հորատանցքերով բացելու ժամանակ շերտում տեղի է ունենում ճնշման իջեցում, որի արդյունքում՝ ջրի ծավալի մեծացում: Շերտում ճնշման իջեցումը միաժամանակ առաջ է բերում ապարների առաձգական ընդարձակում և դրանց ծակոտիների փոքրացում, որի ազդեցության տակ ջուրը մղվում է հորատանցք: Այսպիսով, ձևավորվում է առաձգական ռեժիմը, որի տեսությունը առավել մանրամասն տվել է Վ. Ն. Շչելկաչևը:

#### 9.4. ՖԻԼՏՐԱՑԻՈՆ ՀՈՍՔԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՋՐԱԳԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ՏԱՐԻԵՐԸ

Հիմնական ջրադինամիկական տարրերը (էլեմենտները) հանդիսանում են պիեզոմետրիկ ճնշումը, ճնշման գրադիենտը, ծախսը, հոսքի գծերը և հավասար ճնշման գծերը:

Ինչպես ցույց տրվեց վերը, ստորերկրյա ջրերի գրավիտացիոն շարժումը տեղի է ունենում ծանրության ուժի և ճնշման գրադիենտի ազդեցության տակ: Ֆիլտրացիան բնորոշող ուժի անալիզի (վերլուծության) համար դիտարկենք խողովակով անցնող իդեալական հեղուկի հոսքի համար Բերնուլիի հավասարումը, որը պատկերված է 25-րդ նկարում [4].

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H_{1-2} \quad (81)$$

որտեղ՝

$P_1$  և  $P_2$  -ը հիդրոստատիկ ճնշումներ են համապատասխանաբար 1 և 2 կտրվածքներում,

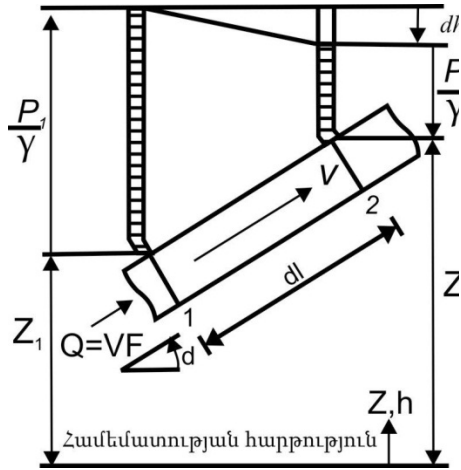
$Z_1$  և  $Z_2$  -ը հոսքի հետազոտվող կետերի (1 և 2) հեռավորությունն է մինչև ընտրված համեմատական հարթություն,

$\gamma$  -ն ջրի կշիռն է միավոր ծավալում,

$V_1$  և  $V_2$  -ը հեղուկի շարժման արագություններն են համապատասխանաբար 1 և 2 կտրվածքներում (հատվածքներում),

$g$  -ն ծանրության ուժի արագացումն է,

$\Delta H_{1-2}$  -ը հեղուկի կորցրած էներգիան է 1 և 2 կտրվածքների միջև:



**Նկ. 25 Հեղուկի կայունացած լամինար շարժումը գլանաձև խողովակում (ըստ Ռ. դե Ուիստի, 1969)**

Բերնուլի հավասարումն արտահայտում է էներգիայի պահպանման օրենքը: Իրոք, (81) հավասարման յուրաքանչյուր անդամ իրենից ներկայացնում է տեսակարար, այսինքն՝ հեղուկի միավոր զանգվածին ընկնող էներգիա: Հավասարման էներգետիկ իմաստը կայանում է ներանում, որ հեղուկի հաստատված շարժման ժամանակ տեսակարար էներգիաների գումարը տվյալ էլեմենտար շիֆի վրա մնում է անփոփոխ: Բերնուլի հավասարման երկրաչափական իմաստը կայանում է նրանում, որ հեղուկի շարժման դեպքում երկրաչափական ( $Z$ ), պիեզոնետ-

րիկական ( $\frac{P}{\gamma}$ ) և արագության ( $\frac{V^2}{2g}$ ) երեք բարձրությունների գումարը, ըստ տվյալ էլեմենտների շիֆի, մնում է անփոփոխ և բնութագրվում է ջրադինամիկական ճնշման մեծությունով ( $H_g$ ): Վերջինիս համապատասխան՝

$$H_g = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{V^2}{2g} = \text{const} \quad (82)$$

որտեղ՝



$\frac{P}{\gamma} = h_p$  - պիեզոմետրիկ բարձրությունն է, պայմանավորված հեղու-

կի հիդրոստատիկ ճնշումով ( $P$ ),

$Z$ -հոսքի դիտարկվող կետից մինչև համեմատական հարթություն եղած հեռավորությունն է,

$h_0 = \frac{V^2}{2g}$  - արագության ճնշման բարձրությունն է:

Բերնուլի հավասարման (82) առաջին երկու անդամների գումարը

( $H = \frac{P}{\gamma} + Z$ ) իրենից ներկայացնում է պիեզոմետրիկական (ջրաստա-

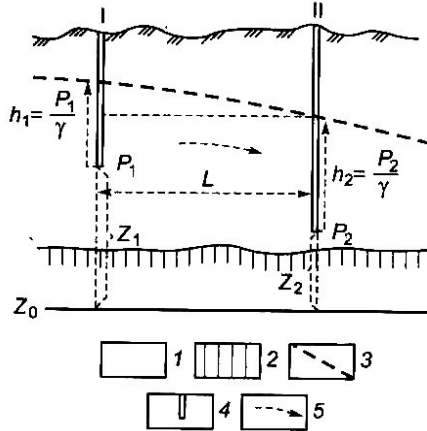
տիկական) ճնշում:

Իրական պայմաններում ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիայի ժամանակ դրանց շարժման արագությունը մեծ չէ, դրա համար էլ արագության ճնշման մեծությունը ( $h_0$ ), փոքր լինելու հանգամանքից ելնելով, կարելի է անտեսել: Հետևապես, համաձայն (82) բանաձևի, հոսքի էներգիան որոշվում է պիեզոմետրիկ ճնշումով, որն իրենից ներկայացնում է Բերնուլի հավասարման առաջին երկու անդամների գումարը.

$$H = \frac{P}{\gamma} + Z = h_p + Z \quad (83)$$

Բնական պայմաններում ստորերկրյա ջրերի պիեզոմետրիկ ճնշման կամ ուղղակի ճնշման որոշման դեպքում որպես համեմատական հարթություն կարելի է վերցնել ջրատար շերտից ներքև տեղադրված ջրամերժի մակերևույթը (երբ այն տեղադրված է հորիզոնական) կամ ցանկացած հորիզոնական մակերևույթ (տես նկ. 26): Երբ համեմատական հարթությունը ջրամերժ շերտն է, ստորերկրյա ջրերի պիեզոմետրիկ բարձրությունը թվապես հավասար է դառնում սովյալ կտրվածքում հոսքի հաստությանը ( $H_1 = m_1$ ,  $H_2 = m_2$ ) (գրունտային ջրերի համար): Իրական պայմաններում հոսքի տարբեր կետերում ստորերկրյա ջրերի ճնշումների համեմատության ժամանակ որպես միասնական համեմատական հարթություն սովորաբար վերցնում են Համաշխարհային օվկիանոսի մակարդակը ( $Z = 0$ ): Այս դեպքում (տես նկ. 26)

պիեզոմետրիկ ճնշման մեծությունը (մ) հավասար է հիդրոստատիկ ճնշման ազդեցության տակ հոսքի դիտարկվող կետում ջրի բարձրացման մակարդակի (այսպես կոչված ջրի կայունացած մակարդակի) բացարձակ նիշին:



**Նկ. 26 Ազատ մակերևույթով ստորերկրյա ջրերի հոսքի սխեմա.**

- 1- աերացիայի զոնայի և ջրափար հորիզոնի ապարներ, 2- ջրամերժ ապարներ,
- 3- ստորերկրյա ջրերի ազատ մակերևույթը, 4- պիեզոմետր (հորաբանցք),
- 5- ստորերկրյա ջրերի հոսքի շարժման ուղղությունը

Ծակոտինային միջավայրում հեղուկի շարժման (ֆիլտրացիայի) կամ բնական պայմաններում ստորերկրյա ջրերի հոսքի շարժման ժամանակ ճնշումը (հոսքի էներգիան) ծախսվում է շփման ուժերի հաղթահարման վրա (տես 81 բանաձև), որի հետ կապված ստորերկրյա ջրերի հոսքի շարժման ուղղությամբ ընկնում է պիեզոմետրիկ ճնշումը ( $\Delta H$  մեծությամբ): Այսպիսով, կարելի է հաշվել, որ բոլոր դեպքերում ստորերկրյա ջրերի շարժումը տեղի է ունենում բարձր ճնշում ունեցող մարզերից (տեղամաս, կես և այլն) դեպի փոքր ճնշում (մակարդակ) ունեցող մարզեր (տես՝ նկ. 26):

Ստորերկրյա ջրերի *ճնշման կորուստի* ( $\Delta H$ , մ) հոսքի դիտարկվող երկու կտրվածքների միջև (տես նկ. 26) հարաբերությունը երկու կտրվածքների միջև եղած հեռավորությանը ( $L$  -ֆիլտրացիայի ճանապարհի երկարությանը, մ) կոչվում է պիեզոմետրիական ճնշման գրա-

դիենտ (ճնշման գրադիենտ) և որոշվում է հետևյալ արտահայտությու-  
նից.

$$I = \frac{H_1 - H_2}{L} = \frac{\Delta H}{L} = \lim\left(\frac{\Delta H}{\Delta X}\right) = -\frac{dh}{dx} \text{ երբ } x = L \rightarrow 0 \quad (84)$$

Արտահայտությունում (84) «-» նշանը ցույց է տալիս, որ ստոր-  
երկրյա ջրերի շարժման ուղղությամբ ( $X$ -ի մեծացման հետ) ճնշման  
մեծությունը փոքրանում է:

*Մոտորերկրյա ջրերի հոսքի ծախսը* ( $Q$ ): Այն ջրատար շերտի ընդ-  
լայնական կտրվածքով միավոր ժամանակում անցած ջրի քանակն է.

$$Q = vF \quad (85)$$

որտեղ՝

$v$  -ն ֆիլտրացիայի արագությունն է, մ/օր, մ/վրկ,

$F$  -ը ջրատար շերտի ընդլայնական կտրվածքն է, մ<sup>2</sup>:

Ֆիլտրացիայի գծային օրենքի դեպքում հոսքի ծախսը որոշվում է  
հետևյալ կերպ [11].

$$Q\text{-ը որոշվում է հոսքի համար՝ } Q = k_{\text{միջ}} \times I_{\text{միջ}} \times h_{\text{միջ}} \times B_{\text{միջ}} \quad (86)$$

$$\text{Ճնշումային հոսքի համար՝ } Q = k_{\text{միջ}} \times I_{\text{միջ}} \times m_{\text{միջ}} \times B_{\text{միջ}} \quad (87)$$

Ուսումնասիրվող տեղամասերի համար, ըստ (86) և (87) բանաձևե-  
րի, ընդունվում են ֆիլտրացիայի գործակիցների ( $k_{\text{միջ}}$ ), ճնշման գրա-  
դիենտների ( $I_{\text{միջ}}$ ), հոսքի հաստությունների ( $h_{\text{միջ}}$  և  $m_{\text{միջ}}$ ) և լայնութ-  
յունների ( $B_{\text{միջ}}$ ) միջին արժեքները:

Սովորաբար ֆիլտրացիայի գնահատման ժամանակ որոշում են  
միավոր ծախսը, այսինքն՝ հոսքի ծախս, որն անցնում է դրա 1 մ լայնութ-  
յամբ: Միավոր ծախսի համար բանաձևերն ունեն հետևյալ տեսքը.

$$Q\text{-ը որոշվում է հոսքի համար՝ } q = \frac{Q}{B_{\text{միջ}}} = k_{\text{միջ}} \times I_{\text{միջ}} \times h_{\text{միջ}} \quad (88)$$

$$\text{Ճնշումային հոսքի համար՝ } q = \frac{Q}{B_{\text{միջ}}} = k_{\text{միջ}} \times I_{\text{միջ}} \times m_{\text{միջ}} \quad (89)$$

Ստորերկրյա հոսքի շարժման ուղղությունը բնութագրվում է *հոսքի գծերով*, որոնք համընկնում են ֆիլտրացիայի հոսքի շարժվող հեղուկ մասնիկների հետագծի հետ: Վերջինս իրական է միայն ստորերկրյա ջրերի կայունացած ֆիլտրացիայի դեպքում, երբ հոսքի ցանկացած կետում շարժման ուղղությունը և արագությունը, ըստ ժամանակի, չեն փոփոխվում: Չկայունացած ֆիլտրացիայի դեպքում հոսքի գծերը ժամանակի տվյալ պահին տալիս են հոսքի տարբեր մասնիկների ակնթարթային բնութագիրը կամ, այլ կերպ ասած, կարելի է ստանալ տեղեկատվություն ժամանակի որոշակի պահի հոսքի տարբեր մասնիկների շարժման ուղղությունների մասին:

Գծեր, որոնք ուղղահայաց են հոսքի գծերին, իրենցից ներկայացնում են *հավասար ճնշման գծեր* կամ *էկվիպոպոտենցիալներ* (համապոտենցիալ, հավասարակարողական): Այդ գծերի պրոյեկցիան հորիզոնական հարթության վրա կոչվում է *հիդրոիզոգիծ (հիդրոիզոհիպսեր)*՝ գրունտային ջրերի համար կամ *հիդրոիզոպիեզներ (պիեզոիզոգծեր)*՝ ճնշումային ջրերի համար:

Հավասար ճնշման գծերի և դրանց ուղղահայաց հոսքի գծերի համակարգը ձևավորում է *հիդրոդինամիկական ցանց* կամ *ստորերկրյա ջրերի շարժման ցանց*: Կայունացած շարժման պայմաններում հիդրոդինամիկական ցանցը հաստատում է ըստ ժամանակի, իսկ չկայունացած շարժման պայմաններում՝ փոփոխական:

## ԳԼՈՒԽ X

### ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ԴԱՍՍԿԱՐԳՈՒՄԸ

Ստորերկրյա ջրերի դասակարգման մշակումներով զբաղվել են նախկին Խորհրդային միության և արտասահմանյան շատ գիտնականներ: Նրանց կողմից տարբեր ժամանակներում առաջարկվել են ստորերկրյա ջրերի տարբեր դասակարգումներ: Նրանք հիմնված են մեկ կամ մի քանի ցուցանիշների վրա և բնութագրվում են ստորերկրյա ջրերի՝ կամ միայն քիմիական առանձնահատկություններով, կամ նրանց գոյության այլ կողմերով և հատկություններով (ծագում, տեղադրման պայմաններ, ջրադինամիկ հատկանիշներ, ջերմաստիճան, հանքայնացում, քիմիական բաղադրություն, ապարների քարաբանական կազմ և հասակ, շարժման ռեժիմ և այլն): Այդ պատճառով դասակարգումները բազմաթիվ են, սակայն ստորերկրյա ջրերի բոլոր օրինաչափություններն ու առանձնահատկությունները բնութագրող մեկ միասնական դասակարգում գոյություն չունի:

Դա բացատրվում է ստորերկրյա ջրերի բնական բարդ օբյեկտ լինելու հանգամանքով՝ պայմանավորված դրանց վրա ազդող բազմաթիվ բնական և արհեստական գործոններով՝ ստորերկրյա ջրերի տեղադրման երկրաբանական պայմանների բազմազանությամբ, դրանց մշտական և զանազանակերպ շարժումներով (ֆիլտրացիա, դիֆուզիա, միգրացիա և այլն), ինչպես նաև նրանով, որ դեռևս վերջնականորեն չի մշակված ջրաերկրաբանական տերմինաբանությունը: Դրա հետևանքով էլ որոշ դեպքերում միևնույն ստորերկրյա ջրերը տարբեր հեղինակների կողմից անվանվում են տարբեր ձևերով:

Այդ ամենով հանդերձ, գոյություն ունեցող բոլոր դասակարգումները կարելի միավորել երեք հիմնական խմբերի մեջ [33]:

1. Բնական, այդ թվում և ստորերկրյա ջրերի (ներառյալ հանքային և նավթային ջրերի) քիմիական դասակարգումներ:

2. Ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր դասակարգումներ՝ ըստ ծագման, տեղադրման պայմանների կամ ըստ ծագման և նրանց հետ համալիր այլ ցուցանիշների:

3. Որոշ հեղինակների մասնակի դասակարգումներ, որոնք միացված են ընդհանուրի (կետ 2) հետ և մշակված են մեկ կամ մի քանի ցուցանիշներով՝ բազմաձև սառցութային մարզերի ստորերկրյա ջրերի,

ադային հանքավայրերի ջրերի, երիտասարդ հրաբխականության շրջանների ջրերի, ռադիոակտիվ ջրերի, օգտակար հանածոների ստորերկրյա ջրերի, ջրամատակարարման նպատակով օգտագործվող ջրերի համար:

Ստորերկրյա ջրերի քիմիական դասակարգումները տրված են VII գլխում:

Ըստ ծագման՝ ստորերկրյա ջրերը բաժանված են հինգ տեսակի՝ ինֆիլտրացիոն, կոնդենսացիոն, սեդիմենտացիոն, յուվենիլ (վերածընված գազագրկման, դեհիդրատացված) (տե՛ս գլ. IV):

Հարկ է նշել, որ ապարներում ինֆիլտրացիոն, կոնդենսացիոն, սեդիմենտացիոն և յուվենիլ ջրերն իրենց շարժման ժամանակ կարող են խառնվել իրար տարբեր հարաբերակցությամբ և առաջացնել խառը ծագման ստորերկրյա ջրեր:

Ջրերի իրար խառնվելը և դրանց հետ հողի, ապարների, մթնոլորտի, ջրոլորտի փոխազդեցությունները, ինչպես նաև երկրակեղևում մշտապես ընթացող մագմատիկ, կենսաքիմիական, ռադիոակտիվ, ֆիզիկաքիմիական և շատ այլ գործընթացներ պայմանավորում են այս կամ այն տիպի և՛ քիմիական կազմի, և՛ ֆիզիկական հատկությունների ստորերկրյա ջրերի ձևավորմանը:

Գ. Ն. Կամենսկին (1947) երկրակեղևում առանձնացնում է ստորերկրյա ջրերի ձևավորման երեք ծագումնաբանական (գենետիկական) ցիկլեր (բոլորաշրջաններ)՝

1) Ինֆիլտրացիոն կամ մայրցամաքային, որը կապված է մթնոլորտային տեղումների ինֆիլտրացման, երկրակեղևի վերին շերտերում ընթացող համալիր երկրաքիմիական գործընթացների հետ,

2) Ծովային կամ նստվածքային, որը կապված է նստվածքառաջացման ընթացքում ծովային ջրերի ներդրման (ներթափանցման) և հետագայում նստվածքների ապարագոյացման (դիագենեզի) գործընթացների ու դրանցում ամփոփված ջրերի մետամորֆիզացման հետ,

3) Մետամորֆային և մագմատիկական. դրանց են վերաբերվում խորքային ջրերի ձևավորման գործընթացները, որոնք կապված են թերմալ, դինամիկ ու ռեգիոնալ մետամորֆիզմի և մագմատիկ գործընթացների հետ:

Վերջին ցիկլին է վերագրվում խորքային ջերմաջրերի ձևավորումը, որն իր մեջ ներառում է մետամորֆիզացման գործընթացների ազդեցության տակ ապարներից առաջացած յուվենիլ ջրերը:

Առաջին ցիկլում առաջատար գործընթացներ են հանդիսանում մթնոլորտային և մակերևութային ջրերի ապարների ծակոտիների և ճեղքերի միջով ինֆիլտրացիան դեպի Երկրի խորքը, ինչպես նաև ջրային գոլորշիների կոնդենսացումը:

Տարբեր երկրաբանական և ֆիզիկաաշխարհագրական պայմաններում, կախված ինֆիլտրացիոն ցիկլի ծագումնաբանական գործընթացների ուղղվածությունից, կարող են ձևավորվել ստորերկրյա ջրերի հետևյալ տիպերը.

I տիպ: Տարրալուծման (լվացահանման) գրունտային ջրեր, որոնք ձևավորվում են ինֆիլտրացիոն գործընթացների ինտենսիվ զարգացման արդյունքում, որը տեղի է ունենում բավարար խոնավ կլիմայական պայմաններում:

II տիպ: Մայրցամաքային աղակալման գրունտային ջրեր, որոնք ձևավորվում են ինտենսիվ գոլորշիացման ազդեցության տակ՝ տափաստանային և անապատային չորային շրջաններում:

III տիպ: Տարրալուծման արտեզյան ջրեր կամ խորը շրջանառության (ցիրկուլյացիոն) ջրեր, որոնք ներառում են երկու ենթատիպ՝ 1) պլատֆորմային ընդարձակ իջվածքների արտեզյան ավազանների ջրեր, որոնք պայմանավորված են ավազանների նշանակալից երկարաձգմամբ և բեռնաթափման մարզերի նկատմամբ սնման մարզերի համեմատաբար ոչ բարձր դիրքով, բնութագրվում են փոքր արագությամբ և շրջանառության երկար ճանապարհով, 2) լեռնածալքավոր մարզերի տեկտոնական կառուցվածքներում խորը շրջանառության ջրեր, որոնք բնութագրվում են համեմատաբար ինտենսիվ շրջանառությամբ և երբեմն ուղեկցվում են ջերմային ջրերի վերընթաց աղբյուրներով:

Բացի Գ. Ն. Կամենսկու ստորերկրյա ջրերի ծագումնաբանական ցիկլերից ստորերկրյա ջրերի ձևավորման ուսումնասիրությունների ժամանակ առանձնացվում են ջրաերկրաբանական ցիկլեր: Յիկլի տակ Ա. Ա. Կարցևը հասկանում է շրջանի կամ մարզի ջրաերկրաբանական պատմության ժամանակշրջան, որը սկսվում է ծովարշավով (տրանսգրեսիա), նստվածքակուտակումով և սեդիմենտացիոն ջրերի առաջացումով, ներառելով հետագա հետընթացի (ռեգրեսիայի) էտապը, լերկացումը (դենուդացիա) և ինֆիլտրացիան ու վերջանում է նոր ծովարշավով և ինֆիլտրացիայի դադարեցումով:

Տվյալ սահմանումից հետևում է, որ յուրաքանչյուր ջրաերկրաբանական ցիկլ իր մեջ ներառում է երկու փոխակերպված էտապներ՝ սեդի-

մենտացիոն և ինֆիլտրացիոն: Ուսումնասիրվող շրջանի կամ մարզի առաջին էտապը շարունակվում է մինչև ցամաքի բարձրացումը և հետևապես մինչև ծովի հետմահանջի սկսվելը և ջրատար ապարների լերկացումը: Այդ էտապի ժամանակաընթացքում ձևավորվում են սեդիմենտացիոն ջրերը: Սեդիմենտացիոն էտապից անմիջապես հետո սկսվում է ինֆիլտրացիոնը, երբ ձևավորվում են ինֆիլտրացիոն ջրերը, դրանք աստիճանաբար դուրս են մղում և փոխարինում սեդիմենտացիոն ջրերին, որը բերում է ինֆիլտրացիոն և խառը տիպի ստորերկրյա ջրերի ձևավորման:

Միանգամայն ակներև է, որ շրջանի կամ մարզի երկրաբանական զարգացման ընթացքում կարող են տեղի ունենալ իրար փոխարինող մի քանի ջրաերկրաբանական ցիկլեր: Դրա համար էլ յուրաքանչյուր նոր ցիկլի ինֆիլտրացիոն ջրերը կարող են դուրս մղել ինչպես նույն, այնպես էլ նախորդ ցիկլի հին սեդիմենտացիոն և ինֆիլտրացիոն ջրերը, իսկ երբեմն էլ խորքային ծագում ունեցող ջրերը: Առավել ևս, երբ երկրակեղևի նույն շրջանի որոշ տեղամասեր խորասուզվում են, ուրիշները հակառակը՝ բարձրանում, ապա նույն ժամանակում ուսումնասիրվող շրջանում կոդիտվի ցիկլի տարբեր էտապներ, որոշ տեղամասերում՝ սեդիմենտացիոն, այլ տեղամասերում՝ ինֆիլտրացիոն:

Ջրաերկրաբանական ցիկլի յուրաքանչյուր էտապի հետ կապված է նրան համապատասխան ջրափոխանակում՝ սեդիմենտացիոն կամ ինֆիլտրացիոն: Սեդիմենտացիոն ջրափոխանակման ժամանակ ջրաթափանց ապարների սինգենետիկ ջրերը (առաջանում են ներփակող ապարների հետ համատեղ) խտացման ազդեցության տակ փոխարինվում են կավերից քամված ջրերով:

Ինֆիլտրացիոն ջրափոխանակման ժամանակ սեդիմենտացիոն ջրերն արդեն հիդրոստատիկ ճնշումների և գրադիենտների հաշվին փոխարինվում են ինֆիլտրացիոն ջրերով: Հաջորդող ջրաերկրաբանական ցիկլերում ջրափոխանակումը նշանակալի բարդանում է, քանի որ ինֆիլտրացիոն նոր ջրերն աստիճանաբար պետք է փոխարինեն առավել հին սեդիմենտացիոն, խառնակազմ և ինֆիլտրացիոն ջրերի:

Բնական է, որ այս կամ այն ժամանակում գրավիտացիոն ջուրը շերտի ջրափոխանակման դեպքում կարող է ամբողջությամբ թարմացվել (նորացվել): Այդ ժամանակամիջոցն անվանում են ջրափոխանակման ցիկլ, որի տևողության ցուցանիշը հանդիսանում է ջրափոխանակման գործակիցը: Այն որոշում են հետևյալ բանաձևով՝



$$K_0 = \frac{q}{Q} \quad (90)$$

որտեղ՝

$K_0$  -ն ջրափոխանակման գործակիցն է,  $\frac{1}{\text{տարի}}$ ,

$q$  -ն տվյալ շերտի համար ստորերկրյա հոսքի տարեկան ծախսը,  $\text{մ}^3/\text{տարի}$ ,

$Q$  -ն շերտում գրավիտացիոն ջրի քանակությունը,  $\text{մ}^3$ :

Քանի որ, ստորերկրյա տարեկան հոսքի ծախսը կախված է շերտը կազմող ապարների ֆիլտրացիոն հատկություններից, շերտի տեղադրման խորությունից, դրա սնման մարզի և հոսքի մոտիկությունից կամ հեռու լինելուց, ճնշման գրադիենտից, ջրի մածուցիկությունից (կախված շերտի ջերմաստիճանից), ջրափոխանակման գործակցի մեծությունը, կարող է տատանվել լայն սահմաններում՝ միավորի մասերից մինչև մեկ միավոր:

Երբ  $K_0$  -ն հավասար է մեկի, ապա շերտի ջրի պարունակությունը ինֆիլտրացիոն ծագման է, իսկ երբ  $K_0$  -ն փոքր է մեկից, ապա շերտը կարող է հագեցած լինել տվյալ և նախորդող ջրաերկրաբանական ցիկլի ինֆիլտրացիոն-սեդիմենտացիոն խառնվածքի ջրերով:

Նկատենք, որ առաջին դեպքը բնորոշ է այն ջրատար հորիզոնների և համալիրների համար, որոնք տեղադրված են շատ ինտենսիվ ջրափոխանակման զոնայում և գտնվում է ժամանակակից ջրագրաֆիական ցանցի դրենացնող ազդեցության ոլորտում:

Երկրորդը բնորոշ է երկրակեղևի դժվարեցված և հատկապես խիստ դժվարեցված ջրափոխանակման զոնաներում տեղադրված տեղական և ընդհանուր էռոզիոն բազիսից ներքև գտնվող ջրատար հորիզոնների և համալիրների համար:

Ըստ տեղադրման պայմանների և ջրապարունակ ապարների՝ ստորերկրյա ջրերը կարելի է ստորաբաժանել հետևյալ տեսակների՝

1) Ծակոտինային ջրեր: Տեղադրված են և շարժվում են տարբեր ծագման ապարների ծակոտիների մեջ: Ռ-րանք գերազանցապես տարածված են փուխր բեկորային չշաղկապված նստվածքային ապարներում, ինչպես նաև հրաբխային խարամներում:

2) Շերտային ջրեր: Տեղադրված են և շրջանառվում են նստվածքային ապարների շերտերում, ստորաբաժանվում են երկու խմբի՝ ծակոտենաշերտային և ճեղքաշերտային:

3) Ճեղքային ջրեր: Տեղադրված են և շրջանառվում են նստվածքային, պինդ մագմատիկ և մետամորֆային ապարների հողմնահարման ճեղքերում:

4) Ճեղքաերակային ջրեր: Տեղադրված են և շրջանառվում են առանձին տեկտոնական բաց ճեղքերում և տեկտոնական խախտումների զոնաներում:

Ստորերկրյա ջրերը, ըստ հիդրավիլիկական հատկանիշների, բաժանվում են ճնշումային և ոչ ճնշումային տիպերի:

Կախված կլիմայական գործոններից, որոնք հիմնականում պայմանավորում են ստորերկրյա ջրերի ռեժիմը, այսինքն՝ ստորերկրյա ջրերի ծախսի, կազմի, ջերմաստիճանի և մակարդակի փոփոխություններն ըստ ժամանակի, վերջիններս ստորաբաժանվում են զոնայական, ազոնայական և ինտերզոնայական (ներզոնայական):

*Չոնայակաևնի* են դասվում ստորերկրյա այն ջրերը, որոնց տեղադրման պայմանները, սնումը, ջերմաստիճանը, որակը և ռեժիմը օրինաչափ փոփոխվում են հորիզոնական և ուղղաձիգ ուղղությամբ՝ կապված կլիմայի զոնայական փոփոխության հետ:

*Ազոնայակաևնի* են դասվում խորը տեղադրված ստորերկրյա ջրերը, որոնք գտնվում են երկրակեղևի կլիմայական զոնաներից դուրս:

*Ինտերզոնայակաևնի* են դասվում ստորերկրյա այն ջրերը, որոնք հանդիպում են ցանկացած կլիմայական զոնաներում, սակայն ունեն իրենց յուրահատուկ առանձնահատկությունները, օրինակ՝ հողային ջրերը, վերնաջրերը և այլն:

Ստորերկրյա ջրերը, ըստ ջերմաստիճանի (ըստ Օ. Ա. Ալյոկինի, 1953), ստորաբաժանվում են՝ գերսառը ( $0^{\circ}\text{C}$ -ից ցածր), շատ սառը ( $0-4^{\circ}\text{C}$ ), սառը ( $4-20^{\circ}\text{C}$ ), զով ( $20-37^{\circ}\text{C}$ ), տաք ( $37-42^{\circ}\text{C}$ ), շատ տաք ( $42-100^{\circ}\text{C}$ ) և գերտաք (թերմալ) ( $100^{\circ}\text{C}$ -ից բարձր):

Ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր դասակարգումները, չնայած որ կառուցված են համալիր ցուցանիշների հիման վրա, հեռու են ստորերկրյա ջրերի բոլոր հատկություններն ընդգրկելուց: Ընդհանուր դասակարգումներից այստեղ բերվում են Ֆ. Պ. Սավարենսկու (1939) և Ա. Մ.

Օվչիննիկովի (1955) դասակարգումները (աղյուսակներ 14 և 15) [33, 4 և այլն]:

Բերված ընդհանուր դասակարգումները (Ֆ. Պ. Սավարենսկու և Ա. Մ. Օվչիննիկովի) ունեն առավել լայն կիրառություն և օգտագործվում են ստորերկրյա ջրերի տարբեր նպատակներով ուսումնասիրելու ժամանակ:

Այլ գիտնականների կողմից առաջադրված ընդհանուր դասակարգումները լայն տարածում չեն ստացել, քանի որ դրանք հանդիսանում են կամ հնացած, կամ ստորերկրյա ջրերի տեղադրման պայմանների տեսակետից ոչ լիարժեք, կամ մեծածավալ են և ներառում են մեծ քանակությամբ սակավ գործածական տերմիններ:

Ստորերկրյա ջրերը հաճախ ստորաբաժանվում են ըստ երկրաբանա-շերտագրական ցուցանիշների՝ շրջանում տարածված մտվածքային, մետամորֆային և մագմատիկ ապարների շերտագրությամբ համապատասխան:

Այս դեպքում ստորերկրյա ջրերն անվանում են ըստ հասակի կամ ջրապարունակ ապարների ծագումնաբանության, օրինակ՝ «քեմբրի մտվածքների ջրեր», «յուրային մտվածքների ջրեր», «պրոլյուվիալ մտվածքների ջրեր» և այլն: Ըստ որում, միշտ պետք է ի նկատի ունենալ, որ ապարների հասակը չի համընկնում ստորերկրյա ջրերի հասակին, քանի որ վերջինս մշտապես գտնվում է շարժման մեջ և հանդես է գալիս տարբեր ձևերով:

Վերը շարադրվածից հետևում է, որ ստորերկրյա ջրերի հիմնական առանձնահատկությունները՝ սնման բնույթը, հիդրավլիկական հատկանիշները, շարժման օրինաչափությունները, ջերմաստիճանը, գազային և քիմիական հատկությունները, պայմանավորված են համապատասխան աշխարհագրական և ուղղաձիգ գոտաներում ջրի գտնվելուց, այսինքն՝ դրանց զոյության օրինաչափությունները կախված են ռելիեֆի բնույթից, կլիմայական առանձնահատկություններից, երկրաբանական կառուցվածքից, տեկտոնիկայից, լիթոլոգիական (քարաբանական) և երկրաձևաբանական պայմաններից:

Դասագրքի հետագա շարադրանքում կառաջնորդվենք ստորերկրյա ջրերն ըստ տեղադրման պայմանների դասակարգման սխեմայից՝ առաջարկված Ա. Մ. Օվչիննիկովի կողմից (աղ. 14):

# Աղյուսակ 14

Սպորտերկրյա ջրերի դասակարգումն ըստ Ա. Մ. Օվչիննիկովի (1955 թ.)

Հիմնական տիպերը	Ենթատիպեր		Հատուկ տիպեր	Համառոտագրության շրջանների ջրեր	Հավելժական ստացույթի շրջանների ջրեր
	Ջրեր ծակաղվեն ապարներում (ծակաղվենային ջրեր)	Ենթատիպեր			
Աերացիայի գոնայի ջրեր	Հողային ջրեր Ճահճային ջրեր Վերնաջրեր Թակիրների և ավազաբլթերի (ան- ապատներում) ջրեր Ավազային զանգվածների և դյու- ների ջրեր	Հողմնահարման վերևի ճեղքավոր ապարների ջրեր Կարստավորված զանգ- վածների վերին հարվի ջրեր Լավային ծածկոցների առաստաղի ջրեր	Թերմալ աղբյուրների դերի- վատների ջրեր, ժամանակավոր գործող ֆունարոլների ջրեր		
Գրունտային ջրեր	Արտվիալ, դելյուվիալ և պոլյուվիալ, ֆլյու- վիոզվազիալ, Արմատական ավա- արների	Հրաբխային ապարների ու հատակի ճեղքային ջրեր Նստվածքային ապարների շերտաճեղքային և ճեղք- աշերտային ջրեր Կարբոնատային ապարների զանգվածների կարստային ջրեր	Բարձր ջերմաստիճանի, զազերով հարուստ ջրեր Ոչ մեծ ֆունարոլների և հեյզերների ջրեր	Վերաացուբային, Միջաացուբային	
Արտեզյան ջրեր	Արտեզյան ավազանների ջրեր (ավազային շերտերում) Արտեզյան լանջերի ջրեր (նա- խալեռնային շրջանների բնկորային շերտախալեռում)	Արտեզյան ավազանների ջրեր (ճեղքավոր զանգ- վածներում ու շերտերում) Արտեզյան լանջերի ջրեր (կա- րբոնատային և սուլֆատին շե- րտախալեռում, մերձալթբային զանգվածներում)	Բարձր ջերմաստիճանային, զազերով հարուստ, տեկ- ստոնական խախտումներով վերընթաց ջրեր Հրային զանգվածների մեր- դրումներով բարեացված արտեզյան համակարգի ջրեր	Ենթաացուբային	

Սպորտիկորյա ջրերի դասակարգումն ըստ Ֆ. Վ. Սավարենկովու (1939թ.)

Քննարկարար- յունը	Ջրի տիպերը				Երակային (ճնդրային)
	Հողային, ճահճային, վերնագրեր	Գլուճուային	Կարստային	Արտեզյան	
Մննան և տարածման մարզերը	Համընկնում են (ջրերը մոտ են մակերևույթին)	Սովորաբար համընկնում են (ջրերը ոչ խորն են)	Մոտ են մակերևույթին (ջրերը գերազանցապես խորը չեն)	Չեն համընկնում (ջրերը սովորաբար խորն են)	
Ճնճման բնույթը	Վարընթաց, ոչ ճնշումային	Վարընթաց, ոչ ճնշումային տեղական ճնշումով	Սովորաբար վարընթաց, ոչ ճնշումային	Վարընթաց, ճնշումային, ճնշումը հիդրոստատիկ է	Վերընթաց, ճնշումը հիդրոստատիկ է
Հոսքի շարժման բնույթը	Լամինար	Մեծամասամբ լամինար	Մեծամասամբ տուրբուլենտ	Լամինար է ծակտիմային ապարներում, տուրբուլենտ ճեղքավորված ապարներում	Մեծամասամբ տուրբուլենտ
<b>Ճագումը</b>	<b>Ինֆիլտրացիոն (վարդային)</b>				<b>Ինֆիլտրացիոն և յուլենի</b>
Տեղադրման երկրաբանական պայմանները	Մակերևութային առաջացումներ	Մակերևութային նստվածքներ և երկրակեղևի վերին հորձմանարված շերտեր	Կրաքարեր, դոլոմիտներ և այլ տարրալուծվող ապարներ	Նստվածքային ապարների (ավազանների) կառուցվածքներ	Մեծամասամբ տեկտոնական ճեղքավորված գրանիտներ
Կլիմայական գոնայական-նությունը	Ներգոնայական (ինտերգոնայական)	Չոնայական	Ոչ գոնայական (ազոնայական)		
Ջերմաստիճանը	Եմբարկվում է սեզոնային տատանումների	Մովորաբար հաստատուն չէ	Խորությամբ հետ բարձրացող		

Ջրաերկրաբի- նական զոնաները	Տարբարվածման և տեղ-տեղ աղակալված զոնաներ	Տարբարվածման զոնաներ	Տարբարվածման և ցեմեն- տացման զոնաներ	Ցեմեն- տացման զոնաներ
Քիմիական կազմի	Քաղցրահամ, որոշ տեղեր աղայնացված	Քաղցրահամ, սոլիորաբար կոշտ	Քաղցրահամ, աղայնացված	Քաղցրա- համ և աղայնաց- ված

## **ԳԼՈՒԽ XI**

### **ՀՈՂԱՅԻՆ ՋՐԵՐ, ՎԵՐՆԱՋՐԵՐ, ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐ**

Հողային ջրերը, վերնաջրերը և գրունտային ջրերը ազատ կապի մեջ են մթնոլորտի հետ և ձևավորվում են ֆիզիկաաշխարհագրական միջավայրի անմիջական ներգործության տակ: Հողային ջրերը և վերնաջրերը տեղադրված են աերացիայի զոնայի ապարներում, իսկ գրունտային ջրերը՝ ջրահագեցման զոնայում:

#### **11.1. ՀՈՂԱՅԻՆ ՋՐԵՐ**

Ինչպես վերը ասվել է, աերացիայի զոնան զբաղեցնում է երկրակեղևի կտրվածքի վերին մասը, վերևից սահմանափակված հողի մակերևույթով և ներքևից՝ ստորերկրյա առաջին ջրատար հորիզոնի ջրերի ազատ մակերևույթով: Աերացիայի զոնայի հաստությունը գործնականորեն փոփոխվում է 0-ից մինչև 200-250 մ և ավելի (տես. գլ. IV):

*Հողային ջրեր* ասելով հասկանում են հողային շերտի հետ կապված ջրեր, որոնք մասնակցում են բույսերի արմատական համակարգի սնմանը, կապված են մթնոլորտի հետ և տեղադրված են վերնաջրերից և գրունտային ջրերից վերև:

Կախված հողի տիպից, շրջանի աշխարհագրական դիրքից, կլիմայական պայմաններից՝ հողաշերտի հաստությունը փոփոխվում է մի քանի սանտիմետրից մինչև 1.5 մ և ավելի: Ըստ գույնի, հողի կառուցվածքի և դրա խտության՝ հողային շերտում անջատում են հորիզոններ՝ բուսահողահումուսային ( $A_1$ ), էլյուվիլային (տեղակուտակային) ( $A_2$ ), իլյուվիլային (տղմակուտակային) ( $B$ ) և հողագոյացման՝ մայրական ապար ունեցող հորիզոն ( $C$ ):

Այդ հորիզոնների հաստությունը տարբեր հողերի համար տարբեր են ( $A_1 = 0.2 - 0.7$ մ;  $A_2 = 0.2 - 0.3$ մ;  $B = 0.2 - 0.7$ մ;):  $C$ -ի հաստությունը որոշվում է հողառաջացնող ապարի ծագումով, կազմով, կառուցվածքով և այլն:

Ինչպես հողերում, այնպես էլ ապարներում պարունակում են ամուր և բույլ կապակցված, մազանոթային և գրավիտացիոն ջրեր: Գրավի-

տացիոն ջրերը բաժանվում են *ժամանակավոր և մշտական ջրերի*: Հոդերում ժամանակավոր ջուրը առաջանում է մթնոլորտային տեղումների, ձնհալքների, հողերի ջրման շրջաններում: Մշտական ջուրը տարածված է ճահճային և տիղմային հողերում, երբ գրունտային ջրերը, երկրի մակերևույթից հաշված, տեղադրված են ոչ խորը:

Բույսերի սնման գործում կարևոր նշանակություն ունեն գրավիտացիոն և հատկապես մագանոթային (մագական) ջրերը: Բույսերի կողմից թույլ կապված ջրերը դժվար են յուրացվում: Դրանց կողմից ամուր կապակցված ջրերը չեն յուրացվում, քանի որ դրանք հողային մասնիկների հետ մոլեկուլյար ձգողական ուժերով շատ անգամ ավելի մեծ ուժերով են կապված, քան բույսերի արմատական համակարգի ներծծման ուժերն են:

Հողային գրավիտացիոն և մագանոթային ջրերը ունեն յուրահատուկ հատկանիշներ, որոնցից կարևորներն են.

- սնման և բեռնաթափման մարզերը համընկնում են,
  - գտնվում են լրիվ կախվածության մեջ օդերևութաբանական պայմաններից,
  - դրանց շարժումը գերազանցապես կատարվում է ուղղաձիգ ուղղությամբ (վարընթաց), ոչ ճնշումային են, շարժումը լամինար է, ենթարկվում է Դարսիի օրենքին (տես գլ. IX),
  - մասնակցում են ջրի շրջանառությանը բնության մեջ,
  - ճահճային և տորֆային հողերում ունեն անշարժ ռեժիմ,
- տիրապետում են յուրահատուկ քիմիական կազմի, դրանցում բարձր կոնցենտրացիայով պարունակվում են օրգանական ծագում ունեցող թթուներ (հումինային, ֆուլվինային), որոնք դրան տալիս են դեղին, դեղնավուն և նույնիսկ սև և սևագորշ գույն:

Հողային ջրերն ունեն մեծ ազդեցություն գրունտային ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման վրա: Դա բացատրվում է նրանով, որ հողերը պարունակում են (նվազման կարգով)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ; կարբոնատային հողերը՝ շատ  $\text{CaO}$ ,  $\text{CO}_2$ , աղակալված հողերը՝  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  :

Գրունտային ջրերի բարձր տեղադիրքի դեպքում հողը ենթարկվում է ավելցուկային խոնավացման, զարգանում են վերականգնման գործընթացները, սկսում է ճահճակալել: Այս դեպքում գրունտային ջրերի

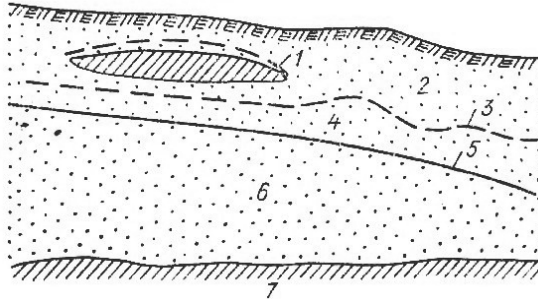


գոլորշիացումը հողում բերում է Ca , Mg սուլֆիդների, Ca և Mg , Na , Fe և P քլորիդների կուտակմանը: Գրունտային ջրերի խորը տեղադիրքի դեպքում հողային ջրերը գրունտային ջրատար հորիզոն են մտցնում (տանում) տարբեր աղեր, դրանով իսկ ձևավորում գրունտային ջրերի քիմիական կազմը:

Հողում գրավիտացիոն ջուրը ջրատար հորիզոն չի առաջացնում, որի հետ կապված, այն չի կարող ճնշման գրադիենտի ազդեցության տակ շարժվել հորիզոնական հարթությամբ, այլ ծանրության ուժի ազդեցության տակ շարժվում է միայն ուղղաձիգ ներքև կամ մազանոթային ուժերի ազդեցության տակ՝ տարբեր ուղղություններով, և դրա համար էլ հողային ջուրը չի կարող ստեղծել «ներհողային կողային հոսք»:

## 11.2. ՎԵՐՆԱՋՐԵՐ

Վերնաջուրը ստորերկրյա ջրի տիպ է, որն առաջանում է անբացիալի (օդահագեցման) զոնայի փուխր ապարների (հողագրունտների) միջավայրում կավային կամ սեպածն վերջացող ջրամերժ շերտի վրա ի հաշիվ մթնոլորտային, մակերևութային և ջրային գոլորշիների խտացման ջրերի ինֆիլտրացիայի (նկ. 27, [8]): Վերնաջրերը սովորաբար կապված են ծակոտկեն չորրորդական հասակի ապարների՝ ավազներ, կավավազներ, լյուսեր և այլնի հետ: Վերնաջուրը հանդիպում է նաև հողմնահարված ժայռային ապարների վերին շերտերում: Բացի այդ՝ տարածված է հավերժական սառցութային շրջաններում, որտեղ ձմռանը ամբողջությամբ սառչում է: Վերնաջրի հաստությունը հաճախ կազմում է 0.4-1.0 մ, երբեմն այն հասնում է 2-5 մ:



**Նկ. 27 Վերնաջրերի և գրունտային ջրերի տեղադրման սխեմա**

- 1- վերնաջուր, 2- աերացիայի զոնա, 3- մազանոթային զոնայի (եզրաշերտի) մակերևույթը, 4- մազանոթային զոնա, 5- գրունտային ջրերի մակերևույթ, 6- ջրահագեցված զոնա, 7- ջրամերժ շերտ

Վերնաջրերի ձևավորման համար անբարենպաստ են համարվում լավ ջրաթափանց և ոչ խոնավատար համասեռ ապարները (խոշորահատիկ ավազներ, ճեղքավորված ապարներ), ինչպես նաև կավային ապարները, քանի որ կոլոիդների ուռչելու հետևանքով կավային շերտի վերին մասը (ոչ մեծ հաստությամբ) համեմատաբար շուտ ջրահագեցնում է և հողի մակերևույթից ջրերի ինֆիլտրացիայի համար դառնում անթափանցելի:

Վերնաջրերի առաջացման վրա նշանակալի ազդեցություն է թողնում ռելիեֆի բնույթը: Հատկապես թեք լանջերի վրա, որոնք բարենպաստ են մակերևութային հոսքերի և ոչ բարենպաստ ինֆիլտրացիայի համար, վերնաջուր չի ձևավորվում կամ ձևավորվում է վերնաջրի շատ փոքր շերտ կարճ ժամանակով: Վերնաջրերի ձևավորումը տիպական է նշանակալի հզորության աերացիոն զոնա ունեցող տարածքների համար (միջգետային կենտրոնական մասերի տարածքներ, նախալեռնային հարթավայրեր, չորային շրջաններ՝ գրունտային ջրերի խորը տեղադրված մակարդակով): Վերնաջրերի առաջացման համար առավել լավ պայմաններ ստեղծվում են հարթ ջրբաժաններում և տեղային իջեցումներով (գոգավորություններով) տափաստանային տարածքներում, ուր հոսում են անձրևային ջրերը և պահվում են ձնհալքի ջրերը: Դրանք ժամանակի տեսակետից առավել կայուն են, երբեմն ունենում են այնպիսի պաշարներ, որոնք բավարարում են ժամանակավոր տնտեսական

ջրամատակարարմանը, հատկապես գարնան և ամառ-աշուն շրջանում, երբ տեղումները շատ են:

Քաղաքների տարածքներում և խոշոր արդյունաբերական մակերեսների վրա վերնաջրերի առաջացմանը նպաստում են նաև բազմաթիվ իջեցումները, փոսերը, հին փորվածքները, որոնք մնացել են նախորդ շինարարական աշխատանքներից և լցված են հանված փուխր շինարարական գրունտներով:

Վերնաջրերի տարբերիչ հատկանիշներն են.

- տարածման սահմանափակ մակերեսը, որը պայմանավորված է ջրամեծ ապարների չափերով,

- ջրի մակարդակի, կազմի և պաշարների կտրուկ փոփոխությունը՝ կախված վերնաջրերի տարածման շրջանի կլիմայական պայմաններից,

- հիդրավիլիկական կապի բացակայությունը գետաջրերի հետ,

- ջրերի հեշտ աղտոտումը այլ ջրերով (հողային, ճահճային, արդյունաբերական և այլն),

- մեծամասամբ ոչ պիտանի լինելը մշտական ջրամատակարարման համար,

- վերնաջրերի առանձնահատուկ դինամիկան՝ դրանք կարող են մասնակցել գրունտային ջրերի սնմանը և ամբողջությամբ ծախսվել գոլորշիացման վրա:

Վերնաջրերի կազմը շատ խայտաբղետ է. հյուսիսային շրջաններում դրանք քաղցրահամ կամ թույլ հանքայնացված են օրգանական նյութերի, երկաթի, սիլիկաթթուների բարձր պարունակությամբ: Հարավային շրջաններում, որտեղ առկա է ինտենսիվ գոլորշիացումը, սովորաբար հանքայնացված են և ունեն տարբեր կազմ: Քաղաքների և բնակավայրերի տարածքներում, երկրի մակերևույթից դրանց ոչ խորը տեղադրման հետևանքով, վերնաջրերը ենթարկվում են խիստ աղտոտման:

Շինարարական աշխատանքների ժամանակ վերնաջրերի առկայությունը ոչ բարենպաստ գործոն է: Սովորաբար քաղաքներում և արդյունաբերական տարածքներում (մակերեսներում) վերնաջրերի վնասակար ազդեցությունը վերացնելու համար կիրառում են դրենաժ (չորացուցիչ, ցամաքուղի), որը կիրառվում է ոչ միայն առանձին շենքերի շուրջը կամ նշված օբյեկտների սահմաններում, այլ նաև դրանց մերձակա տարածքներում:

### **11.3. ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐ**

Գրունտային ջրերը լայնորեն տարածված են բոլոր կլիմայական պայմաններում, որտեղ մթնոլորտի ջերմաստիճանային ռեժիմը և ապարների վերին շերտերը թույլ են տալիս ջրի կուտակմանը հեղուկ ֆազայով (վիճակով):

Գրունտային ջրերը, լինելով առաջին ջրատար հորիզոնը երկրի մակերևույթից հաշված, կարևոր նշանակություն ունեն գյուղատնտեսության մեջ: Գյուղական բնակավայրերի շուրջ 80%-ը ջրամատակարարման համար օգտագործում է գրունտային ջրերը: Դրանց նշանակությունը առավել ևս մեծանում է մակերևութային ջրերով աղքատ չորային շրջաններում: Գրունտային ջրերը շատ վաղ անցյալից օգտագործվում է ոռոգման համար:

#### **11.3.1. ՏԵՂԱԳՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ ԵՎ ԱՌԱՆՁՆԱԿԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

*Գրունտային* կոչվում են երկրի մակերևույթից հաշված առաջին տարածուն ջրամերժ շերտի վրա տեղադրված ջրերը, որոնք զբաղեցնում են ընդարձակ տարածքներ և մշտապես գոյություն ունեն: Գրունտային ջրերին կարելի է վերագրել հետևյալ առանձնահատկությունները.

1. Գրունտային ջրերի հորիզոնը սովորաբար ջրամերժ ապարներով ծածկված չէ, իսկ ջրատար շերտը ամբողջությամբ ջրով չի լցված, դրա համար էլ գրունտային ջրերի մակերևույթը համարվում է ազատ, ոչ ճնշումային և մթնոլորտի հետ գտնվում է անմիջական կապի մեջ (ճնշումը գրունտային ջրերի մակերևույթի վրա հավասար է մթնոլորտային ճնշմանը): Հորատանցքերով կամ ջրհորերով գրունտային ջրերի հորիզոնը հատելիս դրա մակարդակը կանգնում է սկզբնապես բացված մակարդակի վրա:

Առանձին տեղամասերում, որտեղ գրունտային ջրերը վերևից ծածկված են լոկալ ջրամերժ շերտով, ձեռք են բերում տեղական փոքր ճնշում, այսինքն՝ գրունտային ջրերի հորիզոնը հատելիս գրունտային ջրերի մակարդակը բարձր է կանգնում այդ ջրամերժի հատակից:

2. Չգայուն են մթնոլորտում տեղի ունեցող փոփոխական գործընթացների նկատմամբ, այդ պատճառով ջրերի տեղադրման խորություն-

նը, ջերմաստիճանը, հանքայնացումը, ծախսը մշտապես ենթարկվում են տատանումների: Դրանք, որպես կանոն, տեղի են ունենում օրվա, ամսվա, սեզոնի և տարվա կտրվածքներում:

3. Սնման և տարածման մարզերը համընկնում են: Սնումը տեղի է ունենում ի հաշիվ

- մթնոլորտային և ձնհալքի ջրերի ինֆիլտրացիայի և ինֆլյուացիայի,

- գետերից, լճերից, տարբեր ջրանցքներից ֆիլտրացվող ջրերի,

- աերացիայի զոնայում ջրային գոլորշիների խտացման (կոնդենսացման),

- առավել խորը տեղադրված ջրատար հորիզոնների ջրերի ներհոսքի (ներդրման):

4. Բնության մեջ տեղադրված են համարյա ամենուր, գերազանցապես կուտակվում (տեղադրված) են չորրորդական հասակի նորագոյացումներում, ինչպես նաև արմատական ապարների հողմնահարման կեղևում: Դրանց տեղադրման պայմանները բազմազան են և պայմանավորված են տեղանքի ֆիզիկաաշխարհագրական, երկրաբանալիթոլոգիական, երկրաձևաբանական և այլ գործոններով:

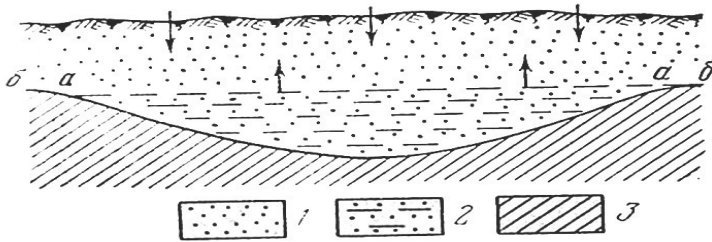
5. Առավել մատչելի են գործնական (պրակտիկ) օգտագործման համար: Սակայն դրանց ոչ խորը տեղադրման պատճառով հաճախ ենթակա են աղտոտման և վարակման:

Անջրաթափանց ապարները, որոնց վրա ձևավորվում են գրունտային ջրերը, կոչվում են ջրամերժ հատակ (հիմք) կամ ջրամերժ շերտ գրունտային ջրերի համար:

Գրունտային ջրերի ազատ մակերևույթը կոչվում է *հայելի կամ սիհոնց*: Զանի որ այն ենթակա է տատանումների, ապա օգտագործվում է *գրունտային ջրերի մակարդակ* հասկացությունը, որը նշանակում է ջրերի հորիզոնի վերին սահմանի տեղադիրքը՝ հաշված ջրամերժ շերտից:

Ջրամերժ շերտի առաստաղից մինչև գրունտային ջրերի մակարդակն ընկած հեռավորությունը կոչվում է *գրունտային ջրալսար հորիզոնի (շերտի) հասարություն (հզորություն)*: Զանի որ գրունտային ջրերի մակարդակը ժամանակի ընթացքում կրում է նշանակալի տատանումներ (տես վերը), ուստի գրունտային ջրատար հորիզոնի հզորությունը հաստատուն չէ: Գրունտային ջրերի մակարդակից (հայելուց) վերև տեղադրված է մագնոթային ջրերի զոնան (եզրաշերտը) (տես նկ. 27):

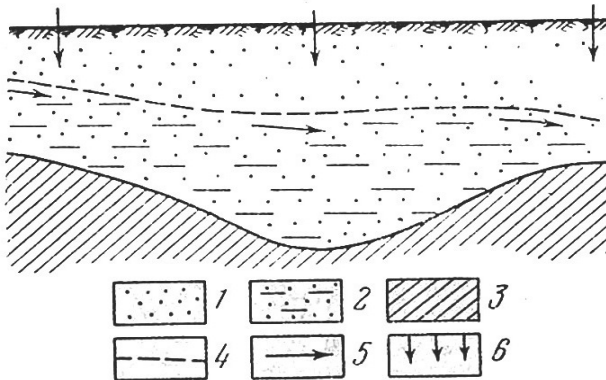




**Նկ. 29** **Գրունտային ջրերի ավազանի սխեմա**

*aa - գրունտային ջրերի մակերևույթ, bb- ջրամերժ հիմքի մակերևույթ, 1- ավազ, 2- ավազ ջրարար, 3- կավ*

Սակայն չպետք է ենթադրել, որ գրունտային հոսքի և գրունտային ավազանի միջև գոյություն ունի ջրբաժան՝ շարժվող և անշարժ սահմաններում գրունտային ջրեր: Գրունտային հոսքի շարժումն ընդգրկում է ըստ խորության և արագության մշտապես նվազող գրունտային ավազանի մարզը: Ջրամերժ հիմքի գոգավորություններում գրունտային ջրերը գտնվում են կանգուն վիճակում, իսկ վերևից տեղի է ունենում գրունտային ջրերի ազատ հոսք:



**Նկ. 30** **Գրունտային հոսքի և գրունտային ավազանի զուգորդման սխեմա**

*1- ավազ, 2- ավազ ջրարար, 3- ջրամերժ ապարներ, 4- գրունտային ջրերի մակարդակ, 5- գրունտային ջրերի շարժման ուղղություն, 6- մթնոլորտային տեղումների ինֆիլտրացիա (ներծծում)*

Գրունտային ջրերն գտնվում են անընդհատ շարժման մեջ: Գրանք ծանրության ուժի շնորհիվ շարժվում են բարձրադիր տեղամասերից (սկսած գրունտային ջրերի ջրբաժանից) դեպի ցածրադիրները, ըստ որում ապարների ճեղքերում և ծակոտիներում ջուրը կատարում է բարդ և տարբեր բնույթի շարժում: Գետահովիտներում՝ հատկապես մերձհունային հատվածներում, գրունտային ջրերի շարժման ուղղությունը համընկնում է մակերևութային հոսքի ուղղությանը:

Գրունտային ջրերի մակերևույթի հաճախ դիտվող 0.001-0.007 հիդրավիկ թեքությունների դեպքում, ստորերկրյա ջրի շարժման արագությունը կազմում է գլաքարերում՝ 2.0-5.0 մ/օր, խոշորահատիկ ավազներում՝ 1.5-2.5 մ/օր, մանրահատիկ ավազներում և կավավազաններում՝ 0.5-1.5 մ/օր, ավազակավերում և լյուսային ապարներում 0.1-0.5 մ/օր [19]:

Տեղանքի ցածրադիր մասերում, որտեղ գրունտային ջրերի հորիզոնը հատվում է գետահովիտներով, ձորակներով, լճային գոգավորություններով և այլ էրոզիոն խրվածքներով, նման հատումների դեպքում տեղի է ունենում բեռնաթափում. գրունտային ջրերը երկրի մակերևույթ են դուրս գալիս վարընթաց աղբյուրների և քաջույթների ձևով: Գրունտային հոսքի մակերևույթը դեպի բեռնաթափման վայրը (տեղը) սահուն իջնում է՝ առաջացնելով կորագիծ մակերևույթ: Կորագիծը ուղղաձիգ հարթության վրա կոչվում է *դեպրեսիոն* (իջութային մակերևույթ) *կոր*:

Հարկ է նշել, որ գրունտային ջրերի շարժումը ջրամերժ հիմքի դիրքով չի պայմանավորված, այլ այն պայմանավորված է դեպրեսիոն կորի դիրքով և միշտ ուղղված է ջրատար հորիզոնի դրենացման կողմը: Քիչ չեն դեպքերը, երբ գրունտային հոսքի շարժումն ուղղված է ջրամերժ հիմքի թեքության հակառակ ուղղությամբ: Այսպիսով, անջրաթափանց շերտերը հանդիսանում են ջրատար հորիզոնների առաջացման համար անհրաժեշտ պայման, սակայն չեն որոշում շարժման ուղղությունը ջրատար հորիզոններում:

### **11.3.2. ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԸ ԵՎ ՏԵՂԱԳՐՄԱՆ ԽՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Գրունտային ջրերի մակերևույթը շատ մասերում հարթ չէ, իրենից ներկայացնում է թույլ ալիքավոր մակերևույթ, որի ընդհանուր թեքությունը



նը ուղղված է դեպի տեղանքի մոտակա ցածրությունները: Հաճախ այն կրկնում է երկրի մակերևույթի հարթեցված ռելիեֆը, սակայն առանձին տեղամասերում տարբեր պատճառներով (գետահովիտներով գրունտային հոսքի դրենացումը, ջրատար հորիզոնի հաստության կտրուկ մեծացումը, ջրատար ապարների ֆիլտրացիոն հատկությունների փոփոխումը և այլն) երկրի մակերևույթի և գրունտային ջրերի մակերևույթի այդպիսի հարաբերակցությունը կարող է խախտվել:

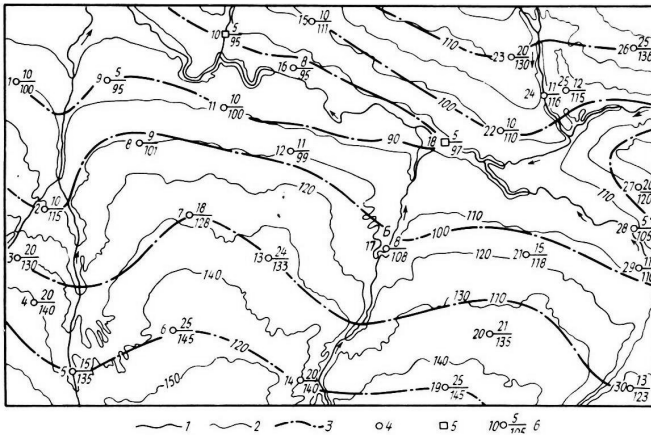
Գրունտային ջրերի մակերևույթը հիդրոիզոգծերի (ջրաիզոհիպսերի) տեսքով պատկերված են քարտեզի վրա: *Հիդրոիզոգծերը* գրունտային ջրերի մակերևույթի միևնույն բարձրության կետերի միացման գծերն են: Հիդրոիզոգծերն արտահայտվում են բացարձակ կամ հարաբերական նիշերով՝ կախված համեմատության հարթության ընտրությունից (ծովի մակերևույթ կամ որևէ պայմանական հարթություն):

Ուսումնասիրվող տեղանքում հիդրոիզոգծերի քարտեզի կազմման համար, ջրերի մակարդակների միաժամանակյա չափումների տվյալները հորատանցքերում, ջրհորերում, շուրֆերում և աղբյուրներում անց են կացվում բացարձակ կամ հարաբերական նիշերով, տոպոգրաֆիական քարտեզների կամ պլանի վրա, և այդ տվյալներով ստանում են հիդրոիզոգծեր: Հիդրոիզոգծերը կազմվում են ռելիեֆի հորիզոնականների (իզոգծերի) անալոգիայով, սակայն այս դեպքում գծերով միացնում են ստորերկրյա ջրերի հավասար մակարդակներ ցույց տվող կետերը (նկ. 31): Կախված տոպոգրաֆիական հիմքի (քարտեզի) մասշտաբից, գրունտային ջրերի մակարդակների դիտման կետից, քանակից, հիդրոիզոգծերի քարտեզի նպատակայնությունից՝ վերջինս կազմվում է տարբեր մասշտաբների՝ հիդրոիզոգծերը տանելով 0.5, 1.0, 2.0 և 5.0 մետր քայլերով (ինտերվալներով):

Ունենալով հիդրոիզոգծերի քարտեզը՝ համադրված ռելիեֆի իզոգծերի վրա՝ քարտեզի ցանկացած հատման կետում այդ երկու նիշերի տարբերությամբ կարելի է որոշել գրունտային ջրի տեղադրման խորությունը:

Գրունտային ջրերի հիդրոիզոգծերի քարտեզի օգնությամբ կարելի է որոշել գործնականում շատ անհրաժեշտ հետևյալ ցուցանիշները՝ 1) գրունտային ջրերի հոսքի ուղղությունը և հիդրավլիկ թեքությունը, 2) գրունտային ջրերի խորությունը ցանկացած կետում կամ տեղամասում (տես վերը), 3) ջրատար շերտի հզորությունը (հաստությունը), իսկ

Ֆիլտրացիայի գործակցի հայտնի լինելու դեպքում նաև գրունտային ջրերի ծախսը:



**Նկ. 31 Հիդրոիզոգծերի քարտեզ**

1- գետեր, 2- ռելիեֆի իզոգծեր, 3- հիդրոիզոգծեր, 4- հորատանցքեր, 5- ջրհորեր, 6- շուրջեր: Թվերը-ձախից՝ համարն ըստ կադաստրի, աջից համարիչում՝ ջրի խորությունը երկրի մակերևույթից, հայտարարում՝ երկրի մակերևույթի բացարձակ միշերը:

Գրունտային ջրերի հոսքի ուղղությունը որոշում են բարձր միջ ունեցող հիդրոիզոգծից դեպի ցածր միջ ունեցող հիդրոիզոգծին տարված ուղղահայացով: Գրունտային հոսքի շարժման ուղղությունը համընկնում է տարված ուղղաձիգի հետ:

Գրունտային ջրերի հոսքի (հիդրավիկ) թեքությունը որոշելու համար հիդրոիզոգծերի քարտեզի ցանկացած տեղամասի համար վերցվում է այդ տեղամասի ծայրամասային իզոգծերի միջերի տարբերությունը և բաժանում դրանց միջև եղած հեռավորության վրա: Նույն եղանակով որոշվում է նաև մնացած տեղամասերի համար:

Գրունտային ջրատար հորիզոնի հաստության որոշման համար բացի հիդրոիզոգծերից հարկավոր է կազմել նաև ջրամերժ շերտի՝ հիմքի, մակերևույթի իզոգծեր: Հիդրոիզոգծերի միջերի և ջրամերժ շերտի հիմքի իզոգծերի միջերի տարբերությունը տալիս է գրունտային ջրատար հորիզոնի հաստությունը:

Գրունտային ջրերի մակարդակը ենթարկվում է տատանումների, դրա համար էլ հիդրոտիզոզների քարտեզը արտահայտում է գրունտային ջրերի մակերևույթը միայն այն պահին (օր, շաբաթ), երբ կատարվել են չափումները և հիմք են հանդիսացել տվյալ քարտեզի կազմման համար:

Գրունտային ջրերի տեղադրման խորությունը փոփոխվում է գրո-  
յից մինչև տասնյակ, երբեմն՝ հարյուրավոր մետր: Այն կախված է ռե-  
լիեֆից և երկրաբանական կառուցվածքից (ջրամերժ շերտի տեղադր-  
ման խորություն, նստվածքների ջրաթափանցելիություն), ինչպես նաև  
գրունտային ջրերի սնման և բեռնաթափման ինտենսիվությունից:  
Գրունտային ջրերի տեղադրման խորությունն էլ ավելի փոքր է, երբ  
ջրամերժ շերտը տեղադրված է երկրի մակերևույթին մոտ. որքան փոքր  
է երկրի մակերևույթի թեքությունը, ռելիեֆի կտրտվածությունը և ստո-  
րերկրյա արտահոսքը, այնքան մեծ է գրունտային ջրերի սնումը՝ ի հա-  
շիվ մթնոլորտային տեղումների, ստորերկրյա ներհոսքի և ոռոգման ջրե-  
րի: Ռելիեֆի բարձրացմանը զուգընթաց մեծանում է գրունտային ջրերի  
տեղադրման խորությունը՝ ջրբաժանների, բլրակների և այլ բարձրա-  
ցումների վրա՝ հասնելով մի քանի տասնյակ մետրերի:

Գրունտային ջրերի տեղադրման խորության վրա նշանակալի ազ-  
դեցություն է թողնում բուսականությունը: Օրինակ՝ անտառը խոնավ  
շրջաններում ինտենսիվ տրանսպիրացիայի հետևանքով իջեցնում է  
գրունտային ջրերի մակարդակը: Տրանսպիրացիայի մասին կարելի է  
դաստի Թուրքմենիայում փորձերի միջոցով ստացված հետևյալ տվյալ-  
ներով: Վեգետացիայի շրջանում (ապրիլ-հոկտեմբեր) 14 տարեկան մեկ  
ծառը գոլորշիացնում է հետևյալ քանակություններով ջուր (մ<sup>3</sup>). ուռենին՝  
91.4, բարդին՝ 82.9, թթենին՝ 65.8, ծիրանենին՝ 32.9, փշատենին՝ 24.0  
(ըստ Լ. Վ. Ելիսևի): Խոնավ շրջաններից դուրս անտառը կարող է թող-  
նել տարբեր ազդեցություն գրունտային ջրերի տեղադրման խորության  
վրա՝ կախված կլիմայական պայմաններից, ռելիեֆի և երկրաբանա-  
կան կառուցվածքի առանձնահատկություններից:

Գրունտային ջրերի մակարդակի վրա էական ազդեցություն են  
թողնում տնտեսական աշխատանքները: Ջրամբարի կառուցումը, ոռո-  
գումը և հողերի ջրարբիացումը փոքրացնում են գրունտային ջրերի տե-  
ղադրման խորությունը, իսկ դրենաժային համակարգերը և տարբեր  
նպատակների համար ջրառը (ջրհանումը) մեծացնում են դրանց տե-  
ղադրման խորությունը:

Խոնավ զոնայի պլատֆորմային տարածքների սահմաններում գրունտային ջրատար հորիզոնը տեղադրված է մինչև 10-15 մ խորությունների վրա և հիմնականում ձևավորվում է չորրորդական և նեոգեն-չորրորդական հասակների փուխր առաջացումներում: Չորային և կիսաչորային զոնաներում գրունտային ջրերը տեղադրված են մինչև 50 մ և ավելի խորությունների վրա, ձևավորվում են ոչ միայն չորրորդական, այլ նաև տարբեր հասակի և կազմի ապարներում: Հին բյուրեղային ապարների զանգվածներում և լեռնածալքավոր մարզերում (բացառությամբ միջլեռնային իջվածքների և նշանակալի հաստության փուխր նստվածքների ապարների տարածման տեղամասերի) գրունտային ջրերը, որպես կանոն, կապված են ճեղքավորված ապարների վերին զոնայի լիթիվիկացված (քարացած) նստվածքային, մագմատիկ, մետամորֆիկ ապարների հետ: Այդ շրջանների համար ռելիեֆի ինտենսիվ էռոզիոն կտրտվածության դեպքում (լեռնածալքավոր մարզեր) բնորոշ են գրունտային ջրերի տեղադրման առավելագույն (մինչև 200-250 մ, հնարավոր է ավելի) խորություններ [4]:

Գրունտային ջրերի խորությունն ըստ տարածման (մակերեսի) բնութագրելու համար կազմում են *իզոբաթերի* քարտեզներ: *Իզոբաթերը* գրունտային ջրերի միևնույն խորության վրա գտնվող կետերի միացման գծերն են: Իզոբաթերի քարտեզի կազմումը կատարվում է հիդրոիզոգծերի քարտեզների կազմման անալոգիայով: Երբեմն, առավել ցայտուն արտահայտման համար հիդրոիզոգծերի, իզոբաթերի և ջրամերժ շերտի առաստաղի իզոգծերի քարտեզները անցկացնում են նույն տոպոգրաֆիական հիմքի վրա համատեղ: Գրունտային ջրերի օգտագործման բոլոր քարտեզները, լայնորեն կիրառվում են բազմաթիվ ժողովրդատնտեսական խնդիրներ լուծելու համար:

Հարկ է նշել, որ առանձին շրջաններում կարող է գրունտային ջրեր չլինեն: Դա կարող է լինել այնտեղ, որտեղ երկրի մակերևույթից սկսած տեղադրված են անջրաթափանց ապարներ, ինչպես նաև չորային այն շրջաններում, որտեղ գրունտային ջրերի սնումը նշանակալի փոքր է գոլորշիացումից և դրանց ստորերկրյա արտահոսքից: Այդ պայմաններում կայուն, համատարած տարածում ունեցող ջրատար հորիզոն չի ստեղծվում, սակայն հնարավոր է վերնաջրերի առաջացում [25]:

### 11.3.3. ՄՆՄԱՆ ԵՎ ԲԵՌՆԱԹԱՓՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ

Բնության մեջ գրունտային ջրերը կարող են գոյություն ունենալ միայն դրանց սնման աղբյուրների առկայության դեպքում:

Ընդհանուր առմամբ գրունտային ջրերի սնումը իրականացվում է հաճախ իրար հետ սերտ կապի մեջ գտնվող հետևյալ ջրաղբյուրների հաշվին՝ 1) մթնոլորտային տեղումների ինֆիլտրացիա, 2) կոնդենսացիա, 3) մակերևութային ջրերի ներծծում, 4) ճնշումային ջրերի ներհոսք, 5) գրունտային ջրերի արհեստական սնում:

Գրունտային ջրերի սնման հիմնական ձևը մթնոլորտային տեղումների (անձրև, հալվող ձյուն, ցող և այլն) ներծծումն է՝ *ինֆիլտրացիան*:

*Ինֆիլտրացիայի* մեծությունը սովորաբար արտահայտվում է ջրի շերտի հաստությամբ՝ արտահայտված միլիմետրերով, որը հասնում է գրունտային ջրերի մակարդակին որոշակի ժամանակահատվածում (մմ/օր, մմ/ամիս, մմ/տարի): Անհրաժեշտության դեպքում այն կարելի է արտահայտել ջրի ծախսով, որը որոշակի ժամանակահատվածում հասնում է գրունտային ջրատար հորիզոնի միավոր մակերեսին, օրինակ՝ ինֆիլտրացիայի սնման մոդուլով ( $1/վxկմ^2$ ):

Գրունտային ջրերի սնման ինֆիլտրացիոն մեծությունը, ընդհանուր առմամբ, որոշվում է երկրի մակերևութի խոնավացման ինտենսիվությամբ, աէրացիոն զոնայի ապարների կազմով և կառուցվածքով, ջերմային ռեժիմով և ապարների խոնավությամբ՝ բուսածածկույթի տեսակից կախված և այլն:

Հարկ է նշել, որ ջրի այն ծավալը, որն անցնում է հողի մակերևութից հողային շերտ և այնուհետև աէրացիոն զոնայի ապարներ, այս կամ այն չափով գերազանցում է գրունտային ջրատար հորիզոնի ջրերի մակարդակին հասնող ինֆիլտրացիոն սնումը: Ջրի մի մասը ծախսվում է ներգրունտային գոլորշիացման, բույսերի արմատական համակարգի հագեցման և տրանսպիրացիայի, ինչպես նաև մազանոթային և թույլ կապակցված ջրերի ձևավորման վրա (երբ աէրացիայի զոնայի ապարների խոնավությունը ցածր է ամենափոքր խոնավատարողունակությունից):

Ինֆիլտրացիան կախված է տեղումների բնույթից և ինտենսիվությունից, ինչպես նաև աէրացիայի զոնայի հողի և ապարների ջրափանցելիությունից: Գրունտային ջրերի սնման համար առավել կարևոր

նշանակություն ունեն ինտենսիվ երկարաժամկետ համատարափ անձրևները, որոնք թափվում են օդի բարձր հարաբերական խոնավության (100%) ժամանակ: Տեղումները, որոնք թափվում են ձմռան շրջանում, կարող են գրունտային ջրերի սնման աղբյուր հանդիսանալ գերազանցապես գարնանը, ձմռան շրջանում սառած ապարների հալեցման և կարծր (պինդ) տեղումները հեղուկ-կաթիլային վիճակի անցնելուց հետո: Հալոցքի և հողային շերտի դրական ջերմաստիճանի դեպքում ձմռան ամիսներին նույնպես հնարավոր է տեղումների ինֆիլտրացիա:

Տափաստանային շրջաններում, որտեղ ձյան շերտի հաստությունը չնչին է, իսկ ձմռան ուժեղ քամիները մեծ քանակությամբ ձյունը տանում են ձորակները և գետահովիտները, հետևապես այդ տարածքներում ձմեռային պինդ տեղումների չնչին մասն է, որ գարնան ամիսներին հալվելով հասցնում է ներծծվել հողագրունտային շերտեր, այն էլ՝ ոչ մեծ խորությունների վրա: Գարնան շրջանում տափաստաններում գրունտային ջրերի առավել ինտենսիվ սնում տեղի է ունենում ցարձրադիր տեղամասերում: Բնական է, որ տափաստանային սնման տեղամասերում գարնանը գրունտային ջրերի մակարդակը նշանակալի բարձրանում է, իսկ ստորերկրյա ջրերը՝ քաղցրանում: Հաճախ այդ ջրերը, որոնք տեղադրված են երկրի մակերևույթից մի քանի մետր խորության վրա և համարվում են քաղցրահամ, ջրհորերի օգնությամբ օգտագործվում են խմելու համար, որպես քաղցրահամ ջրերի միակ աղբյուր: Մակայն դրանք թույլ ջրառատ են (քիչ է ծախսը):

Լեռնային շրջաններում գրունտային ջրերի սնմանը, բացի անձրևային և պինդ տեղումներից, կարող են մասնակցել եղյամը և ցողը (շաղը):

Անապատային շրջաններում կարող է տեղի ունենալ նաև գրունտային ջրերի կոնդենսացիոն սնում, այսինքն՝ սնում ի հաշիվ ապարներում օդի ջրային գոլորշիների խտացման:

*Գրունտային ջրերի կոնդենսացիոն սնման* հիմնական ծավալը ձևավորվում է ամռան (տաք) շրջանում, երբ օդի ջերմաստիճանի օրական նշանակալից անկումները և աէրացիոն զոնային կտրվածքում (հաշված երկրի մակերևույթից) ջերմաստիճանի տարածումը նպաստում են ջրային գոլորշու մոլեկուլների վարընթաց շարժմանը ջերմաստիճանային գրադիենտի ազդեցության տակ: Այդ գործընթացը առավել ինտենսիվ է ընթանում, երբ ծակոտիների (ճեղքերի) կառուցվածքը և

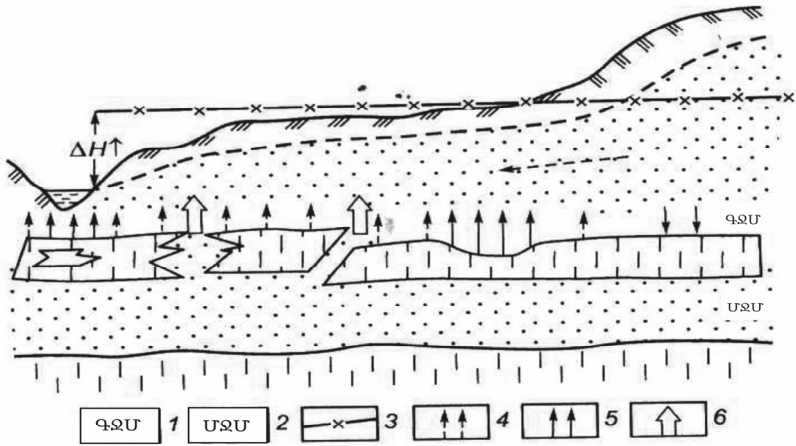
ստրուկտուրան նպաստավոր պայմաններ են ստեղծում խոնավ գոլոր-  
շիների համեմատաբար ազատ ներթափանցմանը երկրի մակերևույթից  
աէրացիոն զոնայի ապարների մեջ (կարստի, ապարների ճեղքավոր-  
ման և այլ մակերևութային դրսևորումներ): Փորձնական արդյունքների  
գնահատումը, որոնք կատարվում են տարբեր բնական պայմաններ ու-  
նեցող շրջաններում, ցույց են տվել, որ գրունտային ջրերի կոնդենսա-  
ցիոն սնման մեծությունը փոփոխվում է 5.0-ից մինչև 80մմ/տարի (0.15-  
2.5լ/վxկմ<sup>2</sup>) սահմաններում:

*Գրունտային ջրերի սնումը ներքև տեղադրված ջրապար հորիզոն-  
ներից* վերընթաց ֆիլտրացիայի հաշվին հնարավոր է այն տեղամասե-  
րում, որտեղ ճնշումային ջրերի պիեզոմետրիկ մակերևույթը բարձր է  
կանգնում գրունտային ջրատար հորիզոնի մակարդակից: Տեղամասի  
սահմաններում ( $F$ ) ճնշումների տարբերության հաստատուն մեծու-  
թյունների ( $\Delta H$ ) դեպքում վերընթաց ֆիլտրացիայի բնույթը և մեծությու-  
նը դեպի գրունտային ջրատար հորիզոն հիմնականում կախված է բա-  
ժանարար թույլ ջրաթափանց շերտի ֆիլտրացիայի գործակցից ( $k_0$ ) և  
հաստությունից ( $m_0$ ) (նկ. 32):

Վերընթաց ֆիլտրացիայի մոտավոր մեծությունը ( $Q$  մ<sup>3</sup>/օր) կարելի  
է որոշել հետևյալ բանաձևով.

$$Q = k_0 \frac{\Delta H}{m_0} : \quad (90')$$

Առավել բարենպաստ պայմաններ են ստեղծվում ճնշումային ջրե-  
րից գրունտային ջրերի սնման, այն տեղամասերում, որտեղ գործում է  
բաց հիդրավիկական կապը նշված ջրատար հորիզոնների միջև: Այդ-  
պիսի տեղամասերը կապված են ջրամերժ շերտի ապարների ֆացիալ  
փոփոխության զոնաների, խորքային էրոզիոն ողողվածքների, տեկտո-  
նական խախատումների զոնաների և այլնի հետ և պայմանականորեն  
կոչվում են «ջրաերկրաբանական պատուհաններ», որոնց միջոցով ի-  
րականացվում է երկու սահմանակից ջրատար հորիզոնների միջև բաց  
հիդրավիկական կապը (նկ. 32):



**Նկ. 32** Գրունտային և արտեզյան ջրերի հիդրավիկական կապի սխեմա

*I- գրունտային ջրերի տեղադիրքը ջրամերժի ողողվածքի տեղամասում, երբ գրունտային ջրերը սնվում են արտեզյան ջրերով, II- նույնը, սակայն գրունտային ջրերի ներհոսքը արտեզյան ավազան, 1- ջրատար սպարներ, 2- ջրամերժ սպարներ*

Մակերևութային ջրերի ներծծումը (կլանումը) ձևավորվում է այն տեղամասերում, որտեղ մակերևութային ջրավազաններում (ճահիճ, լիճ, ջրամբար) և ջրհոսքերում (գետ, վտակ, ջրանցք և այլն) ջրի մակարդակը գտնվում է ավելի բարձր հիպսոմետրիկ միջերի վրա, քան ստորերկրյա առաջին ջրատար հորիզոնի ջրերի մակարդակն է:

Այդպիսի պայմաններն առավել բնորոշ են միջգետային տարածության կենտրոնական բարձր մասերի, նախալեռնային հարթավայրերի, լեռնային ռելիեֆի բարձրացված տեղամասերի, կարստերի տարածման շրջանների համար և այլն: Ջրի մակարդակների տարբերությունը պայմանավորում է ճնշման գրադիենտի առկայությունը՝ հնարավորություն ստեղծելով ջրավազանների հատակով վարընթաց ֆիլտրացիա դեպի գրունտային ջրատար հորիզոն:

*Գրունտային ջրերի արհեստական սնումը:* Կապված տնտեսության գործունեության ինտենսիվ զարգացման հետ՝ տեղի է ունենում բնական պայմաններում գրունտային ջրերի սնման տարածքների անընդհատ նվազում: Խոպան հողերի վարը, անտառների հատումը, գյուղատնտեսական մեխորացիան, ջրատեխնիկական կառույցները և



մարդու տնտեսական գործունեության այլ ձևերը ընդարձակ տարածքների վրա բերում են գրունտային ջրերի բնական սնման այս կամ այն փոփոխությունների: Գրունտային ջրերի սնման պայմանների վրա հատկապես ուժեղ ազդեցություն են գործում տնտեսական գործունեության այն ձևերը, որոնց հետ կապված են ջրային ռեժիմի կտրուկ փոփոխությունները և երկրի մակերևութի խոնավացման ինտենսիվությունը (ոռոգում, արոտավայրերի ջրաբերացում, արհեստական լճակների և ջրամբարների ստեղծում և այլն): Ընդհանրապես կարելի է ասել, որ երկրագնդի վրա՝ տնտեսապես զարգացած երկրներում, ներկա ժամանակներում, գործնականում բացակայում են այս կամ այն չափով խոշոր ռեզիդենտներ, որոնցում պահպանված լինեն գրունտային ջրերի սնման ձևավորման բացարձակապես բնական (չխախտված) պայմաններ: Դիտարկելով գրունտային ջրերի սնման ձևավորման բնական պայմանների տարբեր ձևերը և դրանց փոփոխությունների աստիճանը՝ ավելի ճիշտ կլինի դրանք անվանել բնական-անտրոպոգենային պայմաններ, այսինքն՝ բնական պայմաններ, որոնք այս կամ այն չափով փոփոխվել են անտրոպոգեն ներգործություններով:

Ընդ որում, որպես գրունտային ջրերի իրական *արհեստական սնում* պետք է դիտարկել այն սնումը, որը ձևավորվում է ինժեներատրնտեսական միջոցառումների հետ կապված, որոնց անմիջական նպատակը գրունտային ջրերի պաշարի ավելացումն է: Այդ տիպի հիմնական միջոցառումներ են՝ ինֆիլտրացիոն ավազանների, կլանող հորատանցքերի և այլնի ստեղծումը:

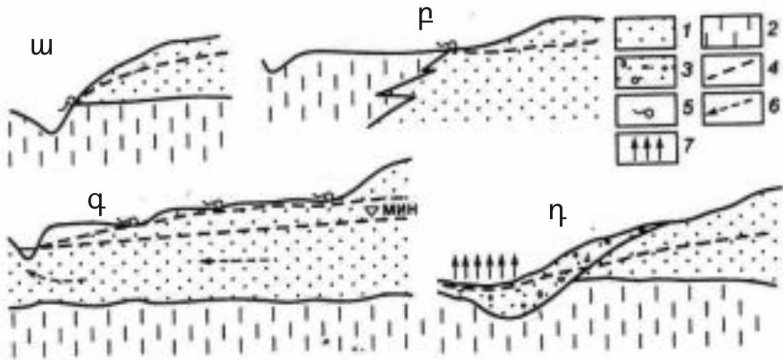
*Գրունտային ջրերի բեռնաթափումը (դրենաճում)* իրականացվում է աղբյուրների (բնաղբյուրների), գետահուններում կամ ջրավազանների հատակներում ֆիլտրացման ձևով, երբ հիդրավիկական կապ կա գրունտային և մակերևութային ջրերի միջև, գոլորշիացման, ինչպես նաև մեկ ջրատար հորիզոնից մեկ այլ ջրատար հորիզոն ներհոսման արհեստական և ճանապարհով:

*Աղբյուր (սկունք)* կոչվում է ստորերկրյա ջրերի (այդ թվում գրունտային) բնական ելքը երկրի մակերևույթ: Աղբյուր առաջացումը՝ որպես գրունտային ջրերի բեռնաթափման ձև, գերազանցապես որոշվում է երկու պատճառով՝ ռելիեֆի էրոզիոն կտրտվածությամբ, որը պայմանավորում է գրունտային ջրատար հորիզոնի բացումը և ջրատար ապարների ֆիլտրացիոն անհամասեռությամբ, որը պայմանավորում է կտրվածքի

անհամասեռ ջրակալումով, բարձր ջրաթափանցելի տեղամասերի, ինտենսիվ ճեղքավորված և կարստավորված զոնաների, թույլ ջրաթափանց ծածկոցների առկայությամբ և այլն:

Որպես կանոն, իսկական աղբյուրներ են կոչվում ստորերկրյա ջրերի կենտրոնացված միայնակ ելքերը, սակայն այդպիսի բեռնաթափում տեղի է ունենում նաև փոքրածախս ապակենտրոնացված՝ գծային կամ շերտային ելքերի տեսքով, որոնք ունեն որոշակի երկարություն (տարածականություն) խմբային ելքեր (մի շարք իրար մոտիկ տեղակայված աղբյուրներ) և այլն:

Ըստ բնույթի և երկրի մակերևույթ իսկական գրունտային ջրերի ելքերի՝ աղբյուրները ստորաբաժանվում են՝ կոնտակտային, էրոզիոն, էկրանացված (ծածկոցային), սուբֆլյուվիալային, սուբակվալային (ստորջրյա) (նկ. 33):



**Նկ. 33** **Գրունտային ջրերի բնական ելքերի (աղբյուրների) ձևավորման հիմնական սխեմաները**

*ա- կոնտակտային, բ-դեպրեսիոն, գ-էկրանային, դ-սուբֆլյուվիալային, 1- ջրաթափանց (ջրադար) ապարներ, 2- թույլ ջրաթափանց ապարներ, 3- փոխիք լանջային առաջացումներ, 4- ջրունության մակարդակը, 5- աղբյուր, 6- գրունտային ջրերի շարժման ուղղությունը, 7- գրունտային ջրերի բեռնաթափումը գոյորշիացումով*

Գրունտային ջրերի *կոնտակտային* ելքերը (աղբյուրները)առաջանում են այն դեպքում, երբ էրոզիոն խզվածքները բացում են ջրատար (գրունտային հորիզոնի) ապարների կոնտակտը ներքև տեղադրված թույլ ջրաթափանց ապարների հետ:

Ջրատար և թույլ ջրաթափանց ապարների շերտադարսությունը էրոզիոն խզվածքներով բացման դեպքում կոնտակտային բեռնաթափումը կարող է ի հայտ գալ ստորերկրյա ջրերի ելքերի հարկային դասավորության ձևով՝ տեղադրված մի քանի ջրատար հորիզոնների և ջրամերժ ապարների կոնտակտներում: Կոնտակտային աղբյուրները, ըստ ելքի պայմանների, միշտ վարընթաց են: Որպես կանոն, դրանք տալիս են հուսալի տեղեկատվություն ջրատար հորիզոնի տարածման սահմանների, դրա ջրատարության, ստորերկրյա ջրերի հանքայնացման և ջերմաստիճանի մասին և այլն (նկ. 33ա):

*Էրոզային (ավելի ճիշդ իջութային, դեպրեսիոն)* աղբյուրները առաջանում են, երբ էրոզիոն խզվածքները բացում են գրունտային ջրերի մակերևույթը՝ չկտրելով մինչև ջրամերժի վրա նստած ամբողջ ջրատար հորիզոնը: Նմանատիպ ելքերի ձևավորումը բնորոշ է գետերի և լճերի ցածրադիր դարավանդների, ճահճակալած իջեցումների համար, ինչպես նաև գրունտային ջրերի մակարդակների ոչ խորը տեղադրված տեղամասերում փոքր էրոզիոն խրվածքների (ձորակ, հեղեղատ և այլն) համար (նկ. 33բ): Այս տիպի աղբյուրները մեծ մասամբ ունեն սեզոնային բնույթ, քանի որ գրունտային ջրերի մակարդակի ցածր տեղադիրքի դեպքում փոքր (ոչ մեծ) էրոզիոն խրվածքները չեն հասնում ջրատար հորիզոնի մակերևույթին: Ընդհանուր առմամբ գրունտային ջրերի իջութային ելքերը դրենացնում են ջրատար հորիզոնի վերին մասը, իսկ հիմնական բեռնաթափումը կատարվում է հոսքի շարժման ուղղությամբ առավել խորը էրոզիոն խզվածքներում:

Գրունտային ջրերի *ծածկոցային ելքերը (աղբյուրները)* ձևավորվում են այնպիսի պայմաններում, երբ գրունտային ջրերի հոսքը (հոսքի շարժման ուղղությամբ) հասնում է թույլ ջրաթափանց ապարների տարածման սահմաններին (Էկրանին): Բեռնաթափման նման պայմանները բնորոշ են սողանքային լանջերին, ինչպես նաև ջրատար ապարների ֆացիալ էկրանացված տեղամասերին (նկ. 33գ):

Թույլ ջրաթափանց էկրանի առկայությունը բերում է գրունտային ջրերի մակարդակի տեղական բարձրացմանը և առավել բարձր նիշերի վրա որոշակի ձևով «վերընթաց» (դիմհարված) գրունտային ջրերի բեռնաթափման ձևավորմանը:

*Սուբֆյունիալային*. Ա. Մ. Օվչիննիկովը անվանում է գրունտային ջրերի այնպիսի ելքերին, որոնք ծածկված են լանջային փուխր

նստվածքներով, և առաջանում են մեծապես կոնտակտային ձևի բեռնաթափման դեպքում (նկ. 33դ): Լանջային փուխը առաջացումների առկայությունը բերում է նրան, որ ջրատար և ջրամերժ ապարների կոնտակտներում բեռնաթափվող գրունտային ջրերը չեն առաջացնում առանձին ելքեր (աղբյուր), այլ ֆիլտրացվում են փուխը առաջացումների մեջ, առավել ցածր նիշերում բեռնաթափվում աղբյուրների կամ գոլորշիացման և տրանսպիրացիայի ձևով:

*Սուբսկվալային* կոչվում են ստորերկրյա ջրերի (խմբային ելքեր, շերտային բեռնաթափում և այլն) ելքերը, որոնք ձևավորվում են մակերևութային ջրերի մակարդակներից ներքև գետահուններում կամ ջրավազանների հատակում:

Աղբյուրների ծախսը ( $l/v$ ,  $m^3/v$  և այլն), կախված ջրապարունակ ապարների կազմից և ջրաթափանցելիությունից, ինչպես նաև ջրատար հորիզոնի բացման պայմանների բնույթից, տատանվում են մեծ սահմաններում (տես. գլ. XV 15.5):

*Գոլորշիացումը* հանդիսանում է գրունտային ջրերի բեռնաթափման հիմնական ձևերից մեկը այն տեղամասերում, որտեղ դրանք տեղադրված են ոչ խորը:

Գրունտային ջրերի բեռնաթափումը ներքև տեղադրված հորիզոններ հնարավոր է այն տեղամասերում, որտեղ գրունտային ջրատար հորիզոնի ջրերի մակերևույթը տեղադրված է ավելի բարձր հիպսոմետրիկ նիշերի վրա, քան առավել խորը տեղադրված ստորերկրյա ջրերի պիեզոմետրիկ մակարդակը: Գրունտային ջրերի միջշերտային վարընթաց ֆիլտրացիայի ձևավորման պայմանները, դրանց մեծության այլ պարամետրի բաշխումը համանման է վերը դիտարկվածին (տես նկ. 32 հակառակ նշանով):

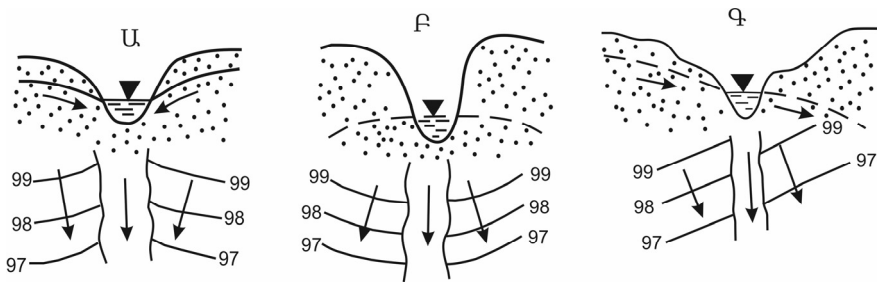
Գրունտային ջրերի *արհեստական բեռնաթափումը* ձևավորվում է այն տեղամասերում, որտեղ գրունտային ջրատար հորիզոնի մակարդակը բացվում է երկրի մակերևույթին ստեղծած լեռնային փորվածքների կամ ցանկացած տեխնածին միջոցներով (հանքափող, բովանցք, փոտորակ և այլն): Բեռնաթափման յուրահատուկ տեղամասեր են հանդիսանում դրենաժային (ցամաքուրդային) կառույցները, որոնք ստեղծվում են հատուկ գրունտային ջրերի մակարդակների իջեցման համար և ջրհան (ջրառու) կառույցները, որոնց օգնությամբ իրականացվում է գրունտային ջրերի շահագործումը (ջրհանումը):

### 11.3.4. ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ԿԱՊԸ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՀԵՏ

Գրունտային ջրերը սովորաբար հիդրավիկական կապի մեջ են մակերևութային հոսքերի և ջրավազանների հետ (գետեր, լճեր, ջրամբարներ, արհեստական լճակներ և այլն): Գետահովիտները կարող են լցված լինել այլովիալ կամ որոշ շրջաններում ֆլյուվիոգլացիալ նստվածքներով՝ ներկայացված ավազներով և ավելի խոշոր ավազա-գլաքարային նյութերով: Այդ նստվածքներում հաճախ պարունակվում են առատ և բարձր որակի գրունտային ջրեր:

Գրունտային և գետային ջրերի միջև կապը, կախված ռելիեֆային, երկրաբանաձևաբանական և կլիմայական պայմաններից, կարող են արտահայտվել տարբեր ձևերով, որոնցից հիմնականներն են՝ 1) գետը դրենացնում է գրունտային ջրերը, 2) գետը սնվում է գրունտային ջրերից, 3) գետը մեկ ափով սնում է գրունտային ջրերը, իսկ մյուս ափով դրենացնում այն (նկ. 34):

Խորը խրված (մխրճված) գետահովիտները ծառայում են գրունտային ջրերի ընդունիչներ՝ դրենացնելով մերձակա (նկ. 34ա) տարածքները: Ոչ մեծ խրվածքների դեպքում, որը բնորոշ է գետերի ստորին հոսանքներին, հասկապես գետաբերանային մասերին, գետերը սնում են գրունտային ջրերը (նկ. 34բ): Խոնավ և մեղմ կլիմա ունեցող շրջաններում, գետահովիտները, որպես կանոն, դրենացնում են գրունտային ջրերը, այսինքն՝ գրունտային ջրերի մակերևույթը (դեպրեսիոն կորը) ունի թեքություն դեպի գետը և գետային ջրերը սնվում են գրունտային ջրերից:



**Նկ. 34 Գրունտային և մակերևութային ջրերի կապի սխեմա**

*Ա-գետը դրենացնում է գրունտային ջրերը, Բ-գետը սնում է գրունտային ջրերը, Գ- գետը սնում և դրենացնում է գրունտային ջրերը*

Չորային կլիմա ունեցող շրջաններում հաճախ գրունտային ջրերի մակերևույթը ցածր է գետի ջրի մակարդակից: Այստեղ գետի ջրերը նույնպես ծախսվում են գրունտային ջրերի սնման վրա (նկ. 34բ):

Բնության մեջ դիտվում են գրունտային և գետային ջրերի փոխկապակցվածության առավել բարդ ձևեր: Օրինակ՝ լեռնային շրջաններում գետահովտի մեկ լանջով գետահուն կարող են մուտք գործել գրունտային ջրերը, միաժամանակ գետի հակառակ ափը սնում են գրունտային ջրերը (նկ. 34գ):

Մակերևութային ջրերի հետ կապված լինելու հետևանքով մերձափնյա զոնաներում գրունտային ջրերի մակարդակը տարվա ընթացքում ենթարկվում է փոփոխության: Օրինակ՝ գետում ջրի մակարդակի բարձր տեղադիրքի ժամանակ, որը տեղի է ունենում գետի հորդացման կամ վարարումների շրջանում, մերձակա տարածքներում տեղի է ունենում գրունտային ջրերի մակարդակների բարձրացում: Դիմհարման (դեպրեսիոն) կորը տարածվում է գետահունից մի քանի հարյուր մետր, երբեմն՝ կիլոմետր հեռավորությունների վրա: Հորդացման անկումից հետո ժամանակի ընթացքում գրունտային ջրի մակարդակը վերականգնվում է և ընդունում սկզբնական դիրքը (մինչև հորդացումը):

Գետերի վրա ջրամբարների կառուցման ժամանակ գրունտային ջրերի դիմհարվածությունը կրում է համեմատաբար կայուն բնույթ: Ընդ որում, ջրամբարի լցման առաջին շրջանի ժամանակ և լրիվ լցումից հետո որոշ ժամանակ անց տեղի է ունենում ջրի շարժում ջրամբարից դեպի ափերը և գրունտային ջրերի մակարդակը մշտապես փոխում է իր տեղադիրքը: Գրունտային ջրերի դեպրեսիոն մակերևույթի նոր տեղադիրքի ձևավորումը մեծ գետերի դիմհարման զոնաներում ընթանում է մի քանի ամիս, իսկ երբեմն այն ձգվում է 2-3 տարի:

Առանձին տեղամասերում գրունտային ջրերի դիմհարման դեպքում դրանց մակարդակը կարող է գտնվել ոչ մեծ խորությունների վրա և նույնիսկ որոշ տեղերում առաջացնել մակերևույթի ճահճակալում: Եթե այն տեղի է ունենում խոշոր բնակավայրերի՝ քաղաքների կամ արդյունաբերական ձեռնարկությունների տարածքներում, հարկ է լինում գրունտային ջրերի մակարդակը իջեցնել արհեստական ճանապարհով:

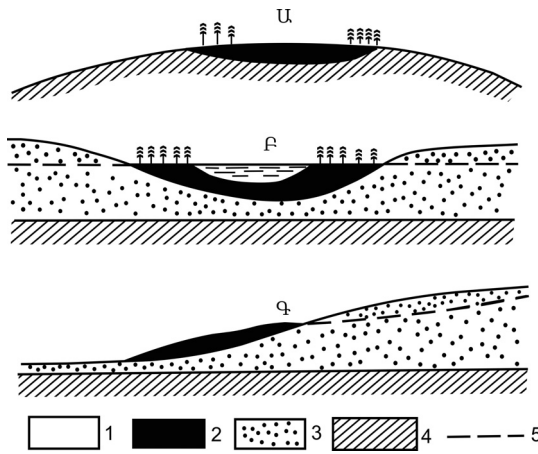
*Ճահիճ* է կոչվում գերխոնավ կամ ջրի համատարած շերտով ծածկված (տարվա զգալի ժամանակահատվածում) այն տեղամասը, որտեղ աճում է յուրատեսակ ճահճային բուսականություն և տեղի են ունենում

տորֆառաջացման գործընթացներ: Ճահիճները տարածված են բոլոր կլիմայական գոտիներում, դրանց առաջացումը պայմանավորված է ֆիզիկաաշխարհագրական (առատ տեղումներ, աննշան գոլորշիացում, դժվարեցված հոսք, գոգավոր ռելիեֆ), ջրաերկրաբանական (ստորերկրյա ջրերի բեռնաթափում) և այլ գործոններով:

Երբեմն գրունտային ջրերը հիդրավիկ կապի մեջ են ճահճային ջրերի հետ: Ճահճային ջրերի հետ կապի մեջ կարող են լինել նաև վերնաջրերը:

Կախված ջրային սնման պայմաններից, տեղադիրքից և դրանցում աճող բուսականության տեսակներից՝ բոլոր ճահիճները բաժանվում են երեք տիպի՝ բարձրադիր, ցածրադիր և անցումային (նկ. 35) [19]:

*Բարձրադիր (օլիգոտրոֆ)* ճահիճներն սովորաբար առաջանում են ջրբաժանային տարածքներում (միջգետային սարահարթերում) (նկ. 35ա): Գրանք հիմնականում սնվում են մթնոլորտային տեղումներից, սակայն որոշ բնական պայմաններում կարող են լրացուցիչ սնում ստանալ նաև գրունտային ջրերից: Տարվա չոր ժամանակահատվածում ճահիճների ջրի մակարդակի իջեցման արդյունքում տեղի են ունենում նաև մերձճահճային տարածքներում գրունտային ջրերի մակարդակի իջեցումներ, որոնք իրենց հերթին առաջ են բերում գրունտային ջրերի կոդային արտահոսք:



**Նկ. 35 Ճահիճների տիպերն ըստ դրանց տեղադրման և սնման պայմանների**  
*Ա-բարձրադիր, Բ-ցածրադիր, Գ-անցումային, 1- ջուր, 2- փորֆ, 3- ավազ ջրապար, 4- կավ, 5- գրունտային ջրերի մակարդակը*

Բարձրադիր ճահիճներն ունեն ուռուցիկ տեսք: Ճահճային ջրերում դրանց միներալային աղերով աղքատ լինելու պատճառով զարգանում է օլիգոտրոֆ բուսականություն, որի տարրալուծման գործընթացների արդյունքում ձևավորվում են բարձրադիր տորֆեր:

*Ցածրադիր (էֆորոֆ)* ճահիճները ձևավորվում են ռելիեֆի ցածրադիր էլեմենտների՝ հովտամասի դարավանդների վրա (նկ. 35բ): Հաճախ առաջանում են լճերի և հնահումների բուսածածկման դեպքում: Ունեն հարթ կամ գոգավոր մակերևույթ: Սնման տիպերն են խառը, գրունտաճնշումային, գրունտային կամ լանջային (առավել տարածված են խառը և գրունտայինը): Ցածրադիր ճահիճները հաճախ խոնավանում են հիմնականում կոշտ հանքայնացված ջրերով: Դրանց առաջացումը տեղի է ունենում էֆտրոֆ և մեգոտրոֆ (եղեգներ, կեչի, լաստենի, ուռենի, մամուռներ և այլն) բուսականության ազդեցությամբ: Տորֆաշերտի հաստությունը սովորաբար կազմում է 0.8-1.5 մ, այն երբեմն հասնում է մինչև 10 մ-ի:

*Անցումային (մեգոտրոֆ)* ճահիճները ձևավորվում են այնպիսի պայմաններում, երբ տորֆային հանքավայրի բնականոն զարգացման հետ կապված բարձրանում է տեղանքի մակերևույթը և բարձր է կանգնում ջրարբիացնող գրունտային ջրերի մակերևույթից, միաժամանակ վատանում է դրա միներալային սնումը (նկ. 35գ): Դրանք միջանկյալ տեղ են զբաղեցնում բարձրադիր և ցածրադիր ճահիճների միջև: Այդ ճահիճները սնվում են և՛ գրունտային, և՛ մթնոլորտային ջրերով: Ճահիճները լայն տարածում ունեն եվրոպական երկրներում, բավական է արձանագրել, որ միայն Բելոռուսիայում դրանք զբաղեցնում են 2.5մլն.հա մակերես (1984 թ.) և հիմնականում կենտրոնացված են «բելոռուսական անտառաստաններում» (полесье):

### **11.3.5. ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ԶՈՆԱԼԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Ինչպես վերը նշվել է, գրունտային ջրերի քանակը, որակը և տեղադրման խորությունը կախված են ոչ միայն որոշակի երկրաբանական գործոններից, այլ նաև ֆիզիկաաշխարհագրական, մասնավորապես կլիմայական պայմաններից:



Հայտնի է, որ երկրագնդի վրա կլիման, հողերը և բուսականությունը բևեռային գոտիներից դեպի մերձարևադարձային գոտի կրում են օրինաչափ փոփոխություններ:

Չունալական օրինաչափությունները՝ որպես բնական երևույթ, առաջինը հայտնաբերել է Վ. Վ. Գոկուչանը 1899 թ.: Նա հիմնավորել է, որ հողերը՝ որպես կլիմայի հողառաջացնող ապարների, բուսականության, կենդանի օրգանիզմների գործունեությունների համատեղ ազդեցության արդյունք, ունեն տարածման լայնական գոնալականություն: Այդ գաղափարները մեծ ազդեցություն գործեցին նաև գրունտային ջրերի գոնալականության պատկերացումների զարգացման վրա, այն է, գրունտային ջրերի տեղադրման խորության, հանքայնացման և քիմիական կազմի հաջորդական հերթափոխումը՝ կախված կլիմայի լայնական գոնաների, ինչպես նաև ռելիեֆի և երկրաբանական կառուցվածքի հերթափոխումից:

Գրունտային ջրերի գոնալականության ուսմունքը մշակվել են ջրաերկրաբաններ Ի. Վ. Գարնոնովի, Վ. Ս. Իլինի, Գ. Ն. Կամենսկու, Օ. Կ. Լանգեի և այլոց կողմից: Նրանց հետազոտություններով հաստատվել են գրունտային ջրերի տեղաբաշխման որոշակի օրինաչափություններ, որոնք նախկին ԽՍՀՄ տարածքի ասիական մասում ունեն հյուսիսից հարավ, իսկ եվրոպական մասում՝ հյուսիս-արևելքից հարավ-արևմուտք ընդհանուր ուղղվածություն:

Տարբեր հեղինակների կողմից առաջադրված գրունտային ջրերի գոնալական սխեմաների վրա կանգ չառնելով նշենք, որ Վ. Ս. Իլինը (1923) նախկին ԽՍՀՄ եվրոպական մասի համար անջատում էր գոնալական և ոչ գոնալական (ազոնալ) գրունտային ջրեր: Գրանցից առաջինին է վերագրվում տունդրայի, հյուսիսի բարձր ջրերի, ոչ խորը ձորակների, ձորակահեղեղատային, մերձսևծովյան հեղեղատների և մերձկասպիական հեղեղատների գոնաների ջրեր, երկրորդին դասվում է վերջնային մորենների մարզերի ջրեր, զանգվածային ապարների ճեղքային ջրեր, կարստային, ճահճային ջրեր, ֆլյուվիոգլացիալ նստվածքներ և աղուտների ջրեր:

Օ. Կ. Լանգեն (1947) նախկին ԽՍՀՄ տարածքում առանձնացնում է գոնալական գրունտային ջրերի երեք պրովինցիաներ. հավերժական սառցույթի պրովինցիա՝ տարեկան միջին բացասական ջերմաստիճանով, օդի բարձր խոնավության պրովինցիա՝ տարեկան միջին դրական

ջերմաստիճանով և ջերմաստիճանի ամպլիտուդայի օրական, սեզոնային և տարեկան ոչ մեծ տատանումներով, օդի բարձր չորության պրովինցիա՝ ջերմաստիճանի ամպլիտուդայի բարձր տատանումներով:

Ի. Գ. Գրոմովը (1948), ըստ քիմիական կազմի, առանձնացնում է՝ 1) հիդրոկարբոնատ-սիլիկահողային 2) հիդրոկարբոնատ-կալցիումային 3) սուլֆատ-քլորիդային 4) ցամաքային աղուտացման և 5) լեռնային շրջանների հիդրոկարբոնատ-կալցիումային գրունտային ջրերի զոնաներ: Գ. Ն. Կամենսկին (1948) առանձնացնում է գրունտային ջրերի երկու զոնա՝ տարրալուծման և ցամաքային աղուտացման:

*Տարրալուծման* զոնայի գրունտային ջրերի ձևավորումը տեղի է ունենում հավելյալային և փոփոխական խոնավության կլիմայական գոտիներում: Ոչ բավարար խոնավության գոտում դրանք կարող են առաջանալ երկրաբանա-լիթոլոգիական բավարար պայմաններում՝ ապարների բարձր ջրաթափանցելիություն և գրունտային ջրերի ինտենսիվ դրենացում: Այստեղ ստորերկրյա հոսքը գերակշռում է գոլորշիացմանը և գրունտային ջրերի քիմիական կազմը ձևավորվում է հողի և ապարների տարրալուծման գործընթացների ազդեցության տակ:

Այս զոնայում գրունտային ջրերի հանքայնացումը հյուսիսից հարավ ավելանում է: Հյուսիսում տարածված են հիդրոկարբոնատային ջրերը՝ սովորաբար 300մգ/լ-ը չգերազանցող ընդհանուր հանքայնացումով: Գեայի հարավ տեղակայված են հիդրոկարբոնատ-կալցիումային տիպի և 300-500մգ/լ հանքայնացումով գրունտային ջրերը, ավելի հարավ տեղակայված են բարձր հանքայնացումով սուլֆատային և սուլֆատ-քլորիդային տիպի ու 1000մգ/լ-ից ավելի հանքայնացման գրունտային ջրերը:

*Ցամաքային աղուտացման* զոնան բնութագրվում է մթնոլորտային տեղումների քիչ քանակությամբ, ինտենսիվ գոլորշիացումով և բնական դրենացման համարյա լրիվ բացակայությամբ: Ցամաքային աղուտացման զոնայի գրունտային ջրերի ձևավորումը տեղի է ունենում ոչ բավարար խոնավության կլիմայական գոտում, որտեղ աննշան են մթնոլորտային տեղումները, ինտենսիվ է գոլորշիացումը և համարյա լրիվությամբ բացակայում է բնական դրենացումը: Գրունտային ջրերի ոչ խորը տեղադրման դեպքում դրանց ինտենսիվ գոլորշիացման հետևանքով տեղի է ունենում աղակուտակում երկրի մակերևույթին, հողերում և աերացիայի զոնայի վերին շերտի ապարներում: Գարնանային ձնհալները

և ամառ-աշնան անձրևները մասամբ լուծում են կուտակված աղերը և աերացիայի ապարների միջոցով տեղափոխում մինչև գրունտային ջրերը բարձրացնելով վերջիններիս հանքայնացումը: Գրունտային ջրերի հանքայնացման մեծացմանը նպաստում է նաև բույսերի տրանսպիրացիոն գործունեությունը: Գրունտային ջրերը, ըստ հանքայնացման աստիճանի, փոփոխվում են թույլ աղայնությունից մինչև աղայինի և երբեմն՝ աղաջրերի: Դրանց քիմիական կազմը սուլֆատային, սուլֆատ-քլորիդային և քլորիդային է: Առանձին տեղամասերում, որտեղ կան ինֆիլտրացիայի և ստորերկրյա հոսքի բարենպաստ պայմաններ, հանդիպում են քաղցրահամ հիդրոկարբոնատ-կալցիումային ջրեր՝ ոսպնյակաձև տեղադրումներով:

Գրունտային ջրերը բացի կլիմայական զոնալականությունից, ենթարկվում են ջրադինամիկ և սնման զոնալականություններին:

*Ջրադինամիկ զոնալականությունը* կամ ստորերկրյա արտահոսքի զոնալականությունը, ըստ Դ. Մ. Կացի [17], ի հայտ է գալիս գրունտային ջրերի տեղադրման խորության աստիճանական բարձրացումով և իջեցումով՝ տարածքի բնական դրենացման վատացմանը զուգընթաց: Բնական դրենացման ցուցանիշ է հանդիսանում ուսումնասիրվող շրջանից գրունտային ջրերի պոտենցիալ արտահոսքը՝ արտահայտված ջրի շերտի հաստությամբ մեկ հեկտարի վրա (մմ/հա) կամ ջրի ծավալով ( $\text{մ}^3/\text{հա}$ ), որը արտահոսում է մեկ տարում կամ ավելի կարճ ժամանակահատվածում: Ինչքան մեծ է ստորերկրյա հոսքը, այնքան լավ է տարածքի բնական դրենացումը: Բնական դրենացումը ըստ Դարսիի, որոշվում է ստորերկրյա արտահոսքի ծախսի, հաշվարկումով (տես գլ. IX) կամ որոշվում է այլ մեթոդներով:

Կախված ստորերկրյա արտահոսքից՝ Դ. Մ. Կացը առանձնացնում է բնական դրենացման հինգ զոնա, որոնց անվանում են ջրադինամիկ [16].

1. ինտենսիվ դրենացվող – 500-700 մմ/տարի 1հա-ից
2. դրենացվող – 300-500 մմ/տարի
3. թույլ դրենացվող – 150-300 մմ/տարի
4. չափազանց թույլ դրենացվող – 50-150 մմ/տարի
5. գործնականում անհոսք - փոքր 50 մմ/տարի:

Չորային մարզերում ջրադինամիկ զոնալականությունը առավել կտրուկ ի հայտ է գալիս գրունտային ջրերի քիմիական կազմի մեջ:

Գրունտային ջրերի հանքայնացումը առաջինից հինգերորդ զոնա մեծանում է կապված գրունտային ջրերի ստորերկրյա արտահոսքի և դրանց գոլորշիացման ու տրանսպիրացիայի ծախսի հարաբերակցության փոփոխությունից:

Առաջին երկու զոնաներում ստորերկրյա արտահոսքի գերակայությունը (այստեղ գրունտային ջրերը կամ տեղադրված են խորը, կամ շարժվում են նշանակալի արագությամբ) խոչընդոտում է ջրի գոլորշիացումը և աղերի կուտակումը: Աղերը, որոնք տարրալուծվում են աերացիայի զոնայից և ջրատար ապարներից տարվում են գրունտային ջրերի հոսքով և կուտակվում են այն զոնաներում, որտեղ դանդաղում է գրունտային ջրերի շարժումը: Գրա համար էլ դրանց մակարդակը մոտենում է երկրի մակերևույթին և գոլորշիացումը սկսում է գերակայել արտահոսքին: Այդպիսի թույլ դրենացվող զոնաներում տեղի է ունենում գրունտային ջրերի շոգեհարում և դրանց հանքայնացման բարձրացում: Գրանք հողագրունտներում և գրունտային ջրերում աղակալման զոնաներ են: Առավել բարձր հանքայնացմամբ են բնութագրվում անապատային գրունտային ջրերը:

Չոնաների հաջորդական հերթափոխումը ցայտուն արտահայտվում է նախալեռնային մարզերում, որտեղ լեռնային կառուցվածքներից դեպի ցածրադիր հարթավայրեր հեռացմանը զուգընթաց դիտվում է դրենացման մշտապես վատացում:

Հարկ է նշել, որ գրունտային ջրերի ջրադինամիկ զոնաները, որոնք բնորոշվում են տարածքի ռելիեֆով և երկրաբանական կառուցվածքով, սերտորեն կապված են այդ տարածքի երկրաստորկտուրային պայմանների հետ: Ինտենսիվ դրենացվող զոնաները յուրահատուկ են լեռնային և նախալեռնային մարզերին, ինչպես նաև պլատֆորմաների սահմաններում՝ բարձրացումներին: Ոչ ինտենսիվ բնական դրենացման զոնաներին բնորոշ է պլատֆորմային հարթավայրերի իջվածքներին և կորացումներին և նախալեռնային ու միջլեռնային կենտրոնական մասերի իջվածքներին և կորացումներին:

*Գրունտային ջրերի սնման զոնալականությունը* առավել ցայտուն ի հայտ է գալիս չորային շրջանների բնական ցածր դրենացվող զոնաներում: Այն հանդես է գալիս գրունտային ջրերի հանքայնացման աստիճանական մեծացմամբ և սնման աղբյուրներից՝ գետերից, ջրանցքներից, ռելիեֆային իջեցումների ջրածածկումից և այլնից հեռանալուն

զուգընթաց: Դրա համար էլ չորային շրջաններում ջրամատակարարման համար ջրհորերը և հորատանցքերը տեղակայում են գետերի և ջրանցքերի երկայնքով, որը երաշխավորում է ջրի անհրաժեշտ որակը և ջրառման քանակը (ծախսը):

Կլիմայական և ջրադինամիկ գոնալականություններին չենթարկվող *ազոնալ* գրունտային ջրերին, ըստ Դ. Մ. Կացի [16], վերագրվում են հետևյալ շրջանների գրունտային ջրերը՝ ժամանակակից կամ հին ծովային աղակալման ապարների, մինչչորորդական աղաբեր ապարների հողմնահարման, աղային ճնշումային սնման գրունտային ջրերի, ցեխային հրաբուխների, աղային գմբեթների ջրեր: Այդ շրջաններում գրունտային ջրերը, անկախ կլիմայական պայմաններից և տարածքների բնական դրենացումից, ունեն բարձր հանքայնացում, իսկ հողագրունտները՝ բարձր բնական աղակալում:

Ներկայումս նախկին ԽՍՀՄ տարածքի, Եվրոպայի և այլ աշխարհամասերի համար կազմված են գրունտային ջրերի գոնալականության սխեմատիկ քարտեզներ, որոնք զգալի ճշտությամբ վերարտադրում են դրանց տեղաբաշխման հիմնական օրինաչափությունները:

Սակայն այդ սխեմաների կազմման սկզբունքները մինչև ներկա ժամանակներս մշակված են դեռևս ոչ բավարար, և գոնալական սխեմաները լրիվ պատկերացում չեն տալիս գրունտային ջրերի տեղադրման, ձևավորման պայմանների և դրանց տիպերի առանձնահատկությունների մասին: Ուստի անհրաժեշտություն են գրունտային ջրերի բնական գոնալականության ձևավորման հիմնահարցերի հետազոտման, ձևավորման սխեմաների կազմման սկզբունքների հիմնավորումները, գրունտային ջրերի սնման և բեռնաթափման ձևերի և մեծությունների գոնալական բնութագրերը, դրանց ռեժիմի և այլ գործոնների առանձնահատկությունները առավել մանրակրկիտ ուսումնասիրման և դրանք տնտեսական նպատակով օգտագործման և պահպանման համար:

### **11.3.6. ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԻՊԵՐՆ ԸՍՏ ՏԵՂԱԳՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԵՎ ԳՐԱՆՑ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ**

Ըստ տեղադրման պայմանների առանձնացնում են գրունտային ջրերի հետևյալ տիպերը՝ գետահովտային, սառցադաշտային

նստվածքների, տափաստանային, կիսասնապատային և անապատային, լեռնային մարզերի, միջլեռնային իջվածքների և նախալեռնային թեք հարթավայրերի, ծովափնյա ավազների:

*11.3.6.1. Գետահովիտների գրունդային ջրեր*

Գետահովիտների այլուվիալ նստվածքներում տեղադրված գրունտային ջրերն ունեն ջրաերկրաբանական նշանակություն, քանի որ մասնակցում են գետահոսքի ձևավորմանը, ինչպես նաև լայնորեն օգտագործվում են բնակավայրերի ջրամատակարարման համար:

Գետահովիտները սովորաբար ներկայացված են ավազային-կավային այլուվիալ (գետաբերուկային) նստվածքներով, որոնք առաջանում են առաջնային ապարների քայքայված փուխր նյութերի գետային հոսանքներով վերանստեցման արդյունքում: Գետի զարգացման նորմալ ցիկլի պայմանի դեպքում, դրա հոսքի առանձին տեղամասեր կունենան հոսքի տարբեր ռեժիմներ, որոնց հետևանքով նյութերի նստեցումը կլինի տարբեր: Ընդ որում, հարթավայրային պայմաններում հովտի այլուվիալային կառուցվածքը էսպես տարբերվում է լեռնային շրջանների հովտի կառուցվածքից:

Հարթավայրային գետահովիտները, որպես կանոն, բնութագրվում են այլուվիալային նստվածքների երկշերտ կառուցվածքով: Ներքևի մասում, որը կազմում է կտրվածքի մեծ մասը, ներկայացված է հունային ֆացիայի այլուվիալով, որի հաստությունը սովորաբար չի գերազանցում 20 մ-ից: Այն ներկայացված է ավազներով՝ կոպիճների և գլաքարերի հետ միասին, և հիմքում պարունակում է ենթաշերտ՝ հիմքային հորիզոն, որը հագեցված է կոպճա-գլաքարային նյութերով: Այլուվիալ նստվածքների վերին մասում տեղակայված են նրբավազային, կավավազային և ավազակավային տարատեսակները՝ ողողահունային (հովտահատակային) ֆացիայի այլուվիալով: Ողողահունային այլուվիալ հաստությունը սովորաբար չի գերազանցում 7 մ-ը: Լեռնային գետերի այլուվիալը կոպտահատիկ է և բնութագրվում է միաշերտ կառուցվածքով: Դրա հաստությունը որոշ տեղերում հասնում է 100 մ և ավելի:

Այլուվիալ նստվածքները, որոնք լցված են հիմ և ժամանակակից գետահովիտներում, սովորաբար պարունակում են ջրառատ գրունտային ջրեր: Հովտի հունային մասերում և չոր հովիտների հեղեղահունե-

րում գրունտային ջրերն առաջացնում են բնորոշ հունատակ հոսքեր: Գարավանդային առաջացումներում և հովտի լանջերում գրունտային ջրերը համեմատաբար սակավ են:

Առավել հզոր հունատակ գրունտային ջրեր տեղակայված են խոշոր գետերի հնահովիտներում: Այդպիսի ստորերկրյա հոսքերի ծախսը հաճախ մեկ օրում հասնում է տասնյակ հազար խորանարդ մետրի: Խոշոր գետահովիտներում հզոր այլովիալ նստվածքների հաստվածքով հաճախ անջատվում են երկու այլովիալային հոսքեր՝ վերևի ոչ ճնշումային և ներքևի ճնշումային ջրերով: Ներքևի հունատակ հոսքն ունի որոշ ջրադիմամիկ ճնշում՝ պայմանավորված դրանով, որ նրան ծածկող ժամանակակից նստվածքներն ունեն նշանակալից փոքր ջրաթափանցելիություն:

Այլովիալային նստվածքներում գրունտային ջրերը տեղադրված են տարբեր խորությունների վրա: Գրունտային ջրերի մակարդակը գետերի ողողադաշտերում սովորաբար տեղադրված է երկրի մակերևույթին մոտ (ոչ մեծ խորությունների վրա), նույնիսկ ողողադաշտային դարավանդների որոշ տեղերից այն դուրս է գալիս երկրի մակերևույթ՝ առաջացնելով ոչ մեծ լճեր և ճահիճներ, իսկ վերողողադաշտային դարավանդների սահմաններում գրունտային ջրերի տեղադրման խորությունը մեծանում է՝ հասնելով մինչև 20 մ-ի:

Այլովիալ նստվածքներում գրունտային ջրերի սնման ծավալը և բնույթը տարբեր են ոչ միայն տարբեր կլիմայական գոնաներում, այլև փոփոխվում են սեզոնից սեզոն:

Հավելուրդային և փոփոխական խոնավության մարզերում գետաբերուկային նստվածքների գրունտային ջրերի սնման աղբյուրներ կարող են լինել մթնոլորտային տեղումները (կարծր և հեղուկ), ջրբաժանային տարածքների ստորերկրյա ջրատար հորիզոնները, արտեզյան, ինչպես նաև գետերի ջրերը հեղեղումների ժամանակ: Գետահովիտային գրունտային ջրերը հավելուրդային և փոփոխական խոնավության մարզերում գետային հոսքի վրա թողնում են էական ազդեցություն: Մեծենի (գետաջրի ամենացածր մակարդակը) շրջանում հիմնականում ձմռանը, գրունտային ջրերը մակերևութային հոսքերի սնման միակ աղբյուրն են:

Անբավարար խոնավության կլիմայական գոտու սահմաններում այլովիալ նստվածքներով գրունտային ջրերի սնման աղբյուրներ են գարնանային ձնհալի ջրերը, որոնք ջրահագեցնում են միջգետային

տարածքը և ներհոսում այլուվիալ հաստվածք, գետաջրերը, որոնք գետահունով և ավերով ֆիլտրացվում են ջրատար հորիզոն, և օդի ջրային գոլորշիների կոնդենսացման ճանապարհով առաջացող ջրերը:

Այլուվիալ նստվածքներում գրունտային ջրերի քիմիական կազմը մոտ է մակերևութային ջրերի քիմիական կազմին: Սովորաբար դրանք հիդրոկարբոնատ-կալցիումային տիպի քաղցրահամ ջրեր են, մինչև 1գ/լ համքայնացումով: Այնտեղ, որտեղ գրունտային ջրերը ստանում են լրացուցիչ սնում խորը ճնշումային ջրերից կամ շրջանառվում են հեշտ լուծելի աղերով հարուստ ապարների մեջ, դրանց համքայնացումը կարող է բարձրանալ, իսկ քիմիական կազմը՝ փոփոխվել:

### *11.3.6.2. Սառցադաշտային նստվածքների գրունտային ջրեր*

Սառցադաշտային նստվածքները լայնորեն տարածված են Ռուսաստանի եվրոպական մասի հյուսիսային, արևմտյան և հյուսիսարևմտյան շրջաններում, Արևմտյան Եվրոպայում և Հյուսիսային Ամերիկայում: Դրանք ներկայացված են իսկական սառցադաշտային առաջացումներով՝ մորենային ավազակավերով, և՛ կավերով, և՛ ֆլյուվիոգլացիալ (ջրասառցադաշտային) նստվածքներով՝ հիմնականում ավազներից կազմված:

Մորենային ավազակավերը և կավերը գործնականում պատկանում են ջրամերժ ապարներին, սակայն դրանք սովորաբար իրենց մեջ ներառում են մեծ քանակությամբ ավազների և կավավազների ոսպրնյակներ (երկրաբանական մարմին, որը բոլոր ուղղություններով սեպավորվում է) և շերտիկներ, որոնք շատ հաճախ լինում են ջրատար: Մորենային ավազակավերի և կավերի առանձին տարբերահասակ սովարաշերտը (հաստվածքը) հաճախ բաժանված է ֆլյուվիոգլացիալ նստվածքներով, որոնք տարածված են բավականին նշանակալից մակերեսների վրա: Երբեմն այդպիսի նստվածքները տեղադրված են մորենային ավազակավերի և կավերի տակ:

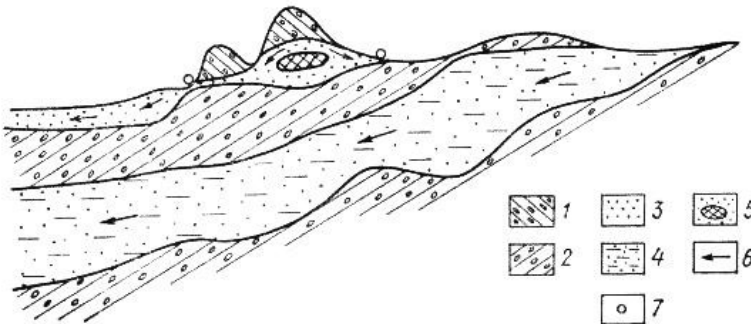
Վերջիններիս համապատասխան առանձնացնում են վերմորենային, միջմորենային և ենթամորենային ջրատար հորիզոններ (նկ. 36): Բնութագրվում են ձևավորման (սնման, հոսքի) ընդհանուր պայմաններով, սակայն հիդրավիկական տեսակետից դրանք տարբեր են. առա-



ջիններն ունեն ազատ, ոչ ճնշումային մակերևույթ, իսկ երկրորդը և երրորդը՝ ճնշումային:

Մորենային ավազակավերի և կավերի, ինչպես նաև միջմորենային և ենթամորենային ֆլյուվիոգլացիալ նստվածքների միջև տեղադրված ավազային ռսպնյակների և շերտիկների ջրառատությունը խիստ փոփոխական է, քանի որ նշված նստվածքների լիթոլոգիական կազմը ըստ տարածման շատ հաճախ փոխվում է անջրաթափանց ավազակավերով և կավերով: Դրանով է բացատրվում այն հանգամանքը, որ մորենային նստվածքների տարածման մարզերում գրունտային ջրերի տեղադրման խորությունները շատ տարբեր են: Այդ են վկայում իրարից 30-40 մ հեռավորության վրա տեղադրված հորատանցքերում ջրի մակարդակների չափումները. մեկում այն եղել է մի քանի մետր, իսկ մյուսում մի քանի տասնյակ մետր խորությունների վրա [8]:

Ֆլյուվիոգլացիալ նստվածքներում գրունտային ջրերի առավել շատ պաշարներ կենտրոնացված են օգովներում (ձգված ավազային թմբեր) և հատկապես ավազային հզոր ստվարաշերտերում (տարածված են մորենային նստվածքների կողային մասերում և առաջացնում են ընդարձակ «ավազային ստվարաշերտ դաշտեր»), ինչպես նաև հոսքի սառցահովիտներում, որոնք լցված են ավազազլաքարային առաջացումներով (նկ. 36):



**Նկ. 36 Սառցադաշտային նստվածքներում ջրատար հորիզոնների տեղադրման սխեմա**

1- վերջավոր մորեններ, 2- հատակային մորեններ, 3- զանդորային (ստվարաշերտային) ավազներ, 4- միջմորենային ավազներ, 5- ավազային սպարներ կավերի ենթաշերտերով, տեղադրված մորենային նստվածքների միջև, 6- ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղությունը, 7- աղբյուր

Սառցադաշտային նստվածքների գրունտային ջրերը սովորաբար քաղցրահամ են: Գրանք օգտագործվում են բնակավայրերի, հաճախ մեծ քաղաքների ջրամատակարարման համար:

Մերձնոսկովյան ք. Միտիշչի շրջանի գրունտային ջրերը, որոնք տեղակայված են ֆլյուվիոգլացիալ ավազային նստվածքներում, երկար ժամանակ օգտագործվել են Մոսկվայի ջրամատակարարման համար, իսկ ներկայումս դրանք օգտագործվում են տեղական բնակավայրերի և ձեռնարկությունների ջրամատակարարման համար:

### *11.3.6.3. Տափաստանային, կիսասանապարային և անապարային գրունտային ջրեր*

Տափաստանային և անապատային շրջանները տարածված են Ուկրաինայի հարավային մասում, Մերձբալթյան իջվածքում, Մերձկովկասում, Ղազախստանի հարավային մասում և Միջին Ասիայում, որտեղ գտնվում են Կարակում, Կիզիլկում, Սարի-Իշիկոտրաու, Մալունկում, Բետպակ-Գալա անապատները: Տափաստանները և հատկապես կիսասանապատները բնութագրվում են սակավ մթնոլորտային տեղումներով (միջինը 150-200մմ/տարի), բարձր գոլորշիացումով (մինչև 2500 մմ/տարի և ավելի): Գետային ցանցը շատ թույլ է զարգացած: Նշված շրջաններում նշանակալից տարածքներ են զբաղեցնում չոր ավազները, լյոսանման (փխրահողանման) և կավային ապարները: Տարվա տաք ժամանակաշրջանում տափաստանային, կիսասանապատային և անապատային շրջաններում թափվող մթնոլորտային տեղումները հիմնականում ծախսվում են գոլորշիացման և չնչին քանակությամբ ինֆիլտրացիայի վրա, որոշ շրջաններում կարող է տեղի ունենալ օդից ջրային գոլորշիների կոնդենսացում (խտացում): Այսպիսով, տափաստաններում և հատկապես կիսասանապատներում և անապատներում գրունտային ջրերի կուտակման պայմանները շատ անբարենպաստ են:

Այստեղ գրունտային ջրերը բնութագրվում են իրենց խայտաբղետությամբ, ինչպես ըստ տեղադրման, այնպես էլ ըստ հանքայնացման ու քիմիական կազմի: Գրունտային ջրերի բարձր հանքայնացումը արդյունք է ինտենսիվ գոլորշիացման, որը տեղի է ունենում ոչ միայն ցամաքի ջրային մակերևույթից, այլ նաև գրունտային ջրերի մակերևույթից, երբ դրանք տեղադրված են այնպիսի խորությունների վրա, որ չի գերա-

զանցում գրունտային ջրերի մակերևույթից վերև տեղադրված ապարների մագնոթային բարձրացումը: Այս դեպքում, մագական անցքերը հանդես են գալիս որպես գրունտային ջրերի շարժման ուղիներ դեպի երկրի մակերևույթ, որտեղ այդ ջրերը գոլորշիանում են մթնոլորտ և առաջ բերում հողածածկի աղակալում և աղուտների առաջացում:

Լյոսային առաջացումներում և լյոսանման ավազակալերում գրունտային ջրերը սովորաբար տեղադրված են 20-30 մ խորությունների վրա, որը լյոսային նստվածքների՝ ուղղաձիգ ուղղությամբ լավ ջրաթափանց լինելու հետևանք է: Գրունտային ջրերի հանքայնացումը օրինաչափորեն մեծանում է քաղցրահամից մինչև 20 գ/լ և ավելի հարավ և հարավ-արևելք ուղղությամբ:

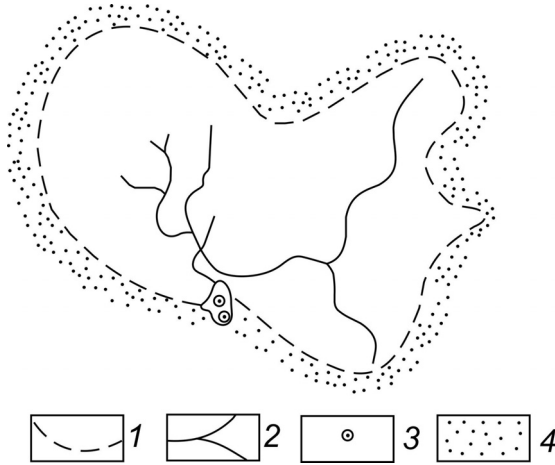
Չոր տափաստանային և կիսաանապատային շրջաններում քաղցրահամ գրունտային ջրերը տարածված են ոչ մեծ իջվածքային տեղամասերում, որտեղ մթնոլորտային տեղումները ներծծվում են ավելի խորը և մեծ քանակությամբ քան բարձրադիր տարածքներում և մերձջրբաժանային լանջերում:

Անապատային գրունտային ջրերը մեծ մասամբ ուժեղ հանքայնացած են: Գրան նպաստում են կլիմայական պայմանները և ռելիեֆի հարթավայրային բնույթը, որի հետևանքով դանդաղում է գրունտային ջրերի շարժումը: Սակայն շատ շրջաններում հանքայնացված գրունտային ջրերի մակերևույթի վրա «լողում են» քաղցրահամ ջրերի ոսպնյակներ հաճախ զբաղեցնելով նշանակալի մակերեսներ: Քաղցրահամ ջրերը գերազանցապես առաջանում են ի հաշիվ մթնոլորտային տեղումների և ջրային գոլորշիների կոնդենսացման: Քաղցրահամ ջրերը, ունենալով փոքր խտություն, մնում են աղի ջրերի մակերևույթին և ի շնորհիվ ոչ մեծ մոլեկուլյար դիֆուզիայի դրանց հետ «չեն խառնվում»:

Առանձնացնում են հետևյալ տիպի քաղցրահամ ջրերով ոսպնյակներ (ըստ Վ. Ն. Կունինի):

*Ենթաթակիրային ոսպնյակներ:* Թակիրը կավային ցածրադիր հարթավայր է: Չոր ժամանակ դրանք չորանում են, կավերը կոշտանում՝ մակերևույթին առաջացնելով կծկման բազմանկյուն առանձնացումներ (սալիկներ), խոնավ վիճակում կավերը դառնում են մածուցիկ, կաշուն, տրանսպորտի համար համարյա անանցանելի: Անձրևների սեզոնում թակիրները կարող են ծածկվել ջրի շերտով՝ առաջացնելով ծանծաղ քաղցրահամ լճակներ:

Թակիրների վրա, որոնք ունեն հարթ կավային մակերևույթ, հավաքվում են մթնոլորտային տեղումները և մակերևութային ժամանակավոր ջրհոսքերը: Այդ ջրերը, կավային կեղևի ճեղքերով (միջսալիկային ճեղքերով) ներծծվելով աղային ջրերի վրա, առաջացնում են քաղցրահամ ջրերի ոսպնյակ: Նման ոսպնյակների ծավալը տատանվում է տասնյակ խորանարդ մետրից մինչև հարյուրհազարավոր խորանարդ մետր: Ոսպնյակային ջրերը լայնորեն օգտագործվում են (ջրհորերի օգնությամբ) ջրամատակարարման համար (նկ. 37):



**Նկ. 37 Թակիրի վրա ջրիավաք հորի տեղադիրքը (ըստ Մ. Ս. Մակենի)**  
 1-թակիրի սահմանները, 2- ջրիավաք առուններ, 3- ջրհորեր, 4- ավազաթմբեր

Չոր շորակային (գոգահովիտային) ավազանների ոսպնյակները առաջանում են գոգահովիտներով (ծորակներով) անցնող ժամանակավոր ջրային հոսքերի ինֆիլտրացիայի արդյունքում: Այդպիսի ծորակներ տարածված են անապատների և նախալեռնային հարթավայրերի ծայրակցատեղերում: Քաղցրահամ ջրերի պաշարները այդ ոսպնյակներում տարբեր են: Զորակներում հատուկ թմբեր ստեղծելու ճանապարհով արգելափակվում են մակերևութային հոսքը և համալրում ոսպնյակաձև առաջացումներում ջրի պաշարները:

Ավազաբլուրի ոսպնյակները ձևավորվում են ավազաթմբային (բարխանային) զանգվածների տակ, ավազաբլուրների (դյունների) և այլ ձևի ավազային կուտակումների տակ: Դրանց ջրերը տեղակայված են ման-

րահատիկ ավագներում: Ավագատակ ոսպնյակային ջրերի սնման աղբյուր են հանդիսանում մթնոլորտային տեղումները և կոնդենսացիոն ջրերը:

Անապատային առանձին զոնաներում քաղցրահամ կազմով գրունտային ջրերը գոյանում են նաև մակերևութային հոսքերի և ոռոգման ջրանցքների մերձակա տարածքներում, որոնք գոյանում են նշված ջրհոսքերից ջրի կորուստների հաշվին: Դրանք հորատանցքերի և ջրհորերի միջոցով օգտագործվում են տարբեր նպատակներով:

#### *11.3.6.4. Լեռնային մարզերի, միջլեռնային իջվածքների և նախալեռնային թեք հարթավայրերի գրունտային ջրեր*

Լեռնային մարզերում գրունտային ջրերը տարածված են հողմնահարման զոնայի ապարներում, ինչպես նաև հանդիպում են մինչդորրորդական ապարների ճեղքերում և առավել խոշոր տեկտոնական խախտումներում:

Լեռնաշղթաներին բնորոշ են ռելիեֆի կտրտվածությունը և կլիմայի ուղղաձիգ զոնալականությունը, ծովի մակերևույթից հաշված տեղանքի բարձրացմանը զուգընթաց օդի ջերմաստիճանի նվազումը և տեղումների մեծացումը: Մթնոլորտային տեղումներով սնվող գրունտային ջրերը սեպանում են գետահովիտների լանջերին և կիրճերում դուրս են գալիս աղբյուրների տեսքով: Ինտենսիվ շրջանառության շնորհիվ ջրերը քաղցրահամ են: Բացառություն են կազմում այն աղբյուրները, որոնք դուրս են գալիս աղատար նստվածքներից: Լեռնաշղթաները իրենց պարուրող նախալեռնային թեք հարթավայրերով (շլեյֆներով) հանդիսանում են հարթավայրային տարածքների ստորերկրյա ջրերի սնման մարզեր:

Միջլեռնային գոգավորություններում գրունտային ջրերը պարփակված են արտաբերման կոների, նախալեռնային հարթավայրերի ալյուվիալ-պրոլյուվիալ տեռասանների և գետահովիտների ալյուվիալ հզոր (հաստ) նստվածքներում: Հարթավայրերը հատող խոշոր գետերը դրենացնում են ստորերկրյա ջրերը և դրա հետ կապված դրանց ծախսը հոսքի ուղղությամբ մեծանում է:

Արտաբերման կոների բարձրադիր մասերից գետաքարա-գլաքարային նստվածքները, շարժվելով դրա ծայրամասերը, աստիճանաբար հերթափոխվում են ավազազլաքարային, իսկ հետո ավազակավա-կա-

վային նստվածքների: Վերջիններս հանդես են գալիս որպես պատվար և ստեղծում են դիմհար գրունտային ջրերի համար:

Ջրերը, որոնք պարփակված են գլաքարերի կամ ավազների մեջ և տեղակայված են ավազակավա-կավային նստվածքների (գրունտային ջրատար հորիզոնի) տակ, ձեռք են բերում ճնշումայնություն (տեղական ճնշում): Այս դեպքում առաջանում է գրունտային և ճնշումային ջրերի մեկ միասնական ջրատար համալիր, որում առանձնացնում են հետևյալ ջրաներկրաբանական շրջանները.

1. Մթնոլորտային տեղումների և գետահուններից ֆիլտրացվող, ինչպես նաև լեռնալանջերից հոսող ջրերի ներծծման շրջան: Գրունտային ջրերը տեղադրված են մի քանի տասնյակ և մույմիսկ հարյուրավոր մետր խորությունների վրա: Ջրերը քաղցրահամ են և ըստ կազմի մոտ են գետային ջրերին:

2. Գրունտային և ճնշումային ջրերի մասնակի ծայրակցային շրջան: Գրունտային ջրերի տեղադրման խորությունը 0-3մ սահմաններում է: Ռելիեֆի իջեցումներում դրանք դուրս են գալիս երկրի մակերևույթ՝ առաջ բերելով ճահճակալում և քաղցրահամ աղբյուրների ու ջրհոսքերի սնում: Վերջիններս, Միջին Ասիայում հայտնի են «կարասու» անվան տակ, որոնք լայնորեն օգտագործվում են ոռոգման համար: Այդ ջրերը կոչվում են *վերադարձվող ջրեր*՝ ի նկատի ունենալով, որ դրանք մեկ անգամ դուրս են եկել երկրի մակերևույթ և որոշ ստորերկրյա ճանապարհ անցնելուց հետո նորից վերադարձել են մակերևույթ: Ռելիեֆի իջեցված մակերևույթին ջրերի դուրս գալուց բացի, որոնք կոչվում են *մակերևութային ծայրակցվածքային*, տարբերակում են նաև *հունային ծայրակցվածքային*, որի դեպքում վերադարձվող ջրերը դուրս են գալիս արտաբերման կոներ հատող գետի հուն և իջվածքը (տարածքը) դեմուդացնող գլխավոր գետ:

Ծայրակցվածքային շրջաններում փորված ճնշումային ջրերը (սովորաբար քաղցրահամ) հորատանցքերով բարձրանալիս հաճախ շատրվանում (ինքնաթափվում) են: Հորատանցքերի ծախսը կարող է հասնել մինչև 100լ/վ և ավելի: Գրունտային ջրերը քաղցրահամ կամ թույլ հանքայնացված են (չոր կլիմայի դեպքում), դրանք ինտենսիվ սնվում են ճնշումային ջրերից: Հողային ծածկը ենթակա է ճահճակալման գրունտային ջրերով:

3. Ոչ խորը տեղադրման և բարձր հանքայնացման գրունտային ջրերի շրջան (չորային մարզերում): Ջրադեցնում են արտաբերման կոնների ծայրամասերը և սահմանակցող կոների իջվածքները: Բնական թույլ դրենացում ունենալու հետևանքով գրունտային ջրերը չռոզվող հողատարածքներում տեղադրված են 1-6 մ, իսկ ռոզելի հողատարածքներում՝ հիմնականում 3 մ խորությունների վրա:

4. Իջվածքը դրենացնող գլխավոր գետի հովտի շրջան: Գրունտային ջրերը սնվում են արտաբերման կոների գրունտային և ճնշումային ջրերից, տեղումներից և գետաջրերից: Դրանց տեղադրման խորությունը և հանքայնացումը կախված են դարավանդների բնական դրենացումից և կլիմայական պայմաններից:

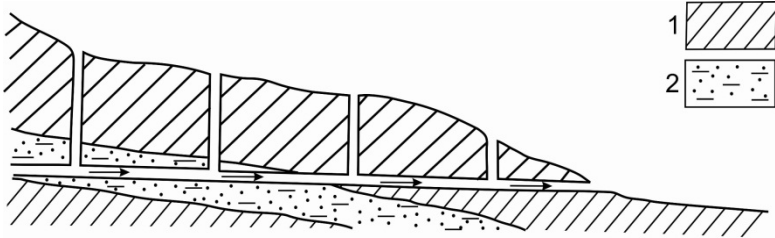
Նախալեռնային թեք հարթավայրերը հիմնականում լցված են գետերի արտաբերման կոների բերվածքներով: Այստեղ կարելի է առանձնացնել նույն ջրաերկրաբանական շրջանները, ինչպիսին էին արտաբերման կոների մոտ: Ծայրակցվածքային շրջաններում ինչպես արտաբերման կոների վրա, այնպես էլ այստեղ բեռնաթափվում են գրունտային և ճնշումային ջրերը, որոնք առաջ են բերում ճահճակալած տարածքներ և սնում աղբյուրները և կարասուները: Ծայրակցվածքային զոնաների լայնությունը հասնում է բազմաթիվ կիլոմետրերի: Այդ զոնաների մակերեսից հեռացմանը զուգընթաց մեծանում է գրունտային ջրերի տեղադրման խորությունը՝ հասնելով 15 մ և ավելի: Նախալեռնային թեք հարթավայրի հզոր ցամաքային նստվածքները շատ հաճախ հանդիսանում են ինչպես գրունտային, այնպես էլ ճնշումային ջրերի կուտակիչներ: Ստորերկրյա ջրերի պաշարները ձևավորվում են մակերևութային ջրհոսքերի, ինչպես նաև մթնոլորտային ջրերի ինֆիլտրացիայի ճանապարհով:

Նախալեռնային թեք հարթավայրի ստորերկրյա ջրերի կառուցվածքի բնույթի և սնման պայմանների համակցությունը կլիմայական առանձնահատկությունների հետ որոշում է դրանց հանքայնացման աստիճանը: Ստորերկրյա ջրերի հանքայնացումը սնման մարզից, այսինքն՝ լեռներից հեռանալուն զուգընթաց մեծանում է, դրանում գլխավոր նշանակություն ունի գոլորշիացման գործընթացը:

Նախալեռնային հարթավայրերի, ինչպես նաև չոր գետահովիտների ստորերկրյա ջրերը լայնորեն օգտագործում են ջրամատակարարման և ռոզման համար:

Դեռևս վաղ անցյալում այդ ջրերը կապտաժվել և ինքնահոս ձևով քյարիզների միջոցով դուրս են բերվել երկրի մակերևույթ:

*Քյարիզը* ջրհավաք հորիզոնական փորվածք է՝ ուղղված գրունտա-յին ջրերի հոսանքով դեպի վերև, որը փորվում է այդ ջրերը «բռնելու» և ինքնահոսով երկրի մակերևույթ դուրս բերելու նպատակով (նկ. 38):



**Նկ. 38 Քյարիզի ընդայնական կտրվածքի սխեմա**  
*1-ջրամերժ կավեր, 2-ջրատար ավազներ*

Քյարիզը համարվում է հնագույն ջրատեխնիկական կառույցներից. դեռևս հին Բաբելոնի ու Միջին Արևելքի, Անդրկովկասի ու Միջին Ասիայի նախալեռնային զոնաներում 2-3 հազարամյակ առաջ կառուցվել են քյարիզներ, որոնք օգտագործվել են խմելու և ոռոգման ջուր ստանալու համար: Քյարիզները հայտնի են Հայաստանում և Ադրբեջանում:

Քյարիզները մինչև այսօր էլ գոյություն ունեն Անդրկովկասում և Միջին Ասիայում: Քյարիզների միջոցով ստացվող ջրաքանակը, կախված ջրատար շերտերի լիթոլոգիական առանձնահատկություններից և դրանց սնման պայմաններից, շատ տարբեր է: Այսպես, ըստ Ն. Մ. Պոբեդոնոսցովի՝ ներկա ժամանակներում Ադրբեջանում հաշվարկվում են մոտ 900 գործող քյարիզներ, որոնց գումարային ծախսը կազմում է 20-30մ<sup>3</sup>/վ: Այստեղ քյարիզների ջրերով ոռոգվում են մինչև 50 հազ.հա հողեր:

Իրանում քյարիզների քանակը հասնում է 300-ի՝ 15 հազ.կմ ընդհանուր երկարությամբ: Քյարիզներով սնվող ընդհանուր ջրի քանակը կազմում է 500մ<sup>3</sup>/վ: Իրանում, այդ ստորերկրյա ջրերով ոռոգում են ընդհանուր ոռոգելի հողատարածքների մինչև 50% և խմելու ջուր են մատակարարում շուրջ 18 հազ. բնակավայրերի [3]:



### 11.3.6.5. Ծովափնյա ավազների գրունտային ջրեր

Ծովափնյա ավազների վրա դյունների (ավազաթմբերի, ավազաբլուրների) տեսքով հանդես եկող ավազների առանձին տեղամասերում տարածված են համեմատաբար քաղցրահամ գրունտային ջրեր: Այդ ջրերի սնումը տեղի է ունենում մթնոլորտային տեղումների ավազների մեջ ներծծման և ներգրունտային գոլորշիացման հաշվին, և որոշ չափով մերձակա բարձրադիր տեղամասերից եկող հոսքերի հաշվին: Այստեղ գրունտային ջրերի մակերևույթը հարթեցված ձևով արտապատկերում է ավազաթմբերի լանդշաֆտը:

Ավազաթմբերի մերձակա տեղամասերում և ծովային ավազային կղզիներում քաղցրահամ գրունտային ջրերն ըստ խորության մշտապես փոխարինվում են աղայինի: Որպես կանոն, քաղցրահամ ջրերի մակարդակը բարձր է ծովի ջրի մակարդակից, ընդ որում, ինչքան հեռու է ծովից, այնքան բարձր է մակարդակը և մեծ է աղային ջրերի վրա նստած քաղցրահամ ջրի շերտի հաստությունը:

Մերձծովյա ավազների և ծովային կղզիների մակերևույթից մթնոլորտային տեղումների (որոշ տեղերում, հնարավոր է նաև կոնդենսացվող ջուրը) ինֆիլտրացվող ջրերը կուտակվում են շերտերի ծակոտիներում այս կամ այն հզորության քաղցրահամ ջրերի շերտերի ձևով ծովային աղի ջրերի մակերևույթի վրա: Քաղցրահամ կամ թույլ հանքայնացում ունեցող ջրերի խառնումը ծովային աղի ջրերի հետ դիֆուզիոն ճանապարհով տեղի է ունենում վերին աստիճանի դանդաղ և դրանք երկար ժամանակ շարունակում են մնալ քաղցրահամ կամ թույլ հանքայնացված:

Ծովային կղզիների կենտրոնական մասերում քաղցրահամ ջրերով ավազային շերտի հաստությունը որոշվում է հետևյալ կերպ: Ենթադրենք՝ քաղցրահամ ջրերի տարածման խորությունը կզույ կենտրոնական մասում, ծովի մակերևույթից հաշված, հավասար է  $H$ , իսկ քաղցրահամ ջրերի մակարդակի բարձրությունը կզույ կենտրոնական մասում, ծովի մակերևույթից՝  $h$  (նկ. 39): Այս դեպքում քանի որ ծովի ջրի խտությունը միջինը հավասար է 1.024, իսկ քաղցրահամինը՝ 1, ապա կարելի է գրել հետևյալ հավասարումը, որը արտահայտում է հիդ-

րոտատիկ հավասարակշռության պայման  $\overline{AA}$  սահմանային հարթության համար:

$$H + h = 1.024H \tag{91}$$

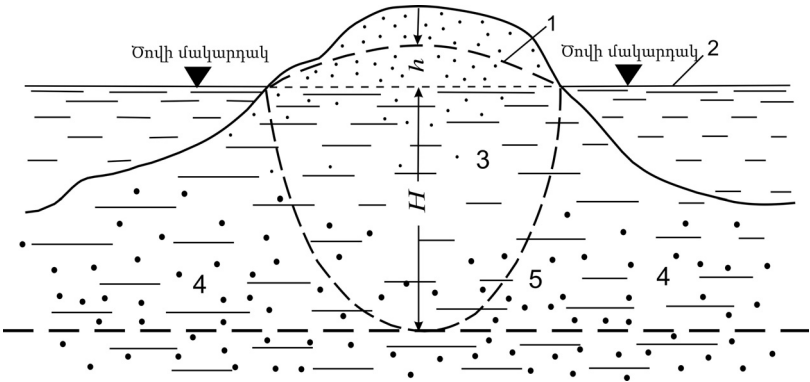
որտեղից՝

$$h = 0.024H \approx \frac{1}{42} H \tag{92}$$

Քաղցրահամ ջրերի հաստությունը ( $H_n$ ) որոշվում է

$$H_n = h + H = h + 42h = 43h \tag{93}$$

Ոսայնակների կենտրոնական մասերում քաղցրահամ ջրերով շերտի հաստությունը, հաշված ծովի մակերևույթից, հասնում է 5 մ-ի, իսկ դեպի ծայրամասերը այն աստիճանաբար փոքրանում է և վերանում:



**Նկ. 39 Ծովի ավազային կղզում գրունտային ջրերի տեղադրման սխեմա**  
 1- քաղցրահամ գրունտային ջրերի մակարդակը, 2- ծովի մակերևույթը, 3- քաղցրահամ ջրերով ավազների ջրարար հորիզոն, 4- աղի ջրերով ջրարար ավազներ, 5- քաղցրահամ և աղի ջրերի միջև սահմանը

Ավազաքմբերի և ավազային կղզիների քաղցրահամ գրունտային ջրերի շահագործման ռեժիմը պետք է որոշել ըստ փորձնական արտամղումների և մշտական (ստացիոնար) դիտարկումների տվյալների, որոնցով որոշվում է վերցվող ջրի քանակի և քաղցրահամ ջրերի մուտքի միջև գոյություն ունեցող հարաբերակցությունը:

Ավազաքմբերի գրունտային ջրերը Հոլանդիայում լայնորեն օգտագործում են որոշ քաղաքների և գյուղերի ջրամատակարարման համար:

## ՊԼՈՒՒՑ XII ԱՐՏԵՉՅԱՆ ՋՐԵՐ

### 12.1. ԱՐՏԵՉՅԱՆ ՋՐԵՐԻ ՏԵՎԱԳՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ ԵՎ ԱՎԱԶԱՆՆԵՐԻ ՏԻՊԵՐԸ

*Արտեզյան* կոչվում են այն ստորերկրյա ջրերը, որոնք տեղադրված են վերևից և ներքևից ջրամերժ կամ համեմատաբար ջրամերժ շերտերով պարփակված ջրատար հորիզոններում (համալիրներում) և օժտված են հիդրոստատիկ ճնշումով: Հորատանցքերով կամ այլ փորվածքներով արտեզյան ջրերը հաստելու դեպքում ջուրը բարձրանում է ջրատար ապարների առաստաղից վեր և, եթե տվյալ կետում ճնշումային մակարդակը բարձր է երկրի մակերևույթից, ապա տեղի է ունենում ջրի ինքնահոս բեռնաթափում կամ շատրվանում:

Արտեզյան ջրերն իրենց անվանումը ստացել են Հարավային Ֆրանսիայի Արտուա (հնում լատիներեն՝ Արտեզիա) նահանգի անունից, ուր 1126 թ. առաջին անգամ փորված հորատանցքերը տվել են շատրվանող ջուր:

Արտեզյան ջրերի տարածման համար նպաստավոր են սինկլինալները, ճկվածքները, նախալեռնային իջվածքների միաթեք կառուցվածքները, միջլեռնային գոգավորությունները, տեկտոնական խզվածքները, գրաբեռնային իջվածքները և այլն: Դրանք սովորաբար կապված են հին հասակի, երբեմն նաև՝ չորրորդական հասակի հզոր շերտախմբերի հետ:

Ջրահագեցման զոնայում երբեմն հանդիպում են նաև արտեզյան ջրերի հորիզոններ, որոնք տեղադրված են ջրամերժ շերտերի միջև, սակայն ճնշումից զուրկ են: Դրանց անվանում են *միջշերտային ոչ ճնշումային ջրեր* և միջանկյալ դիրք են գրավում գրունտային և արտեզյան ջրերի միջև: Սահմանափակ տարածում ունեցող այս ջրերի տիպերը առավելապես հանդիպում են կտրտված ռելիեֆով միջհովտային տեղամասերում:

Երկրաբանական կառուցվածքներում, որոնք լցված են նստվածքային շերտավոր ապարներով, արտեզյան (միջշերտային) ջրերը տարածված են մոտ 10 մ մինչև 7 կմ խորությունների վրա, իսկ պլատֆոր-

մային կառուցվածքներում՝ հնարավոր է մինչև 15-20 կմ (Նախատրայան ճկվածք, Մերձկասպյան իջվածք և այլն) [4]:

Արտեզյան ջրատար հորիզոններում ճնշումը ստեղծվում է հիդրոստատիկ ճնշումներով (ջրի կշռով), երկրաստատիկ (գեոստատիկ) բեռնավորումով, տեկտոնական լարվածություններով, ինչպես նաև ֆիզիկաքիմիական գործընթացներով պայմանավորված՝ նոր միներալների առաջացման և նստեցման արդյունքում ապարների ծակոտիների փոփոխումով:

Ներկա ժամանակներում շատ հաճախ որպես հոմանիշներ օգտագործվում են «արտեզյան» և «ճնշումային» ջրեր տերմինները:

Արտեզյան ջրերի բնորոշ առանձնահատկություններն են.

1) դրանք սովորաբար տեղադրված են գրունտային ջրերից խորը ջրատար հորիզոնների և համալիրների մեջ, նստած և ծածկված ջրամերժ (կամ համեմատաբար ջրամերժ) շերտերով,

2) արտեզյան ջրերի սնման և տարածման մարզերը չեն համընկնում և հաճախ գտնվում են իրարից մեծ հեռավորությունների վրա,

3) արտեզյան ջրատար հորիզոնը հորատանցքով բացելու (հատելու) դեպքում, ջուրը դրանով բարձրանում է ջրատար հորիզոնի առատաղից բարձր, այսինքն՝ հորատանցքում ջրի հանդես գալը միշտ ցածր է իր կայունացած մակարդակից,

4) արտեզյան ջրերի ռեժիմը, համեմատած գրունտային ջրերի հետ, առավել կայուն է, պիեզոմետրիկ մակարդակը քիչ է ենթարկվում ամսական և սեզոնային տատանումներին: Ջրերի ջերմաստիճանը, ըստ խորության, որպես կանոն, մեծանում է,

5) արտեզյան ջրատար հորիզոնները տիրապետում են առաձգական ռեժիմի, որը յուրահատուկ կերպով արտահայտվում է դրանց շահագործման ժամանակ (տես գլ. XII),

6) արտեզյան ջրերը, գրունտային ջրերի հետ համեմատած, երկրի մակերևույթից քիչ են ենթարկվում աղտոտման, քանի որ դրանք վերևից ծածկվում են ջրամերժ ապարներով:

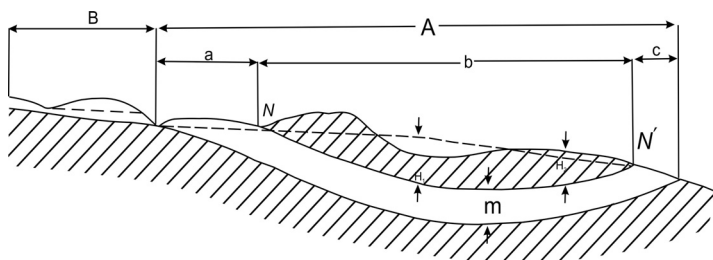
Ըստ տեղադրման պայմանների առանձնացնում են ստորերկրյա արտեզյան ջրերի հետևյալ տիպերը՝ արտեզյան ավազաններ, արտեզյան լանջեր և մերձարտեզյան (սուբարտեզյան) ավազաններ:

### 12.1.1. ԱՐՏԵՉՅԱՆ ԱՎԱՉԱՆՆԵՐ

Արտեզյան ավազան ասելով հասկանում են ճնշումային ջրատար հորիզոնների համակարգ, որոնք տեղադրված են գերազանցապես սինկլինալային ճկվածքային ստրուկտուրաներում: Մասնավոր դեպքում արտեզյան ավազանը կարող է ներկայացված լինել միայն մեկ ճնշումային հորիզոնով :

Արտեզյան ավազաններն ըստ մակերեսի (Ա. Մ. Օվչիննիկով) ստորաբաժանվում են՝ խոշոր (մեծ 100000 կմ<sup>2</sup>), միջին (100000-10000 կմ<sup>2</sup>) և փոքր (փոքր 10000 կմ<sup>2</sup>):

Յուրաքանչյուր արտեզյան ավազանի սահմաններում առանձնացնում են՝ ժամանակակից սնման մարզ, ճնշման (հոսքի) տարածման մարզ, բեռնաթափման մարզ (նկ. 40):



Նկ. 40 Արտեզյան ավազանի կառուցվածքի սխեմա

*A – արտեզյան ջրերի փարածման սահմաններ, a- սնման մարզ, b- ճնշման մարզ, c -բեռնաթափման մարզ, B - գրունտային ջրերի փարածման սահմաններ, H<sub>1</sub> - դրական ճնշման մակարդակ, H<sub>2</sub>- բացասական ճնշման մակարդակ, NN' - ճնշման մակարդակ, m- ջրափար շերտի հզորություն, 1- ջրափար ավազների շերտ, 2- ջրամերժ կավային ապարներ, 3- սրորերկրյա ջրերի մակարդակը,*

Սնման մարզը դա ջրատար ապարների մակերեսն է, որը դուրս է եկել երկրի մակերևույթ և տեղադրված է առավել բարձր հիպսոմետրիկ միջերի վրա: Ժամանակակից սնման մարզը միաժամանակ հանդիսանում է ամբողջ ավազանի հիդրոստատիկ ճնշման հաղորդման մարզ: Այստեղ տեղի է ունենում արտեզյան ջրերի սնումը՝ ի հաշիվ մթնոլորտային տեղումների, մակերևութային ջրերի և այլ աղբյուրների:

Որոշ հետազոտողներ առանձնացնում են ջրատար հորիզոնների *արտաքին և ներքին* ինֆիլտրացիոն սնման մարզեր [15]:

Արտաքին սնման մարզը գտնվում է արտեզյան ավազանի սահմաններից դուրս՝ հաճախ լեռնաձալքավոր կամ բարձրացումների տարածքում: Արտաքին սնման մարզերից ինֆիլտրացիոն ջրերը հոսում են արտեզյան ավազանի տարածք: Շատ արտեզյան ավազանների համար, հատկապես տեղադրված նախալեռնային ճկվածքներում և իջվածքներում, կարևոր նշանակություն ունեն հենց արտաքին սնման մարզերը: Օրինակ՝ Ագովո-Կուբանսկի և Թերեքո-Կումսկի ավազանների համար արտաքին սնման մարզեր են ծառայում Մեծ Կովկասի լեռնաձալքավոր կառուցվածքների հարավային լանջերը:

Հարևան կառուցվածքների ստորերկրյա ջրերի ներհոսի համար դեպի արտեզյան ավազան առավել նպաստավոր պայմաններ են ստեղծվում հումիդ կլիմայական շրջանների այն տեղամասերում, որտեղ տարածված են լավ ջրաթափանց ապարներ (օրինակ՝ Արևմտա-Սիբիրական ավազանի հարավարևելյան հատվածը Ալտայի հետ սահմանագծում, Սերձագոլյան արտեզյան ավազանի հարավային մասը, Հյուսիսային Կովկասի սահմանագծում):

*Ներքին սնման* մարզը գտնվում է արտեզյան ավազանի տարածման սահմաններում, որտեղ մթնոլորտային տեղումները սնում են գետային ցանցը, գրունտային ջրերը և դրանց միջոցով ներթափանցում արտեզյան ջրեր: Պլատֆորմաներում ներքին սնման մարզերը գերազանցապես կապված են բարձրացումների և անտիկլինալների հետ, ինչպես նաև նախալեռնային գոգավորություններում անտիկլինալային կառուցվածքների հետ, որոնց սահմաններում արտեզյան ջրատար հորիզոնները դուրս են գալիս մակերևույթ կամ տեղադրվում են առավել երիտասարդ, փուխր նստվածքային ապարների տակ:

Բնության մեջ որոշ արտեզյան ջրատար հորիզոնների սնումը իրականացվում է նաև հարակից մեկ ջրատար հորիզոնից, մյուսի մեջ ներհոսքի ճանապարհով: Կախված ճնշումների հարաբերակցություններից, ջրի ներհոս կարող է տեղի ունենալ ինչպես վերին հորիզոններից դեպի ներքևի հորիզոն, այնպես էլ հակառակը՝ ներքևից վերև:

Արտեզյան ջրերը կարող են հիդրավիլիկ կապի մեջ լինել գրունտային ջրերի հետ, երբ ողողահարվել է ջրատար հորիզոնը ծածկող ջրամերժ շերտը կամ վերջիններիս ֆացիալ փոփոխությունների արդյունքում, այսինքն՝ ջրամերժ շերտի որոշ հատված փոխարինվել է ջրատար ապարներով (տես նկ. 42): Այդպիսի տեղամասերում կապված ստոր-

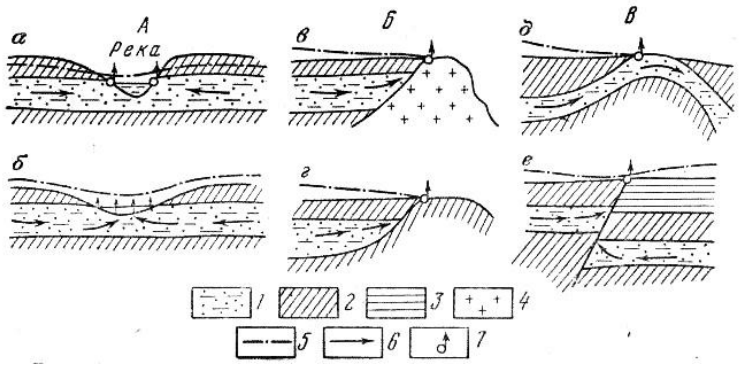
երկրյա ջրերի մակարդակների հարաբերակցությունից կարող է տեղի ունենալ արտեզյան ջրերի ծախսում կամ համալրում:

*Ճնշման փարածման մարզ* (հոսքի տարածման մարզ): Դա արտեզյան ավազանի տարածման մարզն է, որտեղ ի հայտ է գալիս ջրատար հորիզոնի ճնշումը: Ծնշումային ջրերի մակարդակն անվանում են *պիեզոմետրիկ մակարդակ*:

Պիեզոմետրիկ մակարդակը միշտ բարձր է կանգնում ջրատար հորիզոնի առաստաղից: Հեռավորությունը ջրատար հորիզոնի առաստաղից ուղղահիզ ուղղությամբ մինչև պիեզոմետրիկ մակարդակը անվանում են *ճնշում*: Պիեզոմետրիկ մակարդակների բաշխումը արտեզյան ջրերի տարածման ամբողջ մակերեսի վրա որոշում են սնման և բեռնաթափման մարզերում դրանց նիշերի հարաբերակցությունից: Պիեզոմետրիկ մակարդակը ռեալ կերպով արտահայտվում է ջրատար հորիզոնը բացած հորատանցքով: Մի քանի արտեզյան հորիզոնների առկայության դեպքում դրանց պիեզոմետրիկ մակերևույթները կհամընկնեն միայն այն դեպքում, եթե դրանց միջև կա հիդրավլիկ կապ կամ դրանց սնման և բեռնաթափման հիպսոմետրիկ դիրքերը համընկնում են:

*Բեռնաթափման մարզը* երկրի մակերևույթի ավելի ցածրադիր նիշերի վրա ջրատար հորիզոնների և համալիրների դուրս գալու տեղամասերն են՝ համեմատած սնման մարզի հետ: Բեռնաթափման օջախները, ըստ Ա.Վ.Օվչինիկովի, լինում են բաց, թաքնված և արհեստական [19]:

*Բաց* օջախներն են՝ էրոզիոն (գետահովիտներում, անապատային շրջանների անհոսք ճկվածքներում բեռնաթափվող օջախներ), դիմհարային (արտեզյան ջրերի շարժման ուղղությամբ արգելքների առկայության դեպքում), կառուցվածքատեկտոնական (հանդես են գալիս լեռնածալքավոր մարզերի անտիկլինալային կառուցվածքներում, տեկտոնական բեկվածքների զոնաներում և այլն) (տե՛ս նկ. 41):

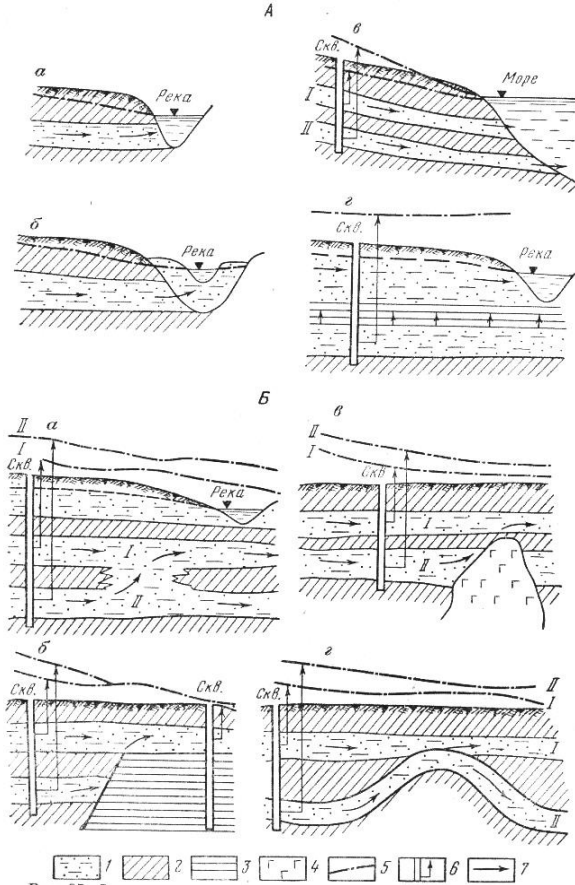


**Նկ. 41 Արտեզյան ջրերի բեռնաթափման բնական բաց օջախները**

A – ստորերկրյա ճնշումային ջրերի բեռնաթափման էրոզիոն օջախներ, α- գերահոսվորում բեռնաթափումը ջրի մակարդակից բարձր, β – չոր կլիմայական պայմաններում էրոզիոն-փեկլորնական իջվածքներում, Б - բեռնաթափման դիմադարյան օջախներ, в - ստորերկրյա ջրերի շարժման ճանապարհին մագնարիկական, մեկամորֆիզացված և աղաբար անջրաթափանց առաջացումներ, Г - ստորերկրյա ճնշումային ջրերի շարժման ճանապարհին ջրամերժ ապարների ծալվածքներ, B - ստորերկրյա ջրերի բեռնաթափման կառուցվածքա-փեկլորնական օջախներ, δ - ջրաթափանց ապարների ծալվածք կարստային մասերով, e - էկրանացված ջրաբար հորիզոնի փարէջրով (վարնեպրով), 1-ջրաբար ապարներ, 2-ջրամերժ ապարներ, 3-համեմատաբար ջրամերժ ապարներ, 4-մագնարիկական ապարներ, 5-պինեզոմեյրիկական մակարդակներ, 6-արտեզյան ջրերի շարժման ուղղություն, 7-վերընթաց աղբյուրներ:

Բեռնաթափման թաքնված օջախները ստորաբաժանվում են *արտաքինի* և *ներքինի* (տես նկ. 42): Բեռնաթափման արտաքին թաքնված օջախների օրինակ կարող են հանդիսանալ սուբֆլյուվիալ (գետահունների և այլուվիալ մատվածքների տակի օջախներ), ենթածովային (ծովերի հատակային աղբյուրներ) օջախները և այլն: Բեռնաթափման արտաքին թաքնված օջախներին են դասվում ման ստորերկրյա ջրերի կենտրոնացված բեռնաթափումները ջրամերժ հաստվածքների միջոցով, երբ առկա են ճնշման բարձր գրադիենտներ:





**Նկ. 42 Արտեզյան ջրերի բեռնաթափման բնական թաքնված օջախներ**

A-ստորերկրյա ճնշումային ջրերի բեռնաթափման արտաքին օջախներ, a և б – մերձֆլյուվիալային (a- գետահունի ջրերի մակարդակից ցածր, б- չորրորդական ալյուվիալ նստվածքներում), в- մերձնարինային (բեռնաթափումը ծովի հատակում), 2-ցրված բեռնաթափում համեմատաբար անջրաթափանց ապարների հաստվածքով, B- արտեզյան ջրերի բեռնաթափման ներքին օջախներ, Q- ջրամերժ ապարների հաստվածքում ֆացիալ փոփոխված «պարտիանների» միջոցով, б- փեկրոնական թաղված խախտումների միջոցով, в- աղային քմբերի, գմբեթների, ինդրուզիանների և այլ մարմինների թաքնված դիմադրողական փեղամասերով, Г- թաղված ժալքերի կարստային մասերով: 1- ջրադար ապարներ, 2-ջրամերժ ապարներ, 3-համեմատաբար ջրամերժ ապարներ, 4- աղաքեր նստվածքներ, 5- պիեզոմետրիկական մակարդակներ, 6- պիեզոմետրիկական ճնշումներ, 7- արտեզյան ջրերի շարժման ուղղություն: I-II- ջրադար հորիզոններ:

Բեռնաթափման ներքին թաքնված օջախները լայնորեն տարածված են ստորերկրյա ջրապատյանի (հիդրոսֆերայի) ջրահագեցված զոնաներում և հաճախ երևան են գալիս շերտախմբի աններդաշնակության տեղերում, «ֆացիալային պատուհանների» տեղամասերում, բացի այդ, նստվածքային ապարներով ծածկված տեկտոնական բեկվածքների զոնաներում, անտիկլինալների (կորածալքերի) առանցքային մասերում, երկրի մակերևույթ դուրս չեկած գմբեթներում և բարձրացումներում:

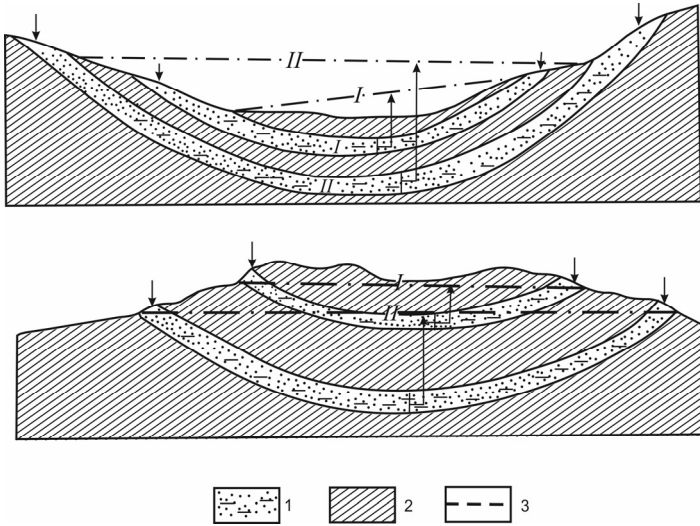
Հավերժական սառցութային ապարների տարածման շրջաններում արտեզյան ջրերի բեռնաթափումն իրականացվում է միջանցիկ հալութային (տալիկների) միջոցով: Չմռան շրջանում բեռնաթափման օջախները հանդես են գալիս սառցաբլուրների (նալեղ), ջրալակոլիտների (հիդրոլակոլիտ) ձևով (տե՛ս գլ. XIV):

Անհրաժեշտ է նշել, որ շատ արտեզյան ավազանների համար ճնշումային ջրերի բեռնաթափման բաց օջախներն ունեն շատ սահմանափակ տարածում: Մեծ նշանակություն ունեն բեռնաթափման թաքնված օջախները, որոնց միջոցով ջուրն աննկատ մեկ ջրատար հորիզոնից կամ համալիրից հոսում (ներհոսում) է մի այլնի մեջ կամ՝ հակառակը:

*Արհեստական* բեռնաթափման օջախներ են հանդիսանում ստորերկրյա ջրերի խոշոր ջրհանումները (խումբ հորատանցքերով մեծ քանակի ջրհանումներ ջրամատակարարման կամ այլ նպատակների համար) և միայնակ ջրհանման կառույցները (սովորաբար հորատանցքեր), որոնց երկարաժամկետ շահագործման ժամանակ ջրատար հորիզոններում ջրի ստատիկ մակարդակների իջեցումը հասնում է մի քանի տասնյակ մետրի:

Սովորաբար, ինչպես արդեն ասվել է, արտեզյան ավազաններում տարածված են մի քանի հորիզոններ կամ համալիրներ, որոնցում ամփոփված են ճնշումային ջրեր: Այսպես կոչված *ուղիղ ռելիեֆի* և շերտերի սինկլինալային տարածման դեպքում ներքևի ջրատար հորիզոնները տիրապետում են ավելի մեծ ճնշումների և տեղակայվում են ավելի բարձր նիշերի վրա, դրա համար էլ շատ հաճախ դրանց ջրերը ինքնաթափվում են (նկ. 43ա): *Շրջված ռելիեֆի* դեպքում (արտեզյան ավազանի ծայրամասերը ողողահարվել են) ներքևի ջրատար հորիզոնների

պիեզոմետրիկ մակարդակները կգտնվեն ավելի ցածր հիպսոմետրիկ նիշերի վրա (նկ. 43բ):

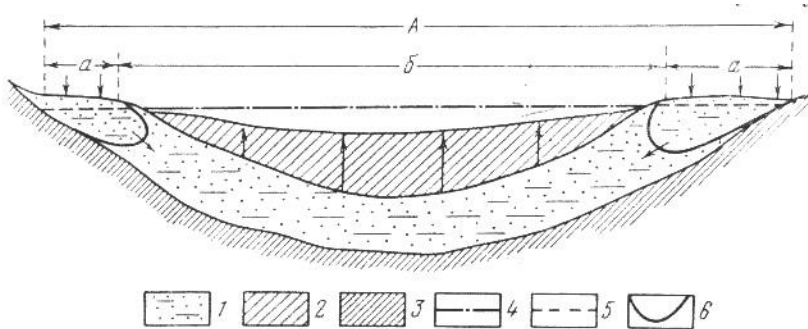


**Նկ. 43 Արտեզյան ավազանների տիպերը**

*A - ուղիղ ռելիեֆ, B - շրջված ռելիեֆ, 1 - ջրալար ապարներ, 2 - ջրամերժ ապարներ, 3 - պիեզոմետրիկ մակարդակ, I - արտեզյան վերին ջրալար հորիզոն, II - արտեզյան ստորին ջրալար հորիզոն*

Կախված սնման և բեռնաթափման մարզերի հիպսոմետրիկ տեղադրությունից, ինչպես նաև արտեզյան ավազանի սահմաններում դրանց գտնվելու տեղից՝ ստորերկրյա հոսքի պայմանները կարող են լինել բոլորովին տարբեր: Մասնավորապես բնական պայմաններում դիտվում են դանդաղեցված ջրափոխանակումով արտեզյան ավազաններ (նկ. 44): Նման ավազաններում սնման մարզերն ունեն մոտավորապես նույն բարձրության նիշեր, իսկ տեսանելի բեռնաթափման մարզերը բացակայում են:

Նմանատիպ ավազաններում ստորերկրյա ջրերի շարժումը և դրանց բեռնաթափումը իրականացվում են շատ դանդաղ թույլ ջրաթափանց կամ ջրամերժ (ճնշումների նշանալակի տարբերությունների դեպքում) առաստաղի ապարներով, դրանց տարածման ամբողջ մակերեսով:

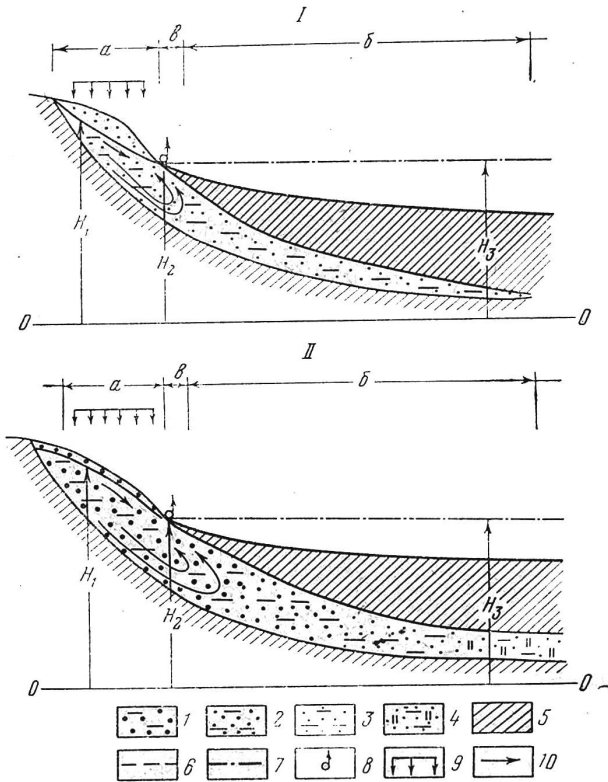


**Նկ. 44 Դանդաղ ջրափոխանակությամբ արտեզյան ավազան (ըստ Ա. Ս. Շագոյանցի)**

*A- ավազանի սահմանները րվյալ կրվածքում, a- սնման մարզեր (մասամբ հոսքեր), b- ճնշման մարզ և դժվարացված բեռնաթափում առասպաղի թույլ ջրաթափանց ապարների միջով, 1- ջրափար հորիզոն հանքայնացված ջրերով, 2- թույլ ջրաթափանց ապարներ, 3- ջրամերժ ապարներ, 4- պիեզոմետրիկ մակարդակ, 5- գրունդային ջրերի մակարդակ, 6- քաղցրահամ և հանքայնացված ջրերի սահմանը*

### 12.1.2. ԱՐՏԵԶՅԱՆ ԼԱՆՁԵՐ

Արտեզյան լանջ կոչվում է միաթեք (մոնոկլինալ) տեղադրված ջրատար հորիզոններով դեպի խորքը սեպածն վերջացող կամ ֆացիալ խառնվածքով և թույլ ջրաթափանց կամ ջրամերժ ապարներով ներփակված արտեզյան ջրերի ասիմետրիկ ավազանները (նկ. 45):



**Նկ. 45 Արտեզյան լանջի սխեմա**

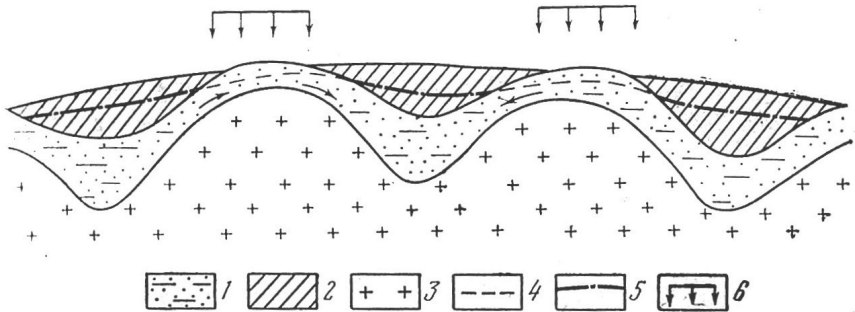
I- ջրալար հորիզոնի սեպացման պայմաններում, II- ջրալար հորիզոնի ապարների ֆացիալ փոփոխման պայմաններում, a- սնման և ճնշման սրեղծման մարզ, b - ճնշման փարածման մարզ, c-բեռնաբախման մարզ, H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>- համապատասխանաբար սնման, բեռնաբախման և ճնշման փարածման մարզերի պիեզոմետրիկական մակարդակներ: 1- խոշորահատիկ ավազներ, 2- մանրահատիկ ավազներ, 3- նրբահատիկ ավազներ, 4- ուժեղ կավային և նրբահատիկ ավազներ, 5- ջրամերժ ապարներ, 6- գրունտային ջրերի մակարդակ, 7- պիեզոմետրիկ մակարդակ, 8- վերընթաց աղբյուր, 9- մթնոլորտային տեղումների ինֆիլտրացման տեղամասեր, 10- սրբերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն

Արտեզյան լանջերը բնորոշ են նախալեռնային և միջլեռնային ձկվածքների եզրային մասերին, սինեկլիզի լանջերին և պլատֆորմային իջվածքներին, մոնակլինալներին (միաթեքվածքներին): Այդպիսի ար-

տեղյան ջրերի սնման, բեռնաթափման պայմանները խիստ տարբեր են. դրանք առայժմ բավարար ուսումնասիրված չեն: Արտեզյան լանջերում սովորաբար սնման (ժամանակակից ինֆիլտրացիայի և ճնշման ստեղծման) և բեռնաթափման մարզերը դասավորված են անմիջապես մեկը մյուսին մոտիկ, իսկ ճնշման տարածման մարզը՝ ավելի ցածր բացարձակ միջերի վրա: Այլ կերպ ասած՝ ճնշման մարզը գտնվում է սնման մարզից փոքր, իսկ բեռնաթափման մարզից մեծ բացարձակ միջերի վրա ( $H_1 > H_2 > H_3$ ) (տես նկ.45): Ըստ չափերի արտեզյան լանջերն ի նշանակալի փոքր են արտեզյան ավազաններից և բնութագրվում են ստորերկրյա ջրերի վարընթաց-վերընթաց շարժումների առկայությամբ:

### 12.1.3. ՄԵՐՉԱՐՏԵԶՅԱՆ ԱՎԱԶԱՆՆԵՐ

*Մերձարտեզյան* (սուբարտեզյան) ջրերին են վերագրվում այն ստորերկրյա ջրերը, որոնք համատարած և կայուն ճնշումով օժտված չեն. ինչպես պլանում, այնպես էլ ժամանակի ընթացքում այն զգալի փոփոխություններ է կրում: Առանձին տեղերում՝ մասնավորապես, ճնշումային ջրատար շերտի անտիկլինալային ծալքերում, որտեղ երբեմն վերին ջրամբժ շերտը բացակայում է, մերձարտեզյան ջրերը ձեռք են բերում գրունտային ջրերի բնույթ (նկ. 46):



**Նկ. 46 Մերձարտեզյան ջրերի տարածման սխեմա**

1- ջրարար ապարներ, 2- ջրամբժ ապարներ, 3- հիմքի բյուրեղացված ապարներ, 4- գրունտային ջրերի մակարդակ, 5- պիեզոմետրիկ մակարդակ, 6- մթնոլորտային փեղումների ինֆիլտրացման փեղամասեր

Ֆ. Պ. Սավարենսկին մերձարտեզյան ավազաններին է վերագրում պարբերաբար սնման մարզերով հանդես եկող միջշերտային ջրերը:

Երբեմն մերձարտեզյան ավազաններին են վերագրվում միջգետային տարածությունների վերևի ընդարձակ մասերի նստվածքային ապարներում համեմատաբար հորիզոնական տեղադրված ջրատար համալիրներին, որոնց մակերեսի առանձին տեղամասերում նկատվում են գրունտային կամ միջշերտային ոչ ճնշումային ջրեր, իսկ մյուսներում՝ ճնշումային:

Մերձարտեզյան ջրերի տեղադրման և ձևավորման պայմանները սահմանում են դրանց խայտաբղետ հանքայնացումը և քիմիական կազմը: Սովորաբար մթնոլորտային տեղումների ժամանակակից ինֆիլտրացիոն տեղամասերում ձևավորվում են քաղցրահամ կամ աղահամ ջրեր, որոնք ջրատար հորիզոնի խորասուզմանը զուգընթաց ջրամերժ ապարների ծածկի տակ դառնում են աղի:

## **12.2. ԱՐՏԵԶՅԱՆ ՋՐԵՐԻ ԶՈՆԱԼԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ**

Պլատֆորմային մարզերի և միջլեռնային գոգավորությունների արտեզյան ավազաններում կենտրոնացված են հսկայական քանակությամբ քաղցրահամ, բուժական, արդյունաբերական և ջերմային ջրեր, որոնք կապված են ավազանների երկրաբանա-ջրաերկրաբանական պայմանների առանձնահատկությունների հետ: Հատկապես նման ավազանների ջրերի վրա են հենվում ժողովրդական տնտեսության տնտեսական-խմելու օբյեկտների ջրամատակարարումը:

Սակայն արտեզյան ջրերի օգտագործումը հնարավոր է միայն դրանց բավարար պաշարների առկայության դեպքում, որոնք կախված են արտեզյան ավազանների մեծությունից, դրանց սնման մարզերի չափերից, ջրատար հորիզոնների քանակից, դրանց հաստությունից և ֆիլտրացիոն հատկություններից, ապարների ջրատվությունից, կլիմայական պայմաններից և այլ գործոններից: Արտեզյան ջրերի պաշարները սահմանվում են դրանց հետախուզական և փորձարարական տվյալների հիման վրա:

Արտեզյան ջրերի հետախուզումը և շահագործումը իրականացվում են տարբեր խորությունների և կոնստրուկցիաների հորատանցքերի մի-

ջոցով, որոնք հորատվում են՝ ելնելով տվյալ արտեզյան ավազանի ջրաերկրաբանական պայմաններից:

Արտեզյան ավազանների սահմաններում ստորերկրյա ջրերի հետախուզական աշխատանքների ընդհանրացումը հնարավորության է ընձեռել գիտնականներին (Վ. Ի. Վերնադսկի, Դ. Լ. Լիչկով, Ի. Կ. Ջայցև, Ն. Ի. Տոլստիխին և այլոց) հանդես բերելու և բացատրելու արտեզյան ստորերկրյա ջրերի ուղղաձիգ զոնալականությունը:

Ժամանակակից ջրաերկրաբանական գրականության մեջ արտեզյան ավազանների ուղղաձիգ կտրվածքներում առանձնացնում են հետևյալ հիմնական զոնաները՝ ջրաերկրադինամիկական, ջրաերկրաքիմիական և ջրաերկրաջերմային:

### **12.2.1. ՋՐԱԵՐԿՐԱԳԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ՉՈՆԱԼԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

*Ջրաերկրադինամիկական զոնալականությունը* իրենից ներկայացնում է արտեզյան ավազանի ուղղաձիգ կտրվածքում ստորերկրյա ջրերի շարժման արագությունների (ջրափոխանակման տեմպի) սահմանազատումը: Արտեզյան ավազանների ուղղաձիգ կտրվածքում առանձնացնում են *վերին* (ազատ, ինտենսիվ, ակտիվ ջրափոխանակման), *միջին* (դանդաղ, դժվար ջրափոխանակման) և *ստորին* (չափազանց դանդաղ, չափազանց դժվար ջրափոխանակման) ջրադինամիկական զոնաներ: Յուրաքանչյուր արտեզյան ավազանում այդ զոնաների հաստությունը յուրովի է: Դրանք պայմանավորված են ավազանի ջրաերկրաբանական պայմաններով և երկրաբանական կառուցվածքով: Անհարժեշտ է նշել, որ այդ զոնաների անջատումը, դրանց միջև սահմանների անցկացումը շատ պայմանական է, քանի որ արտեզյան ավազաններում դիտվում է ջրադինամիկական պայմանների մեծ զոնալականություն և չի տեղավորվում երեք ջրադինամիկական զոնաների մեջ:

*Ազատ ջրափոխանակման զոնայի* համար բնորոշ է ջրատար հորիզոնների հիդրավիկական «բաց» կապը արտեզյան ավազանի մակերևույթի հետ: Այս զոնայի կազմի մեջ մտնում են աերացիայի զոնան, գրունտային ջրերի հորիզոնը և վերին արտեզյան ջրատար հորիզոնները, ինչպես նաև արտեզյան ավազանի ֆունդամենտի (հիմքի) հողմնահարված ճեղքային ջրերի հատվածը, եթե դրանք դրենացվում են գետահովիտների ցանցով (գետային ցանցի հովիտներով):



Ազատ ջրափոխանակման զոնայի ստորերկրյա ջրերը սերտորեն կապված են մակերևութային ջրհոսքերի (գետ, վտակ), ջրավազանների (լիճ, ճահիճ) և մթնոլորտային ջրերի հետ: Դրանք որոշում են վերին ջրադինամիկական զոնայի ստորերկրյա ջրերի ռեժիմի կապը մթնոլորտային և մակերևութային ջրոլորտի ռեժիմների հետ:

Ազատ կամ ինտենսիվ ջրափոխանակման զոնայի ստորին սահմանը պայմանականորեն ընդունում են տվյալ արտեզյան ավազանի գետերի էրոզիոն բազիսի մակերևույթը, և զոնան ընդգրկում է դրանից վերև գտնվող բարձրադիր տեղամասերը: Ազատ ջրափոխանակման զոնայի ստորին սահմանը սովորաբար տեղադրված է գետերի ջրագծերից ներքև 100-150 մ խորությունների վրա, իսկ զոնայի ընդհանուր հաստությունը կազմում է 500-1500 մ:

Ազատ ջրափոխանակման զոնան շերտավորված է հարկերի, որոնցից առաջին հարկը, որն ընկած է տեղական էրոզիոն խրվածքներից (հիմքից) վերև 10-20 անգամ դինամիկ է ամբողջ զոնայի միջին դինամիկությունից: Ազատ ջրափոխանակման զոնայի ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիայի արագությունները տարեկան փոփոխվում են կիլոմետրերից մինչև մի քանի մետր: Այդ զոնայում ստորերկրյա ջրերի վերականգնման ընթացքը (տեմպը) կազմում է միջինը 330 տարի:

*Դանդաղ ջրափոխանակման զոնան* բնութագրվում է մթնոլորտային, մակերևութային և ստորերկրյա ջրերի միջև կապի թուլացմամբ և ստորերկրյա հոսքի դանդաղացումով: Այդ զոնայի ստորերկրյա հոսքի դինամիկական որոշվում է (սահմանվում է) իրենց խորը կտրտված էրոզիոն հովիտներով գլխավոր ջրային զարկերակների դրենացման ազդեցությունից ելնելով:

Դանդաղ ջրափոխանակման զոնան ընդգրկում է արտեզյան ավազանի այն տեղամասերը, որոնք գտնվում են ծովի մակարդակի և ազատ ջրափոխանակման զոնայի ստորին սահմանի՝ տեղանքի ժամանակակից էրոզիոն խրվածքի միջև:

Դրա հաստությունը պլատֆորմներում հասնում է մինչև 500-600մ, իսկ լեռնաձալքավոր մարզերում՝ մինչև 1000-2000 մ: Ստորերկրյա ջրերը, որպես կանոն, տիրապետում են նշանակալի ճնշումների: Այդ զոնայի ստորերկրյա ջրերի վերականգնման տեմպը կազմում է տասնյակ և հարյուրհազարավոր տարիներ:

*Չափազանց դանդաղ* ջրափոխանակման զոնան պայմանականորեն տեղադրված է ծովի ջրի մակարդակից ցածր (մինչև 8-10 կմ խորությունների վրա), որտեղ ջրադինամիկ շարժման պայմանները խիստ դժվարացված են:

Ջրադինամիկական միջին և ստորին զոնաների միջև սահմանների բաժանման համար գոյություն ունեն քանակական ցուցանիշներ (կրիտերիաներ)՝ ըստ շերտային հոսքի ծախսի, ջրափոխանակման ժամկետների տևողության, ըստ ճնշումների փոխհարաբերակցության տվյալների, պիեզոմետրիկ մակարդակների տեղադիրքի, ինչպես նաև ըստ ջրադինամիկական իրավիճակի անուղղակի ցուցանիշների՝ ջրաքիմիական զոնալականության, ջրի «հասակի», իզոտոպային խտության, He/Ar հարաբերության և այլն:

Չափազանց դանդաղ ջրափոխանակման զոնայում ստորերկրյա ջրերի շարժման իրական արագությունը տարեկան չեն գերազանցում մի քանի միլիմետրից, այսինքն՝ զգացվում են երկրաբանական ժամանակշրջանում: Ստորերկրյա հոսքն իրականացվում է ծովային և օվկիանոսային իջվածքների և երկրակեղևի խորը տեկտոնական բեկվածքների սահմանափակ ազդեցության տակ: Ավազանի չափազանց դանդաղ ջրափոխանակման զոնայում ստորերկրյա ջրերի շարժումը կատարվում է ոչ միայն ի հաշիվ ջրադինամիկ գրադիենտի, այլ նաև ապարների գրավիտացիոն խտացման, հնատեկտոնական (ներտեկտոնական) և այլ գործոնների ազդեցության տակ:

Ինֆիլտրացիոն, էլիզիոն և ջերմաառաձգական ռեժիմի շարժումները հնարավոր են տարբեր ջրադինամիկական զոնաներում: Օրինակ, ինֆիլտրացիոն ռեժիմը կարող է դիտվել բոլոր երեք զոնաներում: Էլիզիոն ռեժիմը բնորոշ է դժվար և չափազանց դժվար ջրափոխանակման զոնաների համար: Ջերմաառաձգական ռեժիմը կարող է հանդիպել միայն չափազանց դանդաղ ջրափոխանակման զոնայում: Ջրափոխանակման արագությունը կախված է նաև ստորերկրյա ջրերի շարժման արագությունից, արտեզյան ավազանի չափերից և կոնկրետ ջրատար համալիրի սահմաններում կոլեկտորների (ծակոտիների, ճեղքերի, դատարկությունների) ծավալից: Խոշոր միջլեռնային գոգավորությունների համար հատկանշական է առավել փոքր, ոչ մեծ ինտենսիվության ջրափոխանակությունը: Առավել փոքր ինտենսիվության ջրափոխանակումը

յուրահատուկ է պլաստֆորմային տիպի արտեզյան ավազաններին, որոնք կապված չեն լեռնային համակարգերի հետ:

Ջրաերկրադինամիկական զոնայականությունը ստորերկրյա ջրերի աղային, գազային, միկրոբադադրիչային, մանրէաբանական կազմի հետ լայնորեն օգտագործում են նավթի և գազի նոր հանքավայրերի որոնման ժամանակ:

### **12.2.2. ՋՐԱԵՐԿՐԱԳԻՄԻԱԿԱՆ ՋՈՆԱԼԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

Արտեզյան ավազանների ուղղաձիգ ջրաերկրաքիմիական զոնայականությունը արտահայտվում է ջրերի հանքայնացման աստիճանի և քիմիական կազմի փոփոխմամբ՝ ըստ խորության: Այն սերտորեն կապված է ջրադինամիկական զոնայականության հետ, քանի որ այն գործոնները որոնցով բնորոշվում են վերջիններս, ամիջականորեն ազդում են ստորերկրյա ջրերի հանքայնացման աստիճանի և քիմիական կազմի վրա: Այդ գործոնները ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի վրա առավել մեծ ազդեցություն են թողնում ինտենսիվ ջրափոխանակման գոնայում:

Դժվար և չափազանց դժվար ջրափոխանակման զոնաներում ջրաերկրադինամիկական ցուցանիշների՝ ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման գործում, ըստ երևույթին, ունեն երկրորդական նշանակություն: Ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորման վրա, բացի ջրադինամիկ գործոնների ազդեցությունից, ազդում են նաև այնպիսի ցուցանիշներ, ինչպիսիք են ջրատար ապարների լիթոլոգիական առանձնահատկությունները և քիմիական կազմը, երկրաբանական կառուցվածքների հասակը և դրանց զարգացման պատմությունը, կտրվածքում հավերժական սառցութային ապարների առկայությունը, արտեզյան ավազանի սահմաններում սեդիմենտացիոն ջրերի՝ ինֆիլտրացիոն ջրերով փոխանակման գործընթացների զարգացման աստիճանը և տարբեր ծագումնաբանական ջրերի իրար խառնվելը:

Ազատ (ակտիվ, ինտենսիվ) ջրափոխանակման զոնային բնորոշ են օքսիդացնող պրոցեսները: Ջրի ջերմաստիճանը այստեղ մեծ չէ՝ մինչև 25°C, ջրերը սովորաբար քաղցրահամ և աղահամ են, սակայն կտրվածքում աղատար նստվածքների առկայության դեպքում հանդիպում են աղի ջրեր և աղաջրեր: Տափաստանային, կիսանապատային և անապա-

տային պայմաններում ցամաքային (կոնտինենտալ) աղակալման գործընթացների ժամանակ վերին ջրադինամիկ զոնայում ձևավորվում են խալտարդետ (քաղցրահամից մինչև աղաջրեր) կազմի և հանքայնացման աստիճանի ջրեր:

Դանդաղ ջրափոխանակման զոնային բնորոշ են օքսիդացումից դեպի վերականգնում ընթացող գործընթացները (10-ից մինչև 40°C և ավելի) ջերմաստիճանային ջրերի առկայությամբ, տարբեր քիմիական կազմի (գերակշռում են սուլֆատ և քլորիդ իոնները), հանքայնացումը մինչև 50գ/լ և ավելի (հալոգեն նստվածքների առկայության դեպքում) հասնող ջրերում:

Չափազանց դանդաղ ջրափոխանակման զոնան բնութագրվում է վերականգնման միջավայրով: Ջրի ջերմաստիճանը տատանվում է 40-150°C և ավելի սահմաններում, դրանք, ըստ կազմի, գերազանցապես քլորիդ-նատրիումային, քլորիդ-կալցիումային տիպի են՝ (50-500գ/լ և ավելի հանքայնացման աստիճանով (հալոգեն նստվածքների հզոր հաստվածքով ավազաններ):

Այսպիսով, խորացմանը և ջրափոխանակման ինտենսիվության փոքրացմանը զուգընթաց օքսիդացման իրավիճակը փոխարինվում է վերականգնողականով, մեծանում է ստորերկրյա ջրերի հանքայնացումը, փոփոխվում է քիմիական կազմը հիդրոկարբոնատայինից սուլֆատայինի, սուլֆատայինից՝ քլորիդայինի: Սակայն, ջրաքիմիական գոնալականությունը, վերը շարադրված ընդհանուր տեսքով ներկայացրածը, չի կարելի օգտագործել ջրաերկրաբանական քարտեզների և կտրվածքների կազմման ժամանակ, քանի որ ջրաքիմիական զոնաների սահմանների տարանջատման համար բացակայում են կոնկրետ ցուցանիշները:

Ջրաքիմիական զոնաների տարանջատման համար որպես կարևոր ցուցանիշ (Ի. Կ. Ջայցև, Ն. Ի. Տոլստիխին, Մ. Ս. Գուրևիչ) ընդունել են ստորերկրյա ջրերի հանքայնացման աստիճանը: Համաձայն վերջիններիս՝ արտեզյան ավազանների կտրվածքում առանձնացնում են չորս ջրաքիմիական զոնաներ [33].

1. զոնա A - քաղցրահամ ջրեր 1գ/լ-ից փոքր հանքայնացումով
2. զոնա B - աղահամ ջրեր 1-ից մինչև 10գ/լ հանքայնացումով
3. զոնա B - աղի ջրեր 10-ից մինչև 50գ/լ հանքայնացումով
4. զոնա Г - աղաջրեր 50գ/լ-ից ավելի հանքայնացումով:

Ըստ նշված հեղինակների՝ ջրաքիմիական զոնան իրենից ներկայացնում է արտեզյան ավազանի կտրվածքի մի մասը, որը, ըստ ջրաքիմիական կառուցվածքի, համեմատաբար համասեռ է, դրա սահմաններում ջրի հանքայնացումը և քիմիական կազմը փոփոխվում են համեմատաբար փոքր ինտերվալներում:

Հարկ է նշել, որ, ինչպես վերը նշվեց, այստեղ ևս ջրաքիմիական զոնաների անջատումը և դրանց միջև սահմանների անցկացումը հանդիսանում է մոտավոր, քանի որ ստորերկրյա ջրերի հանքայնացումը և քիմիական կազմն ըստ խորության փոփոխվում է աստիճանաբար և ոչ հավասարաչափ:

Կախված ավազանների երկրաբանակառուցվածքային կազմությունից և ջրադինամիկ պայմաններից վերջիններիս կտրվածքում կարող են տարածված լինել միայն A զոնան, A + B զոնաները, A + B + B զոնաները և A + B + B + Γ զոնաները: Ընդ որում, հավերժական սառցույթի մարզերում A զոնայի և երբեմն նաև B զոնայի ջրատար հորիզոնները և համալիրները հաճախ գտնվում են սառեցված վիճակում:

A զոնայի ջրերի քիմիական կազմը հիմնականում հիդրոկարբոնատ կալցիումային են: Այն քաղցրահամ ջրերով առավել լայն տարածում ունի հավելուրդային խոնավության կլիմայական գոտում:

A զոնան ընդգրկում է գրունտային ջրերը և վերին արտեզյան ջրատար հորիզոնները, որոշ տեղերում մինչև 1000 մ խորությունը և կապված է ինտենսիվ ջրափոխանակման ջրադինամիկական զոնայի հետ: Ոչ բավարար խոնավության գոտում արտեզյան ջրատար հորիզոններում քաղցրահամ ջրերը բացակայում են և հանդիպում են միայն ոսպնյակների ձևով, երբեմն խոշոր՝ գրունտային աղի ջրերի վրա «լողացող» (տե՛ս գլ. XI. 4, 11.3.6.3.):

Արտեզյան ավազաններում B ջրաքիմիական զոնան լայն տարածում ունի: Դրա հաստությունը չափվում է հարյուրավոր և նույնիսկ հազարավոր մետրերով և կապված է դանդաղ ջրափոխանակման ջրադինամիկական զոնայի հետ: Աղահամ ջրերը հիդրոկարբոնատային կազմի են՝ գերազանցապես նատրիումային: Որոշ աղահամ ջրեր օգտագործվում են խմելու և ջրաքիմիական նպատակներով:

Արտեզյան ավազաններում բավական լայն տարածում ունի նաև B ջրաքիմիական զոնան: Դրա հաստությունը չափվում է հազարավոր մետրերով:

Դ ջրաքիմիական զոնայի աղաջրերը բացառապես քլորիդային են: Դրանց կատիոնային կազմում գերակշռում են քլորիդ-նատրիումային, իսկ առավել բարձր հանքայնացման դեպքում՝ քլորիդ-կալցիումային և հազվագյուտ՝ քլորիդ-մագնեզիումային քիմիական տիպի ջրերը: Աղաջրերն ունեն ոչ միայն բուժիչ, այլ գերազանցապես արդյունաբերական նշանակություն, քանի որ այն հարստացված է յոդով, բրոմով, բորով և ուրիշ միկրոբաղադրիչներով: Վերջին երկու զոնաների (B և Դ) ջրերը տեղադրված են չափազանց դանդաղ ջրափոխանակման զոնայում:

Հարկ է նշել, որ ավազանների կտրվածքների վերին մասերում գիպսերի, անհիդրիդների, աղերի, իսկ ավելի խորը՝ լավ ջրաթափանց ապարների առկայության դեպքում արտեզյան ավազաններում կարող է տեղի ունենալ, այսպես կոչված, ջրաքիմիական ինվերսիա (շրջում, հակադարձում), այսինքն՝ ըստ խորության ջրերի հանքայնացման և քիմիական կազմի օրինաչափ փոփոխություններից անբնականոնության անցում:

Արտեզյան ավազանների ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմը պայմանավորված է ջրատար և ջրամերժ ապարների կազմով, սնման և բեռնաթափման մարզերի միջև եղած հարաբերակցությամբ, ջրադինամիկական և ջրաքիմիական զոնալականությամբ, երկրաբանակառուցվածքային և ֆիզիկաաշխարհագրական գործոններով, ֆիզիկաքիմիական, կենսաքիմիական և ռադիոակտիվ գործընթացներով, որոնք ընթացում են երկրակեղևում:

Չդիտարկելով արտեզյան ջրերի քիմիական կազմի ձևավորմանն առնչվող բոլոր գործոնները՝ միայն նշենք, որ երբ սնման մարզի դիրքը նշանակալից գերակշռում է բեռնաթափման մարզին, ապա արտեզյան ավազանում կատարվում է ակտիվ ջրափոխանակում, ուստի նմանատիպ ավազաններում գերակշռող տարածում ունեն քաղցրահամ ջրերը: Խոշոր արտեզյան ավազաններում, որոնք ունեն ոչ մեծ մակերեսով սնման մարզ և մեծ մակերեսի վրա տարածում ունեցող ճնշման մարզ, զգալի տարածում ունեն հանքայնացված ջրերը:

Բոլոր տիպերի և չափերի արտեզյան ավազաններում, երբ դրանց ուղղաձիգ կտրվածքներում բացակայում են գիպսերը, անհիդրիդները և աղերը, ինչպես նաև խոր տեղադրված և ավազանների սնման մարզերում երկրի մակերևույթ դուրս եկած բարձր թափանցելիության ապարները, ապա հիդրոկարբոնատային կազմի քաղցրահամ ջրերը սովորա-

բար տեղադրված են լինում ինտենսիվ ջրափոխանակման գոնայում, հիդրոկարբոնատ-սուլֆատային, սուլֆատային և սուլֆատ-քլորիդային կազմի հանքայնացված ջրերը՝ դանդաղ ջրափոխանակման գոնայում, քլորնատրիում-կալցիումային տիպի բարձր հանքայնացված ջրերը և աղաջրերը՝ չափազանց դանդաղ ջրափոխանակման գոնայում:

### **12.2.3. ՋՐԱԵՐԿՐԱԶԵՐՍԱՅԻՆ ՁՈՆԱԼԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

*Ջրատրկրաջերմային գոնալականությունն* արտահայտում է երկրակեղևի վրա արտաքին և խորքային գործոնների ազդեցությունների արդյունքում ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանի փոփոխությունները, ուղղաձիգ կտրվածքում: Երկրակեղևի վերին հորիզոնների ջերմաստիճանային ռեժիմում արտաքին գործոնների շարքում մեծ դեր են խաղում կլիմայական պայմանները: Կլիմայական պայմանների տատանումների ազդեցության տակ բևեռային շրջաններում և դրանց հարակից բարձրադիր լայնություններում պարբերաբար տեղի են ունենում դարավոր սառեցում և տաքացում և որպես հետևանք, երկրակեղևի վերին մասերում սառեցման և հալեցման պարբերաբար խորացում:

Երկրակեղևի խորը հորիզոններում դարավոր բացասական ջերմաստիճանի, ներթափանցման օրինակ կապված սառցակալման էպոխայում կլիմայի տատանումների հետ, կարող է հանդիսանալ բազմամյա (հավերժական) սառածության գոնան, որի հաստությունը հյուսիսային կիսագնդում կազմում է մինչև 1.5 կմ և ավելի և մինչև 4 կմ՝ հարավայինում:

Հասարակածային և մերձհասարակածային լայնություններում, հակառակը՝ երկրակեղևում տեղի է ունենում դարավոր տաքացման խորացում: Երկրակեղևում ջերմաստիճանային տատանումների թափանցման խորությունը կախված է երկրի մակերևույթի վրա ջերմաստիճանային տատանումների ամպլիտուդայից և տատանումների ժամանակահատվածների տևողությունից:

Խորքային գործոնների դերը, կապված Երկրի ներքին ջերմային հոսանքների ազդեցության հետ, իր արտահայտությունն է գտնում երկրաջերմային գրադիենտի մեծություններում: Երկրաջերմային գրադիենտի ամենավոր մեծությունները տեղի են ունենում պլատֆորմաների սահմաններում և հատկապես պլատֆորմային բյուրեղային հիմքի երկ-

րի մակերևույթ դուրս եկած էլքերի սահմաններում: Երկրաջերմային գրադիենտի ամենամեծ արժեքները յուրահատուկ են երիտասարդ ծալքավոր մարզերին (Կավկազ, Կարպատներ, Պամիր և այլն) և հատկապես ժամանակակից հրաբխականության գործունեության մարզերին (Կամչատկա): Այդ տեղերի համար շատ մեծ է տեկտոնական խզվածքի դերը՝ որպես ջերմային հաղորդիչների:

Արտաքին և ներքին գործոնների փոխազդեցության արդյունքում ձևավորվում են արտեզյան ավազանների ստորերկրյա ջրերի անչափ տարբեր ջերմաստիճանները: Արտեզյան ավազանների մերձմակերևութային մասերում, որոնք տարածված են հավերժական սառցութային տարածքներում, ստորերկրյա ջրերը հաճախ ունեն բացասական ջերմաստիճան: Ջրատար հորիզոնների սառեցումը ուղեկցվում է ջրերի բաժանման՝ պինդ (ստորերկրյա սառցույթներ) և բասացական ջերմաստիճանով հեղուկ (կրիոպեզներ) ֆազաներով: Կրիոպեզները աղային ջրեր են և աղաջրերը, որոնք ընդերքում չեն սառչում մինչև  $-12^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանային պայմաններում (Ն. Ի. Տոլատիխին, Վ. Ա. Կրիյախին):

Ջերմաստիճանա-բացասական ոլորտի (սառույցներ և կրիպոգեններ), ինչպես նաև դրանցից հարավ ընկած ջրերի տակ տեղադրված է հեղուկ ֆազային ջրերի ոլորտը, որը ստորաբաժանվում է հետևյալ գոնաների (կտրվածքում)

- 1) սառը և գոլ ջրեր – ջերմաստիճանը  $0-35^{\circ}\text{C}$
- 2) գոլ և շատ տաք ջրեր (ջերմաջրեր) – ջերմաստիճանը  $35-100^{\circ}\text{C}$
- 3) բացառիկ տաք եռացող (հիպերթերմալ) ջրեր - ջերմաստիճանը  $100-500^{\circ}\text{C}$

Բոլոր հիմքերը կան ասելու, որ խորը տեղադրված արտեզյան ջրատար հորիզոններում գտնվում են  $150^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանը գերազանցող ջրեր:

Երկրակեղևի առավել խորը մասերում հնարավոր է, որ բացահայտվեն ջրի տաք գոլորշիներ: Այդ երրորդ ոլորտի ջրերի ջերմաստիճանը մոտավորապես  $500$ -ից մինչև  $1200^{\circ}\text{C}$  է: Ենթադրում են, որ էլ ավելի մեծ խորությունների վրա և առավել բարձր ջերմաստիճաններում գոյություն ունի չորրորդ ոլորտը՝ ջրի դիսոցման (տարրաբաժանման) ջրածնի և հիդրօքսիդի ոլորտը:

Բևեռայինից դեպի հասարակածային տարածքները դիտվում է արտեզյան ջրերի ընդհանուր տաքացում: Սկզբում վերանում է ջերմաստի-



ճանա-բացասական ոլորտի ջրերը, հետո աստիճանաբար՝ սառը ջրերի զոնան: Եվ վերջապես հասարակածային արտեզյան ավազանների վերին ջրատար հորիզոններում գերակշռող են դառնում գոլ ջրերը, իսկ ոչ մեծ խորությունների վրա՝ երկրորդ ոլորտի տաք ջրերը:

Այսպիսով, արտեզյան ավազաններում դիտվում է ջերմաստիճանի լայնական և խորքային (ուղղաձիգ) զոնալականություն, որն արտահայտվում է ըստ խորության ջերմաստիճանի մշտական բարձրացմամբ: Բացառիկ դեպքերում արտեզյան ավազաններում դիտվում է ջերմաստիճանային անբնականոնություն (անոմալիաներ), երբ սառը ջերմաստիճանի ջրերի վրա տեղադրված են գոլ ջրերը: Նման անբնականությունները տարաբնույթ են և յուրաքանչյուր անգամ պետք է մանրազնիմ ուսումնասիրվեն:

Բնութագրված բոլոր ձևերի զոնալականությունների ձևավորումը տեղի է ունենում երկու հակադիր գործունեությունների երկարատև փոխազդեցության արդյունքում.

1) մակերևութային՝ ներկայացված ֆիզիկաաշխարհագրական, ֆիզիկաքիմիական, կենսաբանական և այլ էկոզոեն համալիր գործոններով և ինֆիլտրացիոն ջրերի Երկրի ընդերք ներդրման, ապարներից քիմիական տարրերի դուրս հանման հետ կապված գործընթացներով, ցածր ջերմաստիճանով և ճնշումով,

2) խորքային՝ ներկայացված էնոզոեն գործընթացներով:

Չոնալականությունը, ընդհանրապես, պայմանավորված է ֆիզիկաաշխարհագրական, երկրաբանակառուցվածքային, ջերմադինամիկական և այլ գործոններով:

Տարբեր տիպի ուղղաձիգ զոնալականությունները իրար հետ կապված են: Եվ՝ ջրաերկրաքիմիական, և՛ ջրաերկրաջերմային զոնաների ցուցանիշները ինչ-որ չափով համապատասխանում են ջրաերկրադինամիկական զոնալականությանը և, շատ հաճախ համընկնում են դրա սահմանների հետ՝ հատկապես վերին:

### **12.3. ԱՐՏԵԶՅԱՆ ՋՐԵՐԻ ՌԵԺԻՄԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Արտեզյան ջրատար հորիզոնների բնորոշ առանձնահատկություններից մեկը առաձգական ռեժիմի առկայությունն է: Համաձայն Վ. Ի.

Շչելկաչովի՝ դա այնպիսի ռեժիս է, որի դեպքում ջրատար հորիզոնի վարքի վրա շահագործման գործընթացում էապես ներգործում են ապարների և դրանց հագեցնող հեղուկների (նավթ և ջուր) առաձգականությունները:

Եթե արտեզյան ջրատար հորիզոններն ունենային իդեալական կոշտ միջավայր և լցված լինեին անմածուցիկ և անսեղմելի հեղուկով, ապա ջրառի (ջրհանման) արդյունքում ջրի մակարդակը հորատանցքերում և սնման մարզերում կիջներ ակնթարթորեն, սակայն իրականության մեջ այն չի պատահում: Սովորաբար այդ ջրերի հորատանցքով ջրառման դեպքում, դրանց ազդեցությունը տարածվում է համեմատաբար ոչ մեծ հեռավորությունների վրա:

Արտեզյան ջրատար հորիզոնում առաձգական ռեժիմը կարող է դրսևորվել մի շարք բնական և արհեստական պատճառների ազդեցությամբ: Բնական պատճառների շարքին դասվում են մթնոլորտային ճնշման և սնման մարզում գրունտային ջրերի մակարդակների փոփոխությունները, ծովային մակընթացությունները և տեղատվությունները, երկրաշարժերը, արհեստականին՝ հորատանցքով շահագործումը, դրանց աշխատանքի ռեժիմի փոփոխականությունը, ջրատար հորիզոնի առաստաղի վրա արտաքին բեռնվածության փոփոխությունը:

Առաձգական ռեժիմի պայմաններով օժտված ջրատար հորիզոնի շահագործման դեպքում դրանում ի հայտ են գալիս իրար հետ սերտ կապի մեջ գտնվող երկու բնորոշ երևույթներ՝ 1) նավթագազատար շերտի շահագործումը սկսելուց հետո և դրանից հումքի հանույթի ռիթմի փոխանցումից հետո շերտային ճնշման երկարատև տատանման գործընթացները, 2) շերտում ճնշման իջեցում դրանից հեղուկի առաձգական պաշարի կորզման ժամանակ և հակառակը՝ շերտում հեղուկի առաձգական պաշարի կուտակում, երբ դրանում բարձրանում է ճնշումը:

Ընդհանուր առմամբ, արտեզյան ջրերի ռեսուրսների, դրանց ֆիզիկական հատկությունների և քիմիական կազմի փոփոխությունների գործընթացները բնական և արհեստական գործոնների ազդեցության տակ, այսինքն՝ դրանց ռեժիմը թույլ է ուսումնասիրված: Որոշ տեղեկատվություններ կան միայն ոչ խորը տեղադրված արտեզյան ջրատար հորիզոնների ջրերի ռեժիմի վերաբերյալ: Ջրերի ռեժիմը մնան հորիզոններում սովորաբար սերտ կապի մեջ է գրունտային ջրերի ռեժիմի, մակերևութային հոսքերի և ջրավազանների, ինչպես նաև օդերևութաբանական

գործոնների ռեժիմի հետ: Ընդ որում, որքան բարձր է արտեզյան ջրատար հորիզոնների մեկուսացվածության աստիճանը մակերևույթից, այնքան թույլ են նշված կապերը:

Վ.Ս.Կավալևսկին ոչ խորը տեղադրված արտեզյան ջրերի ռեժիմի առանձնահատկությունները բնորոշող հիմնական գործոնների շարքին է դասում՝

- 1) սնման մարզի կլիմայական առանձնահատկությունները,
- 2) երկրի մակերևույթից ջրատար հորիզոնի մեկուսացվածության աստիճանը,
- 3) ջրատար հորիզոնի դրենացման աստիճանը, որը բնորոշում է ստորերկրյա ջրերի ջրափոխանակման ինտենսիվությունը:

Արտեզյան ջրերի մեկուսացված լինելը գրունտային և մակերևութային ջրերից, ինչպես նաև սնման մարզերի հեռու տեղադրումը դրանց համար ապահովում է առավել կայուն ռեժիմ:

#### **12.4. ՊԻԵԶՈՒԶՈՂԻՊՍԵՐԻ ՔԱՐՏԵԶՆԵՐԻ ԿԱԶՄՈՒՄԸ ԵՎ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒՄԸ**

Պիեզոիզոիպսերի քարտեզները պատկերում են ճնշումային ջրատար հորիզոնի պիեզոմետրիական մակերևույթների բացարձակ նիշերը իզոզծերի տեսքով:

Պիեզոիզոիպսերի քարտեզները, ինչպես և ռելիեֆի իզոզծերի ու հիդրոիզոզծերի քարտեզները (տես գլ. XI, կետ 11.3.2) կազմվում են միջարկման (ինտերպոլյացիայի) մեթոդով: Սակայն պիեզոիզոիպսերի քարտեզների կազմման մեթոդիկայում գոյություն ունեն որոշ առանձնահատկություններ՝ պայմանավորված արտեզյան ջրերի տեղադրման պայմաններով: Այսպես, պիեզոիզոիպսերի քարտեզների կազմման ժամանակ թույլատրելի է տարբեր ժամանակներում չափված պիեզոմետրիկական կայունացած մակարդակների օգտագործումը: Դա պայմանավորված է նրանով, որ նույնիսկ ոչ խորը տեղադրված արտեզյան ջրատար հորիզոնները, կապված ճնշման տարածման մարզում ջրամերժ առաստաղի առկայությունից, պիեզոմետրիկական մակարդակներն ըստ ժամանակի օդերևութաբանական գործոնների ազդեցության տակ էական փոփոխություններ չեն կրում: Բացի այդ՝ արտեզյան ջրատար հորիզոնները սովորաբար հիդրավիլիկական կապի մեջ չեն ոչ խորը

տեղադրված ջրատար հորիզոնների (կամ թույլ կապի մեջ են), գետա-ջրերի, լճերի, ճահիճների և այլ տիպի մակերևութային ջրհոսքերի և ջրավազանների հետ: Դրանք տալիս են հիմք միջարկման ժամանակ օգտագործել գետահովիտների, լճերի, ջրավազանների, ճահիճների և այլ տարբեր ավերում կամ մերձակա տարածքներում գտնվող արտեզ-յան ջրերի դիտարկային տվյալները: Երբեմն պիեզոիզոհիպսերի քարտեզները համատեղում են այլ տիպի ջրաերկրաբանական քարտեզների հետ:

Պիեզոիզոհիպսերի քարտեզը անպայման ուղեկցվում է ջրաերկրաբանական կտրվածքով: Այդ կարգի կտրվածքների վրա ցույց են տրվում ստրատիգրաֆիական սահմանները, ապարների լիթոլոգիական առանձնահատկությունները, ջրամերժ շերտերը, ապարների ջրաթափանցելիությունը:

Պիեզոիզոհիպսերի քարտեզի հիմքի վրա կարելի է որոշել ջրաերկրաբանական մի քանի կարևոր ցուցանիշներ և սահմանել ջրատար հորիզոնի տեղադրման և կառուցվածքի առանձնահատկությունները: Այսպես, պիեզոիզոհիպսերի առավելագույն նիշերը բնորոշ են սնման և ճնշման տարածման մարզերի համար, նվազագույնները՝ բեռնաթափման մարզի: Ըստ պիեզոիզոհիպսերի քարտեզի՝ հեշտությամբ որոշվում են արտեզյան հոսքի շարժման ուղղությունը (երբ պիեզոիզոհիպսերի անկման ուղղությամբ ուղղահայաց գիծ է անցկացվում), սովորաբար այն ցույց է տրվում սլաքների տեսքով, պիեզոմետրիկական թեքությունը (երկու կետերում պիեզոմետրիկ մակարդակների տարբերությունը հարաբերելով կետերի միջև եղած հեռավորությանը), կայունացած (հաստատված) պիեզոմետրիկական մակարդակը ցանկացած կետում (ռելիեֆի իզոգոծերի և պիեզոիզոհիպսերի նիշերի տարբերությամբ տվյալ կետում):

Ըստ պիեզոիզոհիպսերի խտացման կամ նոսրացման՝ կարելի է գաղափար կազմել ջրատար հորիզոնի հզորության կամ ջրաթափանցելիության մեծության փոփոխությունների մասին: Դարսիի հայտնի բանաձևի (տես գլ. IX) համաձայն պիեզոմետրիկական թեքությունը հակադարձ կախվածության մեջ է ֆիլտրացիայի գործակցի, հոսքի լայնության և հաստության հետ: Հետևապես պիեզոիզոհիպսերի խտացումը (հոսքի թեքության մեծացումը) սովորաբար վկայում է հոսքի հզորության և լայնության փոքրացման կամ էլ ապարների ջրաթափանցելիության

փոքրացման մասին: Պիեզոգոհիպսերի քարտեզի վրա ջրատար հորիզոնի առաստաղի իզոգծերի նիշերի առկայության դեպքում ցանկացած կետում հեշտությամբ կարելի է որոշել ճնշման մեծությունը ջրատար հորիզոնի առաստաղի վրա:

Տեղանքի ռելիեֆից կախված պիեզոմետրիկական մակարդակը կարող է տեղադրված լինել երկրի մակերևույթից բարձր կամ ցածր: Գնշման տարածման մարզում պիեզոմետրիկական մակարդակը սովորաբար երկրի մակերևույթից բարձր դիտվում է գետահովիտներում, խոշոր ձորակներում (հեղեղատներում) և այլ ցածրացումներում: Նման տեղամասերում հորատանցքի միջոցով ջրատար հորիզոնի բացման (հորատման) դեպքում ջուրը ազատ կերպով կթափվի դրանցից կամ կշատրվանի: Պիեզոգոհիպսերի քարտեզի առկայության դեպքում համատեղված ռելիեֆի իզոգծերի հետ կարելի է գետեղել արտեզյան ջրերի ինքնաթափման տեղամասերը, այսինքն՝ այն մակերեսները, որոնց վրա պիեզոմետրիկական մակարդակների բացարձակ նիշերը բարձր են կանգնած երկրի մակերևույթի հիպսոմետրիկ նիշերից:

*Գրական ճնշում* են անվանում երբ պիեզոմետրիկական մակարդակը բարձր է երկրի մակերևույթից: Իսկ եթե այն չի հասնում երկրի մակերևույթ, անվանում են *բացասական ճնշում*:

Շատ հաճախ արտեզյան ջրերը հորատանցքերում բարձրանում են հորատանցքաբերաններից (երկրի մակերևույթին հորատանցքի հարած սկզբնամաս) 30 մ և նույնիսկ 150 մ և ավելի բարձր: Սակայն արտեզյան ջրերի պիեզոմետրիկական մակարդակները մեծամասամբ տեղադրված են երկրի մակերևույթից ցածր և դրանց շահագործման ժամանակ հարկ է լինում հորատանցքերը կահավորել պոմպերով:

Հարկ է նշել, որ պիեզոմետրիկական մակարդակների ստորաբաժանումը դրականի և բացասականի պայմանական է: Երբ արտեզյան ջրատար հորիզոնից ջրի հան հորատանցքերի (շահագործական) համակարգի միջոցով երկարատև ջուր է վերցվում, բերում է դրական պիեզոմակարդակի իջեցմանը երկրի մակերևույթից ներքև: Այսպիսով, արհեստական ճանապարհով կարելի է հասնել դրական պիեզոմետրիկական մակարդակի փոխարինմանը բացասականի:

Չափավոր շահագործման դեպքում արտեզյան ջրերի մակարդակը, ի տարբերություն գրունտային ջրերի, տևական ժամանակի ընթացքում էական փոփոխությունների չի ենթարկվում: Սակայն չիմնավորված և

անհաշիվ հորատանցքերով արտեզյան ջրերի շահագործումը (ինչպես Արարատյան հարթավայրն է) հանգեցնում է ամենախոշոր արտեզյան ավազաններում անգամ դրանց ռեժիմի էական փոփոխության: Բավական է նշել, որ վերջին հինգ տասնամյակներում արտեզյան ջրերի պիեզոմետրիկ մակարդակը Լոնդոնի շրջակայքում իջել է 100-110 մ և ավելի, Փարիզում՝ 120-130 մ և ավելի, Կիևի տարածքում՝ 60-70 մ և ավելի, իսկ Արարատյան հարթավայրում վերջին երկու տասնամյակներում՝ 8-10 մ և ավելի:

## ԳԼՈՒԽ XIII

### ՃԵՂՔԱՎՈՐՎԱԾ ԵՎ ԿԱՐՍՏԱՎՈՐՎԱԾ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐ: ԽՈՐՔԱՅԻՆ ՋՐԵՐ

Ապարների միներալային կմախքում ազատ տարածությունների ծագման և կառուցվածքների տարբեր լինելու հանգամանքից ելնելով՝ ճեղքային և ճեղքա-կարստային ջրերն առանձնացվում են որպես ստորերկրյա ջրերի առանձին տիպեր, որոնք իրենց տեղադրման պայմաններով և հիդրոդինամիկ հատկանիշներով կարող են դասվել գրունտային (ոչ ճնշումային) կամ ճնշումային ջրերի տիպերին:

Ճեղքավորված և կարստավորված ապարներում ստորերկրյա ջրերը բնութագրվում են ձևավորման, տարածման, շարժման և կուտակման յուրահատուկ առանձնահատկություններով:

#### 13.1. ՈՐՈՇ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՃԵՂՔԱՎՈՐՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՍԱՄԻՆ

Ապարներում ճեղքային երևակումները, որոնք բնորոշ են հիմնականում բյուրեղային, փոխակերպային և հոծ նստվածքային ապարներին, կարող են պայմանավորված լինել տեկտոնական գործընթացներով, հողմնահարումով, տարրալուծումով, լուծումով և այլ գործոններով:

Ըստ ծագման ապարներում առանձնացնում են ճեղքերի առաջացման երեք հիմնական տիպեր՝

- 1) լիթոգենետիկական (քարածագումնաբանական)
- 2) հողմնահարման
- 3) տեկտոնական:

*Լիթոգենետիկական ճեղքերն* առաջանում են բուն ապարի առաջացման գործընթացում: Սովորաբար այդպիսի ճեղքերը հանդես են գալիս ապարի ամբողջ հաստվածքով: Չնայած ճեղքերը ապարներում հանդես են գալիս խիտ ցանցով, սակայն դրանք ունեն շատ աննշան չափեր: Այդպիսի ապարների, եթե չեն ենթարկվել լեռնագոյացման, էպեյրոզեն (ցամաքաստեղծ) շարժումների ազդեցություններին կամ օդերևութաբանական ազդակների ազդեցություններին, ճեղքերը շատ հաճախ աննկատելի են անզեն աչքով, և այդպիսի ճեղքերի ջրառատությունը շատ փոքր է:

Նման ծագումնաբանական ճեղքերը սովորաբար անցնում են ապարաշերտի ամբողջ զանգվածով: Այսպես, օրինակ՝ բազալտներում, որոնք ունեն տիպիկ ուղղաձիգ սյունաձև կառուցվածք, շատ հաճախ դիտվում են բազմաթիվ ուղղաձիգ ճեղքեր, որոնք մակերևույթից գնում են դեպի խորքը (օրինակ՝ Գառնիի կիրճը): Կարևոր է նշել նաև, որ ինչպես բազալտներում (հատկապես հին լավային առաջացումներում), այնպես էլ մի շարք այլ տարատեսակ ապարներում (օրինակ՝ ավազաքարերում, կոնգլոմերատներում) ջրի շարժումն իրականացվում է ճեղքեր և ծակոտիներ համակարգով, այսինքն՝ դրանք հանդիսանում են ճեղքա-ծակոտինային ջրերի կուտակիչներ (կոլեկտորներ):

*Հողմնահարման ճեղքերն* առաջանում են էկզոգեն (արտաժին) գործոնների (ջերմաստիճան, ջուր, քիմիական և մեխանիկական հողմահարում) ազդեցության արդյունքում: Գեղքերի առաջացումն առավել ինտենսիվ է ընթանում այնպիսի տեղամասերի ապարներում, որոնք ունեն լիթոգենետիկական և տեկտոնական ժառանգության ճեղքեր: Հողմնահարման ճեղքերի տարածման խորությունը սովորաբար հասնում է մինչև 30-50 մ և երբեմն 100 մ:

*Տեկտոնական ճեղքերը* առաջանում են երկրակեղևի ուղղաձիգ և հորիզոնական շարժումների արդյունքում: Տեկտոնական շարժումները թարմացնում և ընդարձակում են լիթոգենետիկական մանր ճեղքերի համակարգը, ինչպես նաև այդ ուղղություններով առաջացնում են ճեղքերի նոր համակարգեր: Երբեմն ձևավորվում են տասնյակ կիլոմետրերի հասնող ճեղքեր-խզվածքներ: Տեկտոնապես ակտիվ զոնաներում ապարների զանգվածներում խորը խորասուզված ճեղքա-խզվածքները, որոնք հասնում են մի քանի կիլոմետրերի համեմատաբար քիչ են հանդիպում: Նշանակալից տարածում ունեն տեկտոնական խոշոր խախտումներն ու բեկվածքները, որոնք սահմանափակվում են առաջին մի քանի հարյուր մետրերում:

Բոլոր տիպի ճեղքերը կարող են լինել *բաց* և *փակ*, այսինքն՝ չլցված կամ լցված ավազային-կավային, միներալային առաջացումներով: Ապարներում տարբեր տիպի ճեղքավորվածությունները ստեղծում են բավականին բարդ համակարգ ստորերկրյա ջրերի կուտակման, տարածման և շարժման համար:

Ապարների ճեղքավորվածության ջրաերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ, բացի ճեղքերի ծագման, կառուցվածքային



առանձնահատկությունների, մորֆոլոգիայի և ուղղությունների պարզաբանումից, տրվում են նաև ապարների ջրատարությունը բնութագրող պարամետրերի քանակական գնահատականները: Այդպիսի պարամետրերի շարքին են դասվում՝ 1) ճեղքերի կողմնորոշվածությունը, 2) ճեղքերի բացվածքը, 3) ճեղքային դատարկության գործակիցը (ապարի բացվածության աստիճանը):

Ապարի բլոկում *ճեղքերի կողմնորոշվածությունը* կախված է տեկտոնական լարվածություններից, որոնց ազդեցության տակ տեղի է ունենում ապարի ճեղքավորումը: Սովորաբար քառասյին ուղղվածության մանր ճեղքային ցանցում առանձնացվում են մի քանի գլխավոր համակարգեր (մերձգուգահեռ ճեղքերի համակարգ): Այդ համակարգի ճեղքերը, իրար հետ հատվելով, ձևավորում են ջրատարների ցանց: Այդպիսի համակարգերը լինում են երկուսը-երեքը: Ճեղքի ուղղվածությունը որոշում է ապարի տարբեր բլոկների ջրատարությունը տարածության մեջ՝ ըստ ճեղքերի գլխավոր համակարգերի:

*Ճեղքերի բացվածքը (S)*՝ դրանց պատերի միջև հեռավորությունը: Այն տարբեր ապարներում նշանակալի փոփոխվում է: Ըստ մեծության՝ ճեղքերը բաժանվում են մակրո ( $S > 0.1$ մմ) և միկրոճեղքերի ( $S < 0.1$ մմ): Բացի այդ՝ մեծ դեր է խաղում միներալներով ճեղքի լցվածության կամ դրա բացակայության առկայությունը: *Ճեղքային դատարկության* գործակիցը ճեղքավորվածության գլխավոր պարամետրն է, ապարի բացվածության (ջարդոտվածության) քանակական գնահատման ժամանակ:

### **13.2. ԾԵՂՔԱՎՈՐՎԱԾ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՋՐԱՏԱՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

*Ճեղքային ջրերը* մագմատիկ, փոխակերպային և նստվածքային հոծ ապարների ճեղքերում տեղադրված և շրջանառվող ստորերկրյա ջրեր են:

Ստորերկրյա ջրերը ճեղքային արտաժայթքային, փոխակերպային, ուժեղ լիտիֆիկացված (քարացած) նստվածքային և հրաբխային ապարներում ազատ (գրավիտացիոն) ջրերի հիմնական տիպ է, որոնց ֆիլտրացիոն և տարողունակության հատկությունները որոշվում են տարբեր ծագումնաբանական ճեղքերի (ճեղքավորվածության) զարգացվածությամբ:

Կախված ճեղքավորվածության ինտենսիվությունից, ճեղքերի բացվածությունից, լցանյութի առկայությունից կամ բացակայությունից (երկրորդային միներալներ կամ փուխր նյութեր)՝ ճեղքավորված ապարների (նույնիսկ նույն կազմի) ջրաթափանցելիությունը կարող է փոփոխվել գործնականում 0-ից մինչև  $nx10^2$  մ/օր և ավելի: Դեղքային ապարների գրավիտացիոն ջրատարողունակությունը (քանակապես արտահայտվում է ջրատվության գործակցով), ի տարբերություն ծակոտինային միջավայրի, միշտ առավել փոքր է և որպես կանոն, չի գերազանցում 1-5% (0.01-0.05):

Դեղքավորված ապարներում ստորերկրյա ջրերի շարժումը ինչպես ցույց են տվել բազմաթիվ փորձեր, ենթարկվում է ֆիլտրացիայի գծային օրենքին: Դա սովորաբար բացատրվում է ճեղքերի ոչ մեծ լայնությամբ, ինչպես նաև նրանով, որ համեմատաբար առավել լայն ճեղքերը մեծ մասամբ այս կամ այն չափով լցված են ավազային-կավային կամ այլ նյութերով: Նույնիսկ խոշոր բաց ճեղքերում և անցքերում, որոնք իրար հետ կապված են բարդ համակարգի նեղ ճեղքերով, ջրի շարժումը ենթարկվում է ֆիլտրացիայի գծային օրենքին:

Դեղքավորված ապարներում ստորերկրյա ջրերի տարածումը և շարժումը, կախված ճեղքերի բնույթից, ծագումից և չափերից տարբեր են: Ապառաժային ապարների ճեղքերում ամփոփված են ինչպես ոչ ճնշումային (գրունտային), այնպես էլ ճնշումային ջրեր: Դեղքերում ստորերկրյա ջրերի ճնշումը պայմանավորված է իրար փոխադարձ կտրող-անցնող ճեղքային ջրերի հիդրոստատիկ ճնշումով, որոնց մի մասը տարածված է առավել բարձր նիշերի վրա գտնվող սնման զոնայում, որտեղ դրանք կլանում են մթնոլորտային տեղումները և մակերևութային ջրերը, իսկ ներքևը՝ ցածր նիշերի վրա տարածված ճեղքերից ճնշման տակ դուրս են գալիս աղբյուրներ: Այլ տեղամասերում ճեղքերում ջրի ճնշումը կապված է գազի ճնշման հետ, որը բարձրանում է լիթոսֆերայի ավելի խոր զոնաներից: Երիտասարդ հրաբխականության գործունեության շրջաններում ապարների ճեղքերով ջրի բարձրացումը երբեմն պայմանավորված է  $100^{\circ}\text{C}$  –ից բարձր ջերմաստիճանի ջրային գոլորշիների ճնշումով (տես գլ. XV):

Դեղքավորված ապարների ջրառատության աստիճանի վրա մեծ ազդեցություն է գործում նաև ճեղքերի և դրանցում լցված ապարների հողմնահարված ու լուծված նյութերի տղմակալումը: Ջուրը, շարժվելով

ճեղքերով, հաճախ դրանք տղմակալում է կավային մասնիկներով, որոնք առաջանում են դաշտային շպատների և կավային թերթաքարերի հողմնահարումից: Բացի այդ՝ տեղի է ունենում ճեղքերի լցում մաս լուծույթից անջատվող կալցիտային, սիլիկատային, տարբեր հանքային նյութերի առաջացումներով:

Այսպիսով, ճեղքավորված ապարների ժամանակակից ջրատարության բնույթը երկարատև երկրաբանական պատմության արդյունք է:

Ճեղքային ջրերն ըստ ջրակալվածության աստիճանի և տարածման բնույթի բաժանվում են երկու հիմնական ենթատիպերի՝ 1) արտածին (էկզոգեն) ճեղքավորվածության (հողմնահարման) զոնայի ստորերկրյա ճեղքային ջրեր, 2) տեկտոնական խախտումների զոնայի ճեղքա-երակային ջրեր:

### **13.2.1. ԱՐՏԱԾԻՆ ԳԵՂՔԱՎՈՐՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ԶՈՆԱՅԻ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱԿ ԳԵՂՔԱՅԻՆ ՋՐԵՐ**

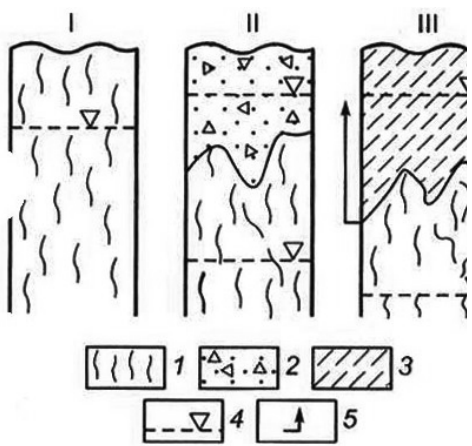
Այս ենթատիպի ջրերին հաճախ անվանում են ռեզիդուալ-ճեղքային ջրեր: Դրանք տարածված են արմատական ապարների երկրաբանական կտրվածքի վերին մասի հողմնահարման ճեղքերով առավելապես զարգացած զոնայի սահմաններում:

Արտածին ինտենսիվ ճեղքավորվածությամբ վերին զոնայի հաստությունը կախված ապարների կազմից և հասակից, դրանց տեղախախտվածության (դիսլոկացիայի) աստիճանից, ռելիեֆից, կլիմայական գործոններից, նշանակալի փոփոխվում է՝ մի քանի մետրից մինչև 100-150 մ: Սակայն արտածին տիպի իրական ճեղքերը կարող են տարածվել նշանակալի խորությունների վրա (մինչև 500 մ): Ապարների ճեղքավորվածության և ջրաթափանցելիության ինտենսիվությունները վերին զոնայում, ըստ խորության, նույնպես փոփոխվում են մեծ սահմաններում: Ելնելով դրանից՝ արտածին ճեղքավորվածության զոնան բաժանում են երեք ենթազոնաների [4]՝ 1) վերին (մինչև 10-15 մ) ճեղքավորված ապարների համեմատաբար բարձր ջրաթափանցելիությամբ, որը կախված դրանց կազմից և այլ գործոններից փոփոխվում է 0.5 մ/օրից մինչև 30 մ/օր և ավելի: Ենթազոնայի ամենավերին մասերում ջրաթափանցելիությունը կարող է կտրուկ ընկնել՝ ի հաշիվ ճեղքավոր տա-

րածքի կավային նյութերով կոլմատացիայի (տղմանստեցման), որն առաջանում է ապառաժային ապարների հողմնահարումից, 2) միջին (60-80 մ), որի համար հատկանշական է ջրաթափանցելիության աստիճանական նվազումը մինչև  $10^{-2}$ - $10^{-3}$  մ/օր, 3) ներքին, որի համար կապված արտաձին ճեղքավորվածության «մարման» հետ ընդհանուր առմամբ բնորոշ է ապարների չափազանց թույլ ջրաթափանցելիությունը:

Այնուհանդերձ, արտաձին ճեղքավորվածության զոնայի ջրերը առաջացնում են մեկ միասնական ջրատար հորիզոն, որը զանգվածի վերին մասում կամ ճեղքավորված ապարների տարածման մարզերում ունի համատարած տարածում:

Արտաձին ճեղքավորվածության զոնայում ստորերկրյա ճեղքային ջրերի տեղադրման պայմանները դրանց սնումը և բեռնաթափումը որոշվում են ջրաերկրաբանական կտրվածքի կառուցվածքով ներառյալ ճեղքավորված ապառաժային ապարները վերևից սահմանափակող չորրորդական կամ ավելի հին փուխր առաջացումների կտրվածքը (հաստությունը, կազմը): Այդ տեսակետից առանձնացնում են երեք տիպի ջրաերկրաբանական կառուցվածքներ (նկ. 47) [4]:



**Նկ. 47 Աերացիայի զոնայի ճեղքավորված ապարների զանգվածի կառուցվածքի տարբեր սխեմաներ**

- 1- ժայռային ճեղքավորված ապարներ, 2- փուխր լավ ջրաթափանց ապարներ,
- 3- փուխր թույլ ջրաթափանց ապարներ, 4- գրունրային ջրերի մակարդակ,
- 5- գրունրային ջրերի տեղական ճնշում

Առաջին տիպի կտրվածքներում վերին զոնայի ճեղքային ջրերն ըստ տեղադրման պայմանների միշտ հանդիսանում են գրունտային: Երկրորդ տիպի կտրվածքներում, երբ ճեղքային ջրերի մակարդակը տեղադրված է ոչ խորը, դրանք փուխր առաջացումների ջրերի հետ միասին ձևավորում են մեկ միասնական ջրատար հորիզոն (նույնպես ազատ մակերևույթով գրունտային ջրեր) (նկ. 47 ա): Երբ ճեղքային ջրերի մակարդակը տեղադրված է խորը, լավ ջրաթափանց փուխր առաջացումները հանդես են գալիս որպես աէրացիայի զոնայի նստվածքներ, որոնք որոշ չափով պայմանավորում են ճեղքային ջրերի ինֆիլտրացիոն սնման ձևավորման պայմանները, սնման քանակը և դրանց բաշխումն ըստ ժամանակի: Երրորդ տիպի կտրվածքներում, երբ ճեղքային ջրերի մակարդակը տեղադրված է խորը և վերևից սահամանավակված են թույլ ջրաթափանց ապարներով, այդ ապարները հանդես են գալիս որպես ճեղքային ջրատար հորիզոնի առաստաղ: Վերջինիս հետ կապված ճեղքային ջրերը ձեռք են բերում տեղական ճնշում, որի մեծությունը, կախված ռելիեֆից, փուխր նստվածքների կազմից, հաստությունից և այլ գործոններից կարող է հասնել 10-15մ և ավելի (նկ. 47 բ):

Ինֆիլտրացիայի առավել նպաստավոր պայմանները բնորոշ են առաջին և հատկապես երկրորդ տիպի կտրվածքներում, երբ ապարների հողմնահարման զոնայում ամփոփված ջրերը շատ հաճախ գրունտային ջրերի հզոր հոսքերի տեսքով շարժվում են բազալտների և անդեզիտաբազալտների ճեղքերով՝ հատկապես թաղված հնահովիտներով դեպի ռելիեֆի ցածրադիր տարածքները: Այդպիսի շրջանների ցածրադիր տեղամասերում դիտվում են քաղցրահամ ջրերով հզոր աղբյուրների ելքեր: Աղբյուրների ծախսերը, որոնց ջրերը արտահոսում են անդեզիտաբազալտային հաստվածքի ճեղքերից, հաճախ մեծ են, իսկ հանքայնացումը՝ փոքր: Այդպիսի աղբյուրներ կան Հայաստանում, Վրաստանում և Ադրբեջանում:

Որպես օրինակ կարելի է բերել Հայաստանում՝ Արագածի զանգվածի հարավային լանջի ստորին մասերում գտնվող աղբյուրը՝ Այդր-Լիճ, որը դրենացնում է նշված զանգվածի ջրհավաք ավազանի համարյա ամբողջ ջրերը: Դրա ծախսը կազմում է մոտ 20.5 մ<sup>3</sup>/վ, ջրերը քաղցրահամ են:

Բազալտներից ջրի հզոր ելքեր հայտնի են Ամերիկայում և Հավայան կղզիներում: Հավայան կղզիներում այդպիսի աղբյուրների ջրերի

գումարային ծախսը հասնում է հսկայական մեծությունների (110-140մ<sup>3</sup>/վ): Սակայն, երբ լանջային մասերում ճեղքավորված ապարները ծածկված են համեմատաբար թույլ ջրաթափանց փուխր առաջացումներով (կտրվածքի երրորդ տիպը), մթնոլորտային տեղումների զգալի մասը ծախսվում է մակերևութային հոսքի ձևավորման վրա, որը բերում է գրունտային ջրերի ինֆիլտրացիոն սնման կտրուկ անկման: Տարածքների ցածրադիր տեղամասերում, կտրվածքի վերին մասում թույլ ջրաթափանց ապարների առկայության դեպքում հորատանցքերը շատ հաճախ բացում են ճնշումային ինքնաթափվող ճեղքային ջրեր, որոնց բեռնաթափումը կատարվում է ուղղաձիգ՝ դեպի վերև ֆիլտրացիոն ճանապարհով:

Արտածին ճեղքավորության զոնայի գրունտային ճեղքային ջրերի *քիմիական կազմի շեղումները* պայմանավորված է երկու հիմնական գործոններով՝ 1) ֆիլտրացիայի կարճ (տեղական) ճանապարհով և գրունտային ջրերի շարժման բարձր արագությունով, 2) որպես կանոն, ապառաժային ապարների զանգվածի վերևի զոնայում հեշտ լուծելի միներալային միացությունների բացակայությամբ: Այդպիսի պայմաններում գլխավորապես ձևավորվում են ուլտրաքաղցրահամ (գերքաղցրահամ) և փոքր հանքայնացումով (մինչև 150-200 մգ/լ, մասամբ ավելի) հիդրոկարբոնատ-կալցիումային (կալցիում-մագնեզիումային, երբեմն՝ կալցիում-մատրիումային) կազմի գրունտային ջրեր: Սուլֆատային և քլորիդային կազմի մինչև 2.0-3.0 գ/լ և ավելի հանքայնացմամբ ջրեր, արտածին ճեղքավորվածության զոնայում, կարող են ձևավորվել, երբ այն ներկայացված է գիպս-անհիդրիտային և ուժեղ գիպսացված ապարներով: Արտածին ճեղքավորվածության զոնայում առանձին դեպքերում (Հարավային Ուրալ, Արավիական անապատ և այլն) հնարավոր է ձևավորվեն քլոր-մատրիումային, սուլֆատային, քլոր-կալցիումային, մատրիումային կազմի մինչև 10-30 գ/լ և ավելի հանքայնացում ունեցող ստորերկրյա ջրեր: Նման ջրերի առկայությունը կարող է կապված լինել ցամաքային աղակալման գործընթացների հետ, երբ գրունտային ջրերի բեռնաթափումը կատարվում է գոլորշիացման ճանապարհով խորը ճեղքային ջրերի (բարձր հանքայնացմամբ) վերընթաց բեռնաթափման տեղամասերի տեխնածին աղտոտվածության և այլնի հետ:

Կիսամետաղական միներալներով հանքայնացման առկայության դեպքում վերին զոնայի ճեղքային ջրերը կարող են պարունակել Fe, Mn, Zn, Pb տարրեր մինչև 10մգ/լ և ավելի բաղադրություններով:

Արտածին ճեղքավորվածության զոնայի գրունտային ճեղքային ջրերի *ռեժիմը* ձևավորվում է կլիմայական (օդերևութաբանական) գործոնների ազդեցության տակ և, ընդհանուր առմամբ, բնութագրվում է զգալի փոփոխականությամբ, հատկապես այն տեղամասերում, որտեղ անմիջապես վերևից տեղադրված են ինտենսիվ ճեղքավորված ապարները: Գարնան ձնհալի և հեղուկ մթնոլորտային առատ տեղումների շրջանում այստեղ ձևավորվում է ինտենսիվ (արագ) ինֆիլտրացիոն սնում, որն էլ բերում է գրունտային ջրերի մակարդակների կտրուկ բարձրացման, որոշ դեպքերում մինչև 10-15մ և ավելի: Մթնոլորտային տեղումների բացակայության շրջանում բեռնաթափումը բերում է գրունտային ջրերի մակարդակների արագ իջեցման: Մակարդակների կտրուկ փոփոխությունները պայմանավորում են աղբյուրների ծախսերի համապատասխան փոփոխություններ՝ ընդհուպ մինչև չորացման:

Այն տեղամասերում, որտեղ ճեղքավորված զոնայի ապարները վերևից ծածկված են բավականին հզորության փոխը նստվածքներով (նկ. 47), դրանց բարձր գրավիտացիոն տարողունակություն ունենալու հետևանքով բողնում են էական կարգավորիչ ազդեցություն՝ հարթեցնելով մակարդակների տատանումների կտրուկ փոփոխությունները:

### **13.2.2. ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԽԱՆՏՈՒՄՆԵՐԻ ՉՈՐԱՅԻ ՃԵՂՔԱՎՈՐՎԱԿԱՆ ՉՐԵՐ**

Այս ենթատիպին են դասվում այն ստորերկրյա ջրերը, որոնք տեղադրված են երկրակեղևի խոշոր տեկտոնական ճեղքերում և խզվածքներում:

Ջրաերկրաբանության տեսանկյունից ճեղքային ջրերի այդ ենթատիպը առաջացնում է զծային տարածում ունեցող ջրատար զոնաներ, որոնցում հաճախ առաջանում են ստորերկրյա հզոր հոսքեր: Այդ ջրատար զոնաները մեկուսացված չեն շրջապատող երկրաբանական միջավայրից, այլ հիդրավլիկական կապի մեջ են ճեղքավորված ջրապարունակ ապարների ջրատար համակարգի հետ:

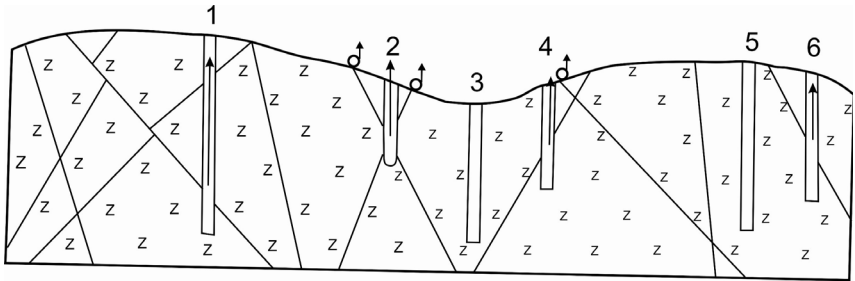
Ճեղքային և ճեղքատրակային ջրերը մեծ մասամբ տարածված են լեռնային ծալքավոր մարզերի ու հրաբխային բարձրավանդակների, ինչպես նաև հին բյուրեղային վահանների և պլատֆորմային գոտիների բեկորացված հիմքերի ապարներում: Դրանք հայտնի են Միջին Ասիայում, Ուրալում, Կովկասում, Անդրկովկասում և այլ լեռնային շրջաններում: Խոշոր տեկտոնական խախտումների երկարությամբ անցնող բեկորացված և ճեղքավորված զոնաների լայնությունը փոփոխվում է 0.5-ից մինչև 5.0 կմ, զոնաների երկարությունը չի գերազանցում 8.0 կմ, երբեմն հասնում է մի քանի տասնյակ (Ուրալում Միասկի բեկվածքը 20 կմ) և նույնիսկ հարյուրավոր կիլոմետրերի (Կոպետ-Գաղի ջերմային զոնա): Այդ զոնաներում ստորերկրյա ջրերի տեղադրման խորությունը մեծամասամբ չի գերազանցում 15 մ, իսկ ջրերը հաճախ դուրս են գալիս երկրի մակերևույթ վերընթաց աղբյուրների ձևով:

Խախտման զոնաներում ապարները մեծամասամբ բնութագրվում են համեմատաբար բարձր ջրաթափանցելիությամբ, գլխավորապես կտրվածքի վերին մասերում՝ արտաձին ճեղքավորվածության զոնայի սահմաններում և որոշ չափով ավելի խորը (150-200 մ, որոշ դեպքերում մինչև 500 մ և ավելի), քանի որ խախտման զոնայի սահմաններում (ապարների տեկտոնական բեկորացվածության) հողմնահարման գործընթացներն ընթանում են համեմատաբար մեծ խորությունների վրա: Հողմնահարման գործընթացները բերում են տեկտոնական ճեղքավորվածության ճեղքերի լայնացմանը, դրանցից միներալային նյութերի լուծման և դուրս հանմանը, դրանով իսկ մեծանում է տեկտոնական զոնայի կտրվածքի՝ հատկապես վերին մասերի ապարների ջրաթափանցելիությունը: Դրանով հանդերձ խորը հորատված հորատանցքերից ստացվող նյութերը և անուղղակի տվյալները վկայում են այն մասին, որ մի շարք դեպքերում տեկտոնական խախտումների զոնաներում ապարների ճեղքայնության և ջրաթափանցելիության մեծացումը պահպանվում է առավել զգալի խորությունների վրա: Այսպես, Կոլա թերակղզում գերխորը հորատանցքով (մոտ 12.5 կմ) 9-11 կմ խորությունների միջակայքում բացվել են մի քանի համեմատաբար թափանցելի և ջրավորված տեկտոնական խախտումների զոնաներ: Ջրաերկրաքիմիական և ջրաերկրաջերմային տվյալները վկայում են այն մասին, որ խախտված տեկտոնական զոնաներում ստորերկրյա ջրերի շրջանառման խորությունը հասնում է 4.0-5.0 կմ և ավելի: Ենթադրվում է, որ առանձին դեպքե-



րում, այդ խորությունը կարող է հասնել տասնյակ կիլոմետրերի (Ջայցև, 1986):

Ստորերկրյա ճեղքատերակային ջրերը, ըստ տեղադրման պայմանների, մեկ միասնական ջրատար հորիզոն չեն ձևավորում, այլ առաջացնում են լոկալ (լոկալ-գծային) մերձուղղաձիգ ստորերկրյա ջրերի հոսքեր, սահմանափակված տեկտոնական խախտման իրական զոնայում (նկ. 48): Նման զանգվածներում փորված հորատանցքերը կարող են հատել մի տեղում միայն «չոր» ապարներ (հորատանցք 3,5), մեկ այլ տեղում՝ ճնշումային բնույթի ջրատար ապարներ, ըստ որում, ջրերը կարող են լինել ինչպես դրական (հորատանցք 2,4), այնպես էլ բացասական (հորատանցք 4,6) ճնշումով: Ընդ որում, դրանցում ստորերկրյա ջրերի հոսքերի ծախսը, ուղղությունը և ֆիլտրացիայի արագությունը, շրջանառման խորությունները կարող են լինել տարբեր:



**Նկ. 48 Ճեղքավոր ապարների զանգվածում ջրակալված ճեղքերի հատումը հորատանցքերով. 1, 2, 3, 4, 5, 6 – հորատանցքեր, վերընթաց աղբյուր**

Սակայն, ինչպես վերն ասվեց, ճեղքային ջրերի հիմնական ծավալը սովորաբար ձևավորվում է կտրվածքի վերին մասում (մինչև 300-500 մ, երբեմն խորը): Ռելիեֆի բարձրադիր էլեմենտների վրա (սնման մարզեր) ջրերը, որպես կանոն, գրունտային են, որոնց մակերևույթը համապատասխանում է էկզոգեն ճեղքավորվածության զոնայի ջրատար հորիզոնի մակարդակին: Կտրվածքի առավել խորը մասերում ջրերը ճնշումային են, ռելիեֆի ցածրադիր տեղամասերում՝ հաճախ ինքնաթափվող:

Ճեղքատերակային ջրերի սնման մարզը գտնվում է դրանց տարածման սահմաններից դուրս: Սնման հիմնական աղբյուրներ են մթնոլորտային տեղումները և գետերից, լճերից, լճակներից և այլ ջրավազանե-

րից ֆիլտրացվող ջրերը: Բացի այդ՝ որոշ տեղամասերում ներթափանցում են նաև մերձակա ջրատար հորիզոնների և առավել խորը տեղադրված ջրատար հորիզոնների ջրերը:

Ընդբաերակային ջրերը, ըստ հանքայնացման և քիմիական կազմի արտակարգ տարբեր են: Բեկվածքների ոչ խորը (100-200 մ) տեղադրման դեպքում դրանք սովորաբար քաղցրահամ են: Բեկվածքների առավել խորը հորատանցքերի ապարների մեջ ներթափանցման դեպքում ջրերը կարող են լինել տաք (թերմալ), աղային և աղի (մինչև 300 գ/լ և ավելի հանքայնացումով):

Բեկվածքային զոնաների հետ կապված են տարբեր կազմի հանքային և հանքաջրաբուժական նշանակության ջրերի խոշոր հանքավայրեր: Տարբեր ձևի հանքային ջրերի համակցության (սառը ածխաթթվային և ջերմային, ազոտային և մեթանային ջերմային և այլն) ցայտուն օրինակ է դազախական հանքային ջրերի շրջանը:

Ջրամատակարարման համար առավել գործնական հետաքրքրություն են ներկայացնում խոշոր տեկտոնական խախտումների զոնաների կարբոնատային ապարների ստորերկրյա ջրերը: Միջին Ասիայի և Գազախստանի առանձին քաղցրահամ ջրերի հանքավայրերը կապված են մման զոնաների հետ և օգտագործվում են (մինչև 230-540լ/վ ծախսով) ջրամատակարարման համար:

### **13.3. ԿԱՐՍՏԵՐԻ ԱՌԱՋԱՅՈՒՄԸ ԵՎ ԿԱՐՍՏԱՎՈՐՎԱԾ ԱՊԱՐԵՐԻ ՉՐԱՏԱՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

«Կարստ» տերմինը ծագել է Դինարական լեռան հյուսիսարևմտյան սարահարթում տեղադրված կավճի հասակի կրաքարերի անվանումից, որը գտնվում է Հարավսլավիայի և Իտալիայի սահմանում՝ Ադրիատիկ ծովի ափամերձ տարածքներում: Կարստ ասելով հասկացվում է բոլոր այն գործընթացների և երևույթների ամբողջականությունը, որը հանգեցնում է լեռնային ապարների՝ բնական ջրերով տարրալուծմանն ու հեռացմանը:

Կարստը զարգանում է տարրալուծվող և լուծվող ապարներում՝ կրաքարերում, դոլոմիտներում, մարմարներում, գիպսերում, անհիդրիտներում, աղային հանքակուտակումներում և այլն: Հայտնի է, որ ջրում կարբոնատային ապարները տարրալուծվում են շատ չնչին չափով, սա-

կայն դրանց տարրալուծման ունակությունը կտրուկ բարձրանում է, երբ ջրում առկա է ազրեսիվ ածխաթթուն: Նշանակալի լուծելիությամբ հայտնի են գիպսերը և անհիդրիտները: Առավել բարձր լուծելիությամբ են բնորոշվում աղային հանքակուտակները՝ քլորիդները և նատրիումի, կալիումի ու մագնեզիումի ծծմբաթթվային աղերը: Թվարկած ապարները սովորաբար ենթարկվում են ռեգիոնալ կարստավորման՝ կախված կլիմայական, երկրաձևաբանական և տեկտոնական պայմաններից:

Հարկ է նշել, որ կարստերի, ինչպես ներքին դատարկությունները, այնպես էլ մակերևութային առաջացումները, սովորաբար կապված են ապարների ճեղքավորվածության հետ, որոնց տարածման ուղղությամբ էլ ավելի ինտենսիվ զարգանում են կարստային գործընթացները: Կարստավորվող հաստվածքներում ճեղքերի ու դատարկությունների (հատկապես խոշորների) զարգացման տարրալուծման և լուծման գործընթացներին զուգահեռ մասնակցում են նաև էրոզիոն երևույթները: Խոշոր կարստային դատարկություններում և բացվածքներում ստորերկրյա հոսքերը տիրապետում են բավականին մեծ կենդանի ուժի, որն էլ նպաստում է ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղիների լայնացմանը և խորացմանը:

Երկրի մակերևութի վրա կարստային երևակումները լինում են տարբեր ձևերի՝ ձագարածն, քարայրների, հորերի, գետնուղիների, չոր «քարային անտառների», գետահունների և այլն: Կարստային ձագարներն ունեն 5-10 մինչև 30-50 մ ընդլայնական և մինչև 10-25 մ խորության չափեր: Ուժեղ կարստավորված շրջաններում կարստային ձագարների քանակը երբեմն հասնում է 100-200 հատի 1կմ<sup>2</sup> մակերեսի վրա (100-200 հատ/կմ<sup>2</sup>): Շատ հաճախ կարստային ձագարները տեղադրված են կարստավորվող և չկարստավորվող ապարների կոնտակտային մասերում, ինչպես նաև դիպլոմկտիվ խախտումների երկայնքով, որտեղ կարբոնատային ապարները լինում են ջարդոտված: Կարստային ձագարների և անցքերի գծային դասավորությունը ստորերկրյա հոսքերի գոյության և շարժման ուղղությունների ուղեցույցն է կարստավորվող ապարների հաստվածքներում (շերտախմբում): Առանձին կարստային ձագարներ կլանում են մինչև 200մ<sup>3</sup>/ժամ անձրևային և ձնհալային ջրեր:

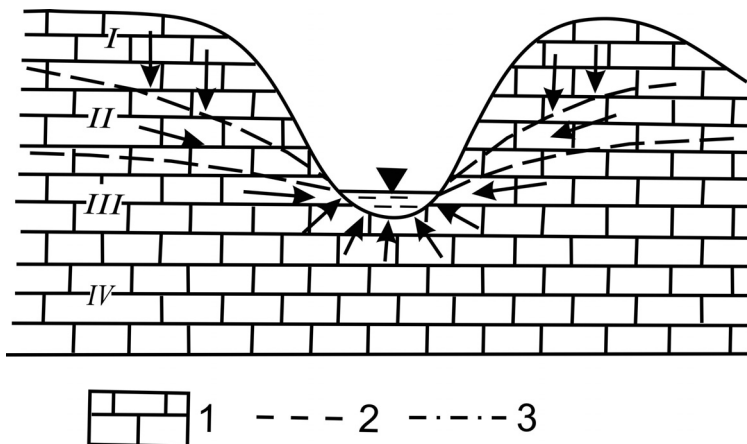
Կարստային գործընթացները առավել ինտենսիվ զարգանում են տեկտոնական, հողմնահարման և այլ ճեղքերի ուղղություններով:

Կարստավորվող ապարներում ճեղքերի ուղղաձիգ և հորիզոնական լայնացումների գործընթացները հանգեցնում են այսպես կոչված բացվածքների առաջացման: Կարստավորումը տարածվում է մինչև ռեգիոնալ էրոզիոն եզրագծի (բազիսի) մակարդակ, այսինքն՝ կարող է հասնել մի քանի հարյուր մետրի: Ստորերկրյա կարստքարայրային, բաց ճեղքային և տարբեր սեռի գետնուղային ձևերը ձգվում են կլիմատերերով և առաջացնում են դատարկությունների և խոռոչների բարդ ցանց, որոնք շատ հաճախ լրիվ կամ մասնակիորեն լցված են լինում ստորերկրյա ջրերով:

Կարստավորված և ճեղքավորված ապարների ջրատրոստային-կան պայմանները հիմնականում նման են, սակայն կարստային պայմաններում (հատկապես վերին զոնաներում) ստորերկրյա ջրերի շարժումը կատարվում է առավել ինտենսիվ, և սովորաբար կարստային ջրերի հոսքի արտադրողականությունը զգալի բարձր է: Նման պայմաններ ավելի հաճախ ստեղծվում են ակտիվ (ինտենսիվ) ջրափոխանակության զոնայում, երբ տեղանքը գտնվում է տեղական էրոզիոն բազիսից բարձր և կտրտված է խորը գետային ցանցով:

Կարստի ձևավորման և զարգացման համար, ըստ Գ. Ս. Սոկոլովի, անհրաժեշտ է չորս պայման՝ 1) շրջանում պետք է տարածված լինեն տարրալուծվող և լուծվող ապարներ, 2) ապարները պետք է օժտված լինեն ջրի համար թափանցելիությամբ, 3) ստորերկրյա ջրերը գտնվեն շարժման մեջ, առաջացնեն հոսքեր, 4) ունենան լուծելու հատկություն (ազրեսիվություն): Ըստ որում, ազրեսիվ գործունեությամբ ջրերը պարտադիր չէ, որ թափանցեն միայն երկրի մակերևույթից, առանձին շրջաններում այն բարձրանում է խորը արտեզյան ճնշումային ջրատար շերտերից: Վերջինիս օրինակ կարող է հանդիսանալ Հյուսիսային Կովկասում, Նաչիկ քաղաքի մոտակայքում դուրս եկող աղբյուրների քաղցրահամ ջրերով (նշտական ջերմաստիճանը 93<sup>0</sup>C) Գոլուբոյ լճի առաջացումը: Այդ լճի ջրերը օրական տարրալուծում են 35-50մ<sup>3</sup> կարբոնատային ապարներ:

Կարստավորված ապարներում Գ. Ս. Սոկոլովը, ըստ ջրի շարժման բնույթի և ռեժիմի, առանձնացնում է հետևյալ չորս ուղղաձիգ ջրադինամիկական զոնաները՝ 1) ակերացիայի զոնա, 2) կարստային ջրերի մակարդակի սեզոնային տատանումների զոնա, 3) լրիվ հագեցված զոնա, 4) խորը շրջանառության զոնա (նկ. 49):



**Նկ. 49 Կարստային ջրերի զոնալականության սխեմա (ըստ Գ. Ս. Սոկոլովի)**

*I- աերացիայի զոնա, II- սեզոնային փայտանման զոնա, III- լրիվ ջրահագեցված զոնա, IV- խորը շրջանառության զոնա, 1- կրաքարեր, 2- կարստային ջրերի բարձր մակարդակ, 3- կարստային ջրերի ցածր մակարդակ, 4- ջրի շարժման ուղղություն*

1. *Աերացիայի զոնայում* տեղի են ունենում հիմնական ինֆիլտրացիոն և ինֆլյուացիոն ջրերի վարընթաց շարժումներ: Դրա հզորությունը տարբեր շրջանների համար տարբեր է և կախված է կարստավորվող շրջանի կլիմայից, մթնոլորտային տեղումների ինֆիլտրացիայի և ինֆլյուացիայի պայմաններից, ապարների ջրաթափանցելիությունից, շրջանի էրոզիոն խորացումից և այլ գործոններից: Աերացիայի զոնայի որոշ տեղամասերում (կտրվածքներում) տեղադրված են, այսպես կոչված, կարստային կախված ջրեր, որոնք առաջանում են կարստավորվող ապարների անհամասեռ ջրաթափանցելիության և դրանցում տեղական ջրամերժ ապարների՝ կավային կամ հոծ կրաքարերի, կավատավորված տեղամասերի և ոսպնյակաձև առաջացումների առկայության հետևանքով: Տեղական ջրամերժերը արգելակում են ինֆիլտրացիոն և ինֆլյուացիոն ջրերը, որը և տեղիք է տալիս կարստային կախված հոսքերի առաջացման:

2. *Կարստային ջրերի մակարդակի սեզոնային փայտանման զոնա:* Այս զոնան առատ սնման ժամանակաշրջաններում և ջրերի մակարդակների բարձրացման դեպքում միախառնվում է ստորին զոնայի հետ, իսկ իջեցման ժամանակաշրջաններում միանում (հարում) է աերացիայի

զոնային: Այդ զոնայում ջրի բարձր մակարդակի դեպքում այն շարժվում հասնում է հորիզոնական ուղղության, իսկ ցածրի դեպքում՝ ուղղաձիգ:

Կարստային ջրերի մակարդակի սեզոնային տատանումների զոնայի հաստությունը փոփոխվում է ոչ միայն տարբեր շրջաններում, այլև յուրաքանչյուրում: Այդ փոփոխությունները բնորոշվում են՝ 1) աէրացիայի զոնայում տարվա ընթացքում մթնոլորտային տեղումների անհամաչափությամբ, 2) ապարների տարբեր ճեղքավորվածությամբ և ջրաթափանցելիությամբ, 3) զոնայի հետ կապված գետերի ջրերի մակարդակի տատանումներով, 4) աէրացիայի զոնայում կախյալ ջրերի առկայությամբ, որոնք արգելակում են ինֆիլտրացիոն ջրերը և դրանով իսկ փոքրացնում են հազեցված զոնայի կարստային ջրերի մակարդակի տատանումները:

3. *Լրիվ ջրհագեցված զոնա*: Գտնվում է կարստավորվող ապարների զանգվածը կտրող (հատող) տեղական ջրագրական ցանցի դրենացնող ազդեցության աֆերայում (ոլորտում): Այս զոնայում ջրերի շարժումը տեղի է ունենում գետահովտի կողմը: Այս զոնայի հիմքը (հատակը) տեղադրված է մակերևութային (գետի) ջրերի մակարդակից ցածր, և դրան մոտիկ հատվածում ջրի շարժումը ուղղված է ներքևից վերև (նկ. 49):

Լրիվ հագեցված զոնան հանդիսանում է կարստային ջրերի պաշարների հիմնական զոնան: Դրա ստորին սահմանի տեղադրման խորությունը կախված է բազմաթիվ բնական գործոններից, որոնցից կարևորները հետևյալներն են՝ 1) էրոզիոն ներփորվածքի խորությունը (ինչքան խորն է ներփորվածքը, այնքան մեծ է հագեցման զոնայի հաստությունը), 2) գետահովտի լայնությունը (ինչքան լայն է գետահովտը, այնքան խորն է հագեցված զոնայի ստորին սահմանը), 3) ապարների ջրաթափանցելիությունը (թույլ ջրաթափանց կամ անջրաթափանց շերտերը կարող են հանդիսանալ հագեցված զոնայի ստորին սահմանը), 4) գետում ջրի և կարստավորվող զանգվածի ջրբաժանի ջրի մակարդակների տարբերությունը (որքան մեծ է այդ տարբերությունը, այնքան մեծ է հագեցված զոնայի հաստությունը) 5) ապարների ճեղքավորվածության և կարստավորվածության փոփոխությունները ըստ խորության (որքան խորն է տարածվում ապարների ճեղքավորվածությունը և կարստավորվածությունը, այնքան մեծ է հագեցված զոնայի հաստությունը):

Լրիվ ջրահագեցված զոնայում կարստային ջրերի շարժումը հանդիսանում է լամինար և միայն ակրացիայի զոնայում հագեցված զոնայի վերին մասերում կարող է առաջանալ շարժման տուրբուլենտ ռեժիմ:

4. *Խորը շրջանառության զոնա:* Այստեղ ջրերի շարժումը տեղի է ունենում տեղական ջրագրական ցանցի անմիջական դրենացնող ազդեցությունից դուրս: Ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղությունը հիմնականում պայմանավորված է տեկտոնական կառուցվածքի և բեռնաթափման մարզերի տեղադրիքերի առանձնահատկություններով, որոնք կարող են գտնվել ծովի մակերևույթից վերև և ներքև: Այդ զոնայի ջրերի բեռնաթափման գործում մեծ նշանակություն ունեն տեկտոնական խորը ճեղքերը և խզումնային խախտումները: Ստորերկրյա ջրերը դանդաղ շարժվում են դեպի տեկտոնական դեպրեսիաները կամ առավել խոր էրոզիոն խրվածքները, որոնք գտնվում են կարստավորվող զանգվածի սահմաններից դուրս: Ջրերի շարժման արագությունները չափվում են տարվա ընթացքում՝ սանտիմետրերով, ջրափոխանակումն ու կարստառաջացման գործընթացներն ընթանում են անհամեմատ դանդաղ:

Կարստային շրջաններում, հորիզոնական հարթությունում առանձնացնում են երեք մարզ՝ 1) կարստային ջրերի տարածման մարզ, որը կարող է համընկնել (բաց կարստ) կամ չհամընկնել (փակ կարստ) կարստավորվող ապարների տարածման մակերեսի հետ, 2) կարստային ջրերի սնման մարզ, որը համապատասխանում է մթնոլորտային տեղումների ինֆիլտրացիայի և ինֆյուսացիայի մակերեսների հետ, 3) կարստային ջրերի բեռնաթափման մարզ, որը կարող է տեղակայված լինել ծովի մակերևույթից բարձր կամ ցածր, այսինքն՝ լինել սուբաերալային (մակացամաքային, մերձմակերևութային) և սուբմարինային (ստորջրյա, ենթածովային):

Կարստավորված ապարների կազմը, երկրակեղևի հիդրոդինամիկական զոնալականությունը, քիմիական, կենսաբանական և ուրիշ գործընթացները, որոնք ընթանում են հողերում և երկրակեղևում, բնորոշում են կարստային ջրերի քիմիական կազմը և հանքայնացումը [33]:

Ինտենսիվ ջրափոխանակման զոնաներում կրաքարերի, դոլոմիտների, մարմարների կարստային ջրերը սովորաբար քաղցրահամ են, հիդրոկարբոնատային, դանդաղ ջրափոխանակման զոնաներում՝ հանքայնացված՝ սուլֆատային և քլորիդային, չափազանց դանդաղ ջրա-

փոխանակման գոնաներում աղի են, ինչպես նաև քլորիդային կազմի աղաջրեր են:

Կարստը լայնորեն տարածված է աշխարհի շատ երկրներում՝ Կանադա, ԱՄՆ, Ֆրանսիա, Հարավսլավիա, Իտալիա և այլն: Նախկին ԽՍՀՄ-ում կարստային մարզեր են համարվում Հարավային Ուրալը, Ուֆայի բարձրավանդակը, Մերձբալթիկան, Անդրկարպատները, Գրինը, Կովկասը և այլն: Հատկանշական է, որ աշխարհում հայտնի խոշորագույն աղբյուրները մեծ մասամբ կապված են կարստավորված ապարների հետ: Այսպես, օրինակ՝ կարստավորված կրաքարերի հետ են կապված հռչակավոր Վոկլյուզի աղբյուրները Ֆրանսիայում, որի տարեկան միջին ծախսը կազմում է  $17մ^3/վ$ , իսկ գարնանային առավելագույն ծախսը հասնում է  $152մ^3/վ$ : Մեծ ծախսով աչքի է ընկնում Ուֆա գետի հովտում գործող «Կրասնի կլյուչ» աղբյուրը, որի ծախսը մեծենի ժամանակ կազմում է  $12-15մ^3/վ$ , իսկ գարնանը բարձրանում է մինչև  $50մ^3/վ$ :

Կարստային քարանձավները ձգվում են մինչև մի քանի տասնյակ կիլոմետրեր՝ նմանվելով ստորերկրյա գետակների: Խոշոր կարստային քարանձավները տարածված են Գրինում, Հյուսիսային Կովկասում, Ալթայում, ԱՄՆ-ում և այլ երկրներում: Ուրալի արևմտյան լանջի Կունկուրսկի գիպսային ապարներով անցնող քարանձավի ընդհանուր երկարությունը կազմում է 4,6կմ: Այդ քարանձավում հայտնաբերվել են 58 և մոտ 300 լճեր՝ լցված բարձր հանքայանցման ջրերով: Աշխարհում հայտնի կարստային քարանձավներից ամենախոշորը համարվում է Մամոնտի քարանձավը Ամերիկայում (Կենտուկկի նահանգ), որի երկարությունը կողային ճյուղավորումների հետ միասին կազմում է 240 կմ:

Կարստային ջրերի ռեժիմը բնորոշվում է դրանց մակարդակի և աղբյուրների ծախսի կտրուկ փոփոխություններով, որոնց հետ կապված՝ ավելի նվազ չափով փոխվում են նաև ջրերի հանքայնացումը, քիմիական կազմը և ջերմաստիճանը: Մակերևութային ջրերի հետ անմիջական կապի հետևանքով կարստային ջրերը հեշտությամբ աղտոտվում և վարակվում են:

Կարբոնատային ապարների կարստավորված տեղամասերում կորչում են գետակներ, և նվազում է նույնիսկ մեծ գետերի (Անգարա) ծախսը: Եթե կարստային ստորերկրյա ջրերի հոսքի ծավալը ընդունենք տվյալ շրջանից դուրս եկող բոլոր աղբյուրների գումարային ծախսը,



կարելի է գալ ոչ ճիշտ եզրահանգման, քանի որ որոշ աղբյուրներ երկրի մակերևույթ են դուրս գալիս մի քանի անգամ:

### 13.4. ԽՈՐՔԱՅԻՆ ՋՐԵՐ

Մեծ խորությունների վրա շերտային ջրերի ավազաններում, բյուրեղային հիմքերում (ֆունդամենտներում) և խորը բեկվածքներում հանդիպել են ստորերկրյա ջրեր, որոնք գտնվում են հիդրոստատիկ ճնշման մեծությանը գերազանցող (շերտային ավելցուկային) ճնշման տակ [11]:

Շերտային ավելցուկային ճնշումը կապված է նստվածքների խտացման, երկրատեկտոնական լարվածությունների, մանտիայից ֆլյուիդների ներհոսքի և այլ գործընթացների հետ: Այդպիսի ջրերն ունեն լայն տարածում, սակայն դրանք խորքային վերագրելու համար դեռևս համընդհանուր չափանիշներ գոյություն չունեն: Ըստ Ի. Վ. Վերնադսկու, այդ ջրերին կարելի է վերագրել բյուրեղացված ապարներում ամփոփված ջրերը, որոնք տեղադրված են ստորերկրյա սովորական ջրերից ներքև:

Խորքային ջրերը կտրուկ տարբերվում են վերը նկարագրված ստորերկրյա ջրերից ոչ միայն իրենց տեղադրման խորությամբ ու բնույթով, այլ նաև մի շարք ֆիզիկաքիմիական հատկանիշներով:

Այդպիսի ջրեր հորատանցքերով բացվել են Կոմ գետի ավազանում մոտ 5 կմ խորությունից, որոնք թաղված են եղել 3 կմ հաստության նստվածքային առաջացումների տակ:

Կոլա թերակղզու գերխորը հորատանցքով նմանատիպ ջրեր բացվել են (ՇԴ-3) 6350 մ և ավելի խորության վրա, այդ խորության վրա դրանց շերտային ճնշումը գերազանցել է հիդրոստատիկ ճնշմանը մոտ 2 անգամ և մոտ է եղել գեոստատիկ ճնշմանը: Դրանում ջրերի ճնշումը եղել է այնքան հզոր, որ եթե հնարավոր լիներ հորատանցքի բերանից վերև խողովակաշար անցկացնել, ապա դրանով ջուրը կբարձրանար 5.3 կմ բարձրության վրա: Հազիվ թե սովորական ստորերկրյա ջուրը ի վիճակի է այդպիսի բարձրություններ բարձրանալ: 7 կմ-ից ավել խորությունների վրա ի հայտ են եկել միներալազոյացման ակտիվ ջրաջերմային (հիդրոթերմալ) գործընթացներ, իսկ մոտ 10.5 կմ խորության վրա հանդիպել են բարձր հանքայնացման հեղուկա-գազային լուծույթների: Մեկ օրինակ ևս. Ամերիկայի Օկլախոմա նահանգում խորքային ջրերը

հորատման ժամանակ հանդիպել են 9853մ խորության վրա, ունեցել են այնպիսի բարձր շերտային ճնշում և ջերմաստիճան (մոտ 200<sup>0</sup>C), որ հնարավոր չի եղել հորատանցքի հետագա հորատումը (անցումը):

Հետևապես, խորքային, ինչպես նաև արտեզյան ավազանների խորը մասերի ջրերը՝ տեղադրված են չափազանց դանդաղ ջրափոխանակման գոնայում (Ե. Վ. Պիննեկեր և ուրիշներ, 1980) [11]:

**ԳԼՈՒԽ XIV**  
**ՀԱՎԵՐԺԱԿԱՆ ՍԱՌԱԾՈՒԹՅԱՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ**  
**ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ԶՐԵՐ**

**14.1. ԸՆԳՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՀԱՎԵՐԺԱԿԱՆ**  
**ՍԱՌԱԾՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ**

*Հավերժական սառածության ապարների* կոչվում են այն ապարները, որոնք իրենց ծակոտիներում, ճեղքերում և դատարկություններում պարունակում են կարծր վիճակի ջրեր (սառույցներ) և ունեն բացասական կամ գրոյական ջերմաստիճան տեսական ժամանակամիջոցի ընթացքում (դարեր, հազարամյակներ):

Հավերժական սառածության ապարների ձևավորումը, դրանց տարածումն ըստ մակերեսի և կտրվածքի որոշվում են լիթոսֆերայի վերին մասերի և մթնոլորտի միջև ջերմա և խոնավափոխանակման ֆիզիկա-կաշխարհագրական պայմաններով, կլիմայով և դրա պատմությամբ, լեռնագրությամբ, երկրաբանակառուցվածքային իրավիճակով, չորրորդական ժամանակաշրջանում տարածքի երկրաբանական զարգացման պատմությամբ և ջրաերկրաբանական պայմաններով:

Հավերժական սառածության ապարները զբաղեցնում են երկրագնդի ցամաքի շուրջ 24%-ը (35մլն.կմ<sup>2</sup> և ավելի տարածք) և ընդգրկում են Եվրասիայի և Ամերիկայի հյուսիսային մասերը, արկտիկական կղզիները (հյուսիսային բևեռաշրջան), Գրենլանդիան, Անտարկտիդան (հարավային բևեռաշրջան) և բոլոր մայրցամաքների բարձրալեռ գոտիները: Հավերժական սառցույթային ապարները նախկին ԽՍՀՄ-ում զբաղեցնում են 11.115 մլն.կմ<sup>2</sup>, որը կազմում է ընդհանուր տարածքի 49.7 %-ը:

Այդ տարածքներում սառածության բնույթը միանման չէ: Ծայր հյուսիսում և հյուսիս-արևելքում հավերժական սառածությունը տարածված է ամենուր: Այն կոչվում է *համապարած սառածության գոյրի* -1-ից մինչև -9°C և ավելի ցածր ապարների ջերմաստիճանով: Այստեղ հավերժական սառածության ապարների հաստությունը փոփոխվում է 50-ից մինչև 1000 մ և ավելի [11]: Համատարած սառածության գոտու տակ հասկացվում է տվյալ ռեգիոնի ռելիեֆի բոլոր էլեմենտների վրա հավերժական սառածության հաստվածքի առկայությունը, որն ընդհատվում է

միջանցական հալույթներով (տալիկներով), հալված ապարներին մասնաբաժին է ընկնում ընդհանուր տարածքի մինչև 5%-ը:

*Հալույթ (լրալիկ)* ասելով հասկանում են հավերժական սառցույթի գոտում այնպիսի տեղամասեր, որտեղ ապարների տարեկան միջին ջերմաստիճանը դրական է և դրանց մեջ եղած ջուրը գտնվում է հեղուկ-կաթիլային (գրավիտացիոն) վիճակում: Տեղանքի ուղղաձիգ կտրվածքում հալույթները կարող են լինել միջանցական՝ սառցույթային զանգվածի ողջ հզորությամբ կամ սահմանափակ՝ ընդգրկելով սառած զոնայի միայն մի մասը (վերևից, կողերից կամ ներքևից): Հանդիպում են նաև հալույթային խողովակապատկեր զանգվածներ՝ կապված տաք ջրերի ելքերի տեղամասերի հետ, ինչպես նաև անջուր, չոր հալույթներ:

Հավերժական սառցույթային գոտուց դեպի հարավ տարածվում է *հավերժական սառածության ապարների ընդհատումներով փարածման գուրին՝ հալույթային կղզիներով հանդերձ*: Այստեղ հալած գոտու ընդհանուր մակերեսը զգալիորեն մեծ է և գրավում է ընդհանուրի մոտ 50%: Սառցույթային զոնայի հաստությունը չի գերազանցում 100 մ-ը: Այս մարզին հարավից միանում է *կղզիաչև սառածության զոնան*, որի սահմաններում հալույթների մակերեսը հասնում է 80 % և ավելի, սառածության ապարները ընկած են հիմնականում գետահովիտների հատակային ճահճակալած, տորֆային թմբերի ստորին մասերի տեղամասերում:

Հավերժական սառածության մարզերում ըստ ուղղաձիգ կտրվածքի առանձնացնում են՝ 1) գործունյա շերտ՝ սեզոնային սառեցման և հալման շերտ, որի հաստությունը, կախված շրջանում տարածված ապարների բնույթից, խոնավությունից, աշխարհագրական դիրքից և կլիմայից կարող է տատանվել սանտիմետրից մինչև 3-5 մ, իսկ զառիթափ լանջերի վրա, երբ ապարները ապառաժային են և բացակայում է ձյան ծածկը, սեզոնային առավելագույն սառեցումը կարող է հասնել 10 մ և ավելի, 2) հավերժական սառածության զոնա հաճախ հալույթներով հանդերձ, որոնց հետ կապված են լինում ստորերկրյա ջրերը, 3) հալած ապարների զոնա, որոնց ջրաթափանց տարատեսակներում տեղադրվում և շարժվում են ստորերկրյա ջրերը:

Հավերժական սառածության ապարների տարածման մարզերի հիմնական առանձնահատկություններն են՝ 1) ջրի գոյությունը երեք ֆազային ձևերով՝ կարծր (սառցի), հեղուկ (ազատ և կապված ջրեր) և

գորըշաճև, 2) ջրի բոլոր ֆազաների փոխկապակցվածությունը և՛ հալված, և՛ սառած ջրապարունակ ապարներում, 3) հալված վիճակում լավ ջրաթափանց ապարների վերափոխումը ջրամերժի, դրանց սառույցով ցեմենտացման դեպքում:

Հավերժական սառածության մարզերի ջրաերկրաբանական պայմանների հիմնական առանձնահատկությունները հանդիսանում են հետևյալները [4].

1) Հավերժական սառածության մարզերի տարածման սահմաններում նշանակալի ծավալով ստորերկրյա ազատ գրավիտացիոն ջրերը մշտապես գտնվում են պինդ (կարծր) վիճակում և դրանով իսկ (այդ շրջաններում ժամանակավորապես երկրաբանական պատմության տեսանկյունից) դուրս են մնում լիթոսֆերային ջրերի ընդհանուր շրջապտույտից:

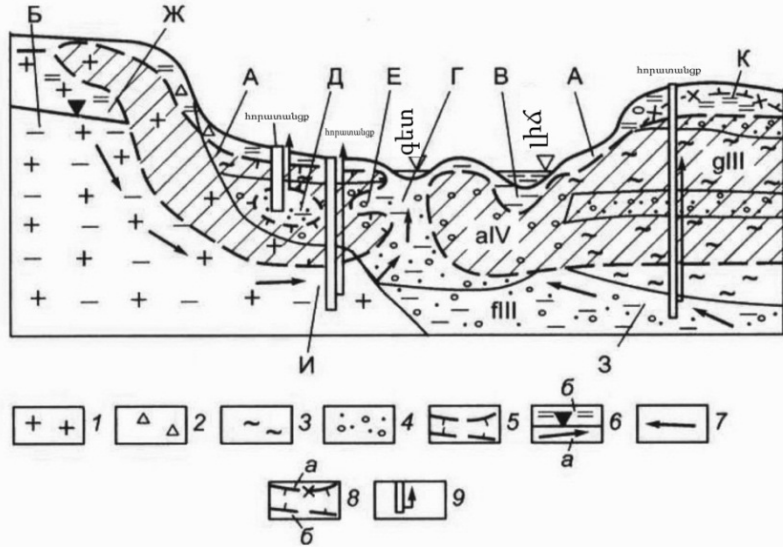
2) Ստորերկրյա ազատ գրավիտացիոն ջրերի համար սառած ապարները հանդիսանում են անթափանցելի և կարելի է դիտարկել որպես սառցածին ջրամերժերի: Ստորերկրյա ջրերի տեղադիրքը հավերժական սառածության ապարների (ջրամերժերի) հաստվածքի նկատմամբ որոշում է դրանց ձևավորման տարբեր պայմանները և ծառայում է որպես հիմք կրիոլիթոգոնայի ստորերկրյա ջրերի դասակարգման համար:

3) Գործնականում երկրի մակերևույթից մինչև 200-300 մ խորությունը, իսկ մի շարք դեպքերում մինչև 1000 մ և ավելի սառած անջրաթափանց ապարները  $0^{\circ}\text{C}$  ցածր ջերմաստիճանով բերում են ստորերկրյա ջրերի բոլոր տիպերի հիդրոդինամիկական, ջրաքիմիական և ջրաջերմական (հիդրոթերմական) պայմանների ձևավորման կտրուկ փոփոխմանը՝ որոշելով ջրաերկրաբանական կառուցվածքների խորքային «սառցածնային» (կրիոգոն) վերափոխումները: Դրա հետ կապված արտեզյան ավազանները, ջրաերկրաբանական զանգվածները և համատարած սառածության գոտու սահմաններում տարածված այլ տիպի ջրաերկրաբանական շրջանները, նշանակալիորեն հզոր հավերժական սառածության ապարները պետք է դիտարկել (Ն. Ն. Ռոմանովսկի և ուրիշներ) որպես յուրահատուկ կրիոջրաերկրաբանական կառուցվածքի (կրիոարտեզյան ավազաններ, կրիոջրաերկրաբանական զանգվածներ և այլն):

## 14.2. ԱՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԻՊԵՐԸ

Հավերժական սառածության ապարների մարզերում տարածված ստորերկրյա ջրերը, ըստ ջրապարունակ ապարների բնույթի, ջրի ֆազային վիճակի և երկրակեղևում սառածության զոնայի առկայության, Ն. Ն. Ռոմանովսկին բաժանում է հինգ տիպերի՝ 1) վերսառցության, 2) միջսառցության, 3) ներսառցության, 4) ենթասառցության և 5) միջանցիկ հալույթների զոնայի ջրերի [4]:

Ստորերկրյա ջրերի թվարկած տիպերի տեղադրման պայմանները և դրանց փոխազդեցությունը հավերժական սառածության ապարների հետ ցույց է տրվում 50-րդ նկարում:



**Նկ. 50 Հավերժական սառածության ապարների նկատմամբ ստորերկրյա ջրերի տարբեր տիպերի տեղադրման սխեմա (ըստ Ն. Ն. Ռոմանովսկու, 1983)**

- A- վերասառցային ջրեր սեզոնահալ շերտում, B- անչրևա-ճառագայթային միջանցիկ հալուքային ջրեր, B-ենթալճային ոչ միջանցիկ հալույթների վերասառցային ջրեր, Г- ենթահունային միջանցիկ հալույթների ջրեր, E - միջասառցային ջրեր, Ж- ենթասառցային չկոնյուսկրվող անճնշում (ոչ ճնշումային) ջրեր, 3-ենթասառցային չկոնյուսկրվող ճնշումային ջրեր, И-ենթասառցային կոնյուսկրվող ճնշումային ջրեր, K- անչրևա-ճառագայթային ոչ միջանցիկ հալուքային վերասառցային ջրեր, 1- արտաժայթքային ճեղքավորված ապարներ, 2- կոպիճ և խճավազ, 3- ավազակավեր, 4- ավազներ, գլաքարեր, 5- հավերժական սառածության ապարներ և դրանց սահմանները, 6- ապարների ջրարբիացումը մշրական է (a), պարբերական է (б), 7- պաքը՝ արտերկրյա ջրերի շարժման ուղղությունը, 8- սեզոնահալ շերտի հարակիր (б), սեզոնասառած շերտի հարակիր (a), 9- հորատանցքեր, սլաքներով ցույց է փրված արտերկրյա ջրերի հայրնվելու խորությունը և կայունացած մակարդակը*

Ներկա ժամանակներում սովորաբար այդ դասակարգումն են օգտագործում հավերժական սառածության ապարների մարզերում ստորերկրյա ջրերի տիպերի բնութագրման ժամանակ:

### 14.2.1. ՎԵՐՍԱՌՑՈՒԹԱՅԻՆ ՋՐԵՐ

*Վերսառցութային ջրերը* ստորերկրյա ազատ ջրերն են, որոնք տեղադրված են հողագրունտներում և մայրական ապարների հողմնահարման կեղևում՝ ջրաներժ հիմք ծառայող սառած ապարների վրա: Վերսառցութային ջրերը, ըստ տեղադրման պայմանների և ռեժիմի ստորաբաժանվում են երեք խմբի՝ 1) սեզոնային սառչող ջրեր, 2) սեզոնամասամբ սառչող ջրեր, 3) սեզոնային չսառչող ջրեր (Ն. Ի. Տոլստիխին, Օ. Ն. Տոլստիխին, 1974):

*Սեզոնային սառչող ջրերը* տեղակայված են գործունյա շերտում և տարածված են ամենուր: Դրանք կապված են տարբեր ծագման, հասակի և կազմի ջրաթափանց ապարների հետ: Դրանց սնման և տարածման մարզերը ամռան շրջաններում համընկնում են իրար հետ: Այդ ժամանակահատվածում (ամռանը) սնման հիմնական աղբյուրներ են հանդիսանում մթնոլորտային տեղումները, իսկ հովտային տեղամասերում (տեղադրված ջրաթափանց ապարներով)՝ մակերևութային ջրերը: Այդ ջրերը ոչ ճնշումային-ճնշումային են: Ամռան շրջանում վերսառցութային ջրերը անճնշումային են, բացասական ջերմաստիճանի հասնելուն պես դրանք աստիճանաբար սառչում են և ձեռք են բերում տեղական «սառցածին» ճնշում: Առանձին տեղամասերում տեղի է ունենում գործունյա շերտի խզում (ճեղքում) և ենթասառցութային ջրերի մի մասը դուրս են գալիս մակերևույթ, որտեղ և կարծրանալով վեր են ածվում սառցաբլուրների:

Սեզոնային սառչող ջրերի բեռնաթափումը կատարվում է գետահովիտներում և ռելիեֆի այլ ցածրադիր մասերում բազմաթիվ աղբյուրների ձևով, որոնց ծախսը տատանվում է նշանակալի սահմաններում, անձրևների շրջանում երբեմն հասնում է 10լ/վ: Ջրերի ջերմաստիճանը շատ մոտ է գրոյին, սակայն երբեմն բարձրանում է մինչև 5°C և ավելի: Դրանք սովորաբար շատ թույլ հանքայնացված, գերքաղցրահամ, մինչև 0.1գ/լ հանքայնացում ունեցող ջրեր են: Ըստ քիմիական կազմի՝ փոփոխվում են քլորիդ-հիդրոկարբոնատ-նատրիումայինից մինչև հիդրոկարբոնատ-կալցիումայինի:

Վերսառցութային գործունյա շերտի աննշան հաստության (1-2մ), սառեցումը ձմռանը և հալչումը ամռանը սահամափակում է այդ ջրերի



մշտապես օգտագործումը բնակավայրերի և արդյունաբերական օբյեկտների ջրամատակարարման համար:

*Մեզոնամասամբ սառչող ջրերը* հազվադեպ են հանդիպում այն տեղամասերում, որտեղ լավ ջրաթափանց ապարներով ներկայացված գործունյա շերտը ծածկում է ջրատար հալույթը (տալիկը): Այս դեպքում գործունյա շերտի ջրերը ձմռանը չեն սառչում իրենց ամբողջ հզորությամբ և ստորին մասերում առանձին տարիներ պահպանվում են հեղուկ ֆազայի ջրեր: Այդպիսի տեղամասերը սովորաբար տեղադրված են արտաբերման կոների մախալեռնային մասերում, գետահովիտներում և լճային իջեցումներում: Ըստ ռեժիմի այդ ջրերը տարբերվում են սեզոնային ջրերից միայն ճնշման առկայությամբ, որը արդյունք է ձմռանը այդ ջրերի հեղուկ ֆազայում պահպանվելու, իսկ ըստ քիմիական կազմի՝ շատ մոտ են վերը նկարագրված տիպին:

*Մեզոնային չսառչող ջրերը* կապված են ոչ միջանցական հալույթների հետ: Որոշ հալույթների հզորությունը փոքր է հավերժական սառածության զոնայի հզորությունից, այսինքն՝ չեն հասնում միջասոցության և ենթասոցության ջրատար հորիզոնների ջրերին և չեն հանդիսանում դրանց վերսառցության ջրերի հետ կապվածության տեղամասեր: Հալույթները ձևավորվում են գետահովիտների ողողատային և ցածրադիր դարավանդների տեղամասերում (ենթահունային հալույթներ), լճերի տակ և լճային դարավանդներում (ենթալճային հալույթներ) և արտաբերման կոների լեռնալանջների ստորոտներում (լանջային հալույթներ), լավ ջրաթափանց գերազանցապես կոպճազլաքարային, ավազային և բեկորային առաջացումներում:

Հալույթները առաջանում են հավերժական սառածության ապարների վրա մակերևութային ջրերի տաքացուցիչ ազդեցության արդյունքում: Բոլոր տիպի հալույթները լայն տարածում ունեն Յակուտիայում և Ռուսաստանի հյուսիս-արևելքում: Վերսառցության որոշ հալույթների բնութագրերը բերվում է ստորև:

*Ենթահունային հալույթները* տարածված են ինչպես գետերի ենթահուններում, այնպես էլ մերձակա դարավանդներում: Ենթահունային հալույթների հաստությունը, երբ ընդգրկում է այլովիալ նստվածքները և դրանց տակ տեղադրված արմատական ապարները, կարող է հասնել 20-30 մ և նույնիսկ 60 մ: Հալույթների նստվածքների ֆիլտրացիոն հատկությունները ուժեղ փոփոխական են (ֆիլտրացիայի գործակիցը՝ միա-

վորի մասերից մինչև 50մ/օր է): Վերսառցութային ենթահունային հալույթների ջրերի ռեժիմը անմիջականորեն կախված է մակերևութային ջրերի հիդրոպիլիկական կապից: Ենթահունային ջրերի հանքայնացումը փոփոխվում է 0.1-ից մինչև 0.5գ/լ սահմաններում, իսկ կազմը հիդրոկարբոնատային-մագնեզիում-կալցիումայինից մինչև քլորիդ-հիդրոկարբոնատ-կալցիում-նատրիումայինի: Վերսառցութային ենթահունային հալույթների ջրերի պաշարները կտրուկ նվազում են աշնան-ձմռան (կրիտիկական) շրջաններում և հասնում են առավելագույնի ամառվա կեսերին:

*Ենթալճային հալույթները* ձևավորվում են խոշոր լճային գոգավորությունների ինչպես փուխր, այնպես էլ արմատական ապարներում: Լճերը կարող են լինել ջերմակուտակային, ծովալճակային, գետահովտային, հրաբխային, տեկտոնական, կուտակային և այլն [11]:

*Ջերմակուտակային լճերը* առավել լայն տարածում ունեն և ուսումնասիրված են Լեո-Ամզիսկի միջգետային տարածքի սահմաններում:

*Սառցադաշտային լճերն* ունեն տարբեր ձևեր և չափեր: Այս տիպի լճերը տարածված են հյուսիս-արևելքում, գերազանցապես տարբեր բարձրությունների վրա գտնվող խորը լեռնահովիտներում: Լճերը թույլ են ուսումնասիրված, իսկ ենթալճային հալույթները չեն ուսումնասիրված:

*Ծովալճակային լճերը* լայն տարածված են ափամասերում: Լճերը առաջանում են, երբ ծովից անջատվում են ծանծաղուտ ծովախորշեր և ծովածոց՝ ցամաքալեզվակներով: Ծովալճակային հալույթները, ըստ մակերեսի, կարող են էապես գերազանցել մակերևութային ջրերի մակերեսը և մեծամասամբ պարունակում են աղի ջրեր:

*Գեյրահովրային լճերը* տարածված են ողողատային դարավանդներում, լցվում են գետավարարումների և հորդառատ անձրևների ջրերով: Ողողատային լճերի խորությունը 5 մ չի գերազանցում: Լճերի հատակը տղմակալված է: Ողողատային փոքր լճերն ամռան շրջանում լրիվ ցամաքում են, իսկ ձմռանը՝ լրիվ սառչում:

*Հրաբխային լճերը* շատ հազվադեպ են և վատ են ուսումնասիրված: Դրանց տակի ենթալճային հալույթները գործնական հետաքրքրություն չեն ներկայացնում, քանի որ այդ տիպի լճեր կարող են հանդիպել միայն լեռներում:

*Տեկտոնիկական լճերն* առաջանում են, երբ տեկտոնական ծագման գորգավորությունները լցվում են ջրով: Լճերի հատակը ներկայացված է արմատական ապարներով: Ենթալճային հալույթների ձևավորումը հնարավոր է, սակայն ուսումնասիրված չեն:

*Կարստային լճերը* սովորաբար ունեն փոքր ջրային մակերևույթի մակերես: Այդ լճերի տակ գոյություն ունեցող հալույթները ծառայում են ենթասառցուքային ջրերի սնման և բեռնաթափման ուղիների:

Ենթալճային հալույթների ուսումնասիրման հիմնական օբյեկտ են թերմակարստային (ջերմակարստային) գոգավորությունների հալույթները: Այդպիսի հալույթների հաստությունը կենտրոնական Յակուտիայում կարող է հասնել 40-60 մ: Մի շարք միջանցիկական հալույթների ջրերի պաշարները սովորաբար սահմանափակվում են լճային գոգավորությունների սահմաններում: Ջրերն ըստ կազմի լինում են ինչպես քաղցրահամ, այնպես էլ աղահամ և նույնիսկ աղային՝ 0.2-ից մինչև 6գ/լ հանքայնացմամբ, իսկ չորացող լճային գոգավորություններում կարող է հասնել 60գ/լ: Սովորաբար ջրի կազմը փոխվում է հանքայնացման բարձրացման հետ զուգահեռ՝ հիդրոկարբոնատ-կալցիումայինից մինչև սուլֆատ-մագնեզիումային:

*Լանջային հալույթները* հանդիպում են լեռնաշղթաների ստորոտների մոտ ջրահոսքերի ելանցքերում, անկումներում, որտեղ ձևավորվում են արտաբերման կոները՝ լցված բեկորային և խոշորաբեկոր նյութերով: Հզորությունը կարող է հասնել մի քանի տասնյակ մետրի: Ստորերկրյա ջրերի սնումը իրականացվում է ի հաշիվ մթնոլորտային տեղումների, ջրային գոլորշիների խտացման (կոնդենսացման) և վերսառցուքային ենթահունային ջրերի ներհոսքի: Բեռնաթափումը կատարվում է կամ աղբյուրների, որոնց ծախսն ըստ ժամանակի կտրուկ փոփոխությունների է ենթարկվում, կամ լանջերի արտաքին ծայրամասերի մոտ ճահճացումներում և թացույթներում: Աշնան-ամռան շրջանում ռեսուրսները կտրուկ հյուծվում են, դրանց հիմնական մասը ծախսվում է սառցաբլուրների առաջացման վրա: Ջրերի հանքայնացումը չի գերազանցում 0.2գ/լ-ը, կազմը հիդրոկարբոնատ-կալցիումային և նատրիումային է:

## 14.2.2. ՄԻՋՍԱՈՑՈՒՅԹԱՅԻՆ ԵՎ ՆԵՐՍԱՈՑՈՒԹԱՅԻՆ ՉՐԵՐ

*Միջսառցուքային ստորերկրյա ջրերի* շարքին են դասվում շերտերի հեղուկ լուծույթները, որոնք վերևից և ներքևից սահմանափակված են հավերժական սառածության ապարների հաստվածքով: Այդ ջրերը շատ հաճախ հիդրավիլիկական կապի մեջ են վերսառցուքային կամ ենթասառցուքային ստորերկրյա ջրերի հետ, այսինքն՝ դրանց հետ ստեղծում են միասնական ջրատար հորիզոն: *Ներսառցուքային ստորերկրյա ջրերը* հեղուկ լուծույթներ են ուսպնյակների և շերտիկների մեջ, որոնք բոլոր կողմերից սահմանափակված են հավերժական սառածության ապարներով և այլ տիպի ստորերկրյա ջրերի հետ հիդրավիլիկական կապի մեջ չեն (Ե. Վ. Պինեկեր և ուրիշներ, 1980):

Առանձնացնում են միջսառցուքա-ներսառցուքային ջրերի երկու հիմնական խմբեր՝ դրական և բացասական ջերմաստիճաններով:

Միջսառցուքային ջրերը հեղուկ ֆազայով տեղադրված են հավերժական սառածության գոտու նստվածքային, փոխակերպային և մագմատիկ ապարներում: Այդ ջրերը հաճախ հիդրավիլիկական կապի մեջ են լինում վերսառցուքային և ենթասառցուքային ջրերի հետ: Սառած ապարներում բացասական ջերմաստիճանով ստորերկրյա ջրերի հեղուկ ֆազայում գոյությունը պայմանավորված է դրանց անընդհատ շարժումով, խոչընդոտելով ջրատար ուղիների սառեցմանը, և ջրի հանքայնացմամբ, որը նպաստում է շրջապատող սառած ապարների միջավայրում սառչելու բացասական ջերմաստիճաններից ցածր ջերմաստիճանում:

Միջսառցուքային ջրերը կարող են լինել ոչ ճնշումային և ճնշումային, քիմիական կազմը տարբեր է սառած ապարների տարածման մարզի տարբեր շրջաններում և որոշվում է ապարների կազմով, որոնց մեջ տեղադրված են այդ ջրերը, դրանց սնման պայմաններով, վերսառցուքային և ենթասառցուքային ջրերի հետ կապի առկայությամբ կամ բացակայությամբ, ջրատար հորիզոնների տեղադրման խորություններով, ջրաերկրաբանական կտրվածքներում գիպսերի, անհիդրիտների, քարաղերի առկայությամբ և այլ գործոններով: Հանքայնացման տեսակետից այդ ջրերը կարող են լինել քաղցրահամ և աղահամ, իսկ սառչող լճերի տակ կարող են ձևավորվել բարձր հանքայնացման ուսպնյակային ջրեր: Միջսառցուքային ջրերը բեռնաթափվում են աղբյուրների տեսքով՝ առաջացնելով խոշոր սառցաբլուրներ: Միջսառցուքային հորիզոնները

ներկայացված են լինում նաև կարծր ֆազայով՝ սառած ապարներում ստորերկրյա սառցի կուտակումների ձևով: Ստորերկրյա սառույցները տեղադրված են լինում շերտերի, ոսպնյակների, երակների, սեպերի ձևերով, որոնց հաստությունները չափվում են մետրերով և տասնյակ մետրերով:

### 14.2.3. ԵՆԹԱՍԱՈՑՈՒԹԱՅԻՆ ՋՐԵՐ

Այդ ջրերին են դասվում հեղուկ ջրային լուծույթները, որոնք տեղադրված են բազմամյա սառած ապարների զանգվածներից ներքև: Դրանք ստորաբաժանվում են՝ հպումային (կոնտակտային), ոչ հպումային և «խորքային»:

*Ենթասառցութային հպումային ջրերը* տեղադրված են բազմամյա սառած ապարների տարածման զոնայի անմիջապես տակը, որոնք այդ ջրերի համար հանդիսանում են վերին ջրամբեր:

*Ենթասառցութային ոչ հպումային ջրերը* սառած ապարների հաստվածքից բաժանված են կամ ջրամբժ ապարներով (այդ դեպքում դրանք դառնում են ճնշումային), կամ դրանց տեղադիրքը ջրաթափանց ապարներում բնութագրվում է ազատ մակերևույթով:

«*Խորքային*» ջրերը սառած հաստվածքից բաժանված են հարյուրավոր մետրերով, հավանական է, որ նրանք մեկուսացված են սառած ապարների հետ փոխադարձ կապից:

Ենթասառցութային ջրերը տեղադրված են գետաբերուկային, հեղեղաբերուկային նստվածքների և արմատական ապարների մեջ: Ենթասառցութային ջրերը, ի տարբերություն վեր և միջսառցութային ջրերի, հանդիպում են միայն հեղուկ վիճակում: Ենթասառցութային ջրերի սնման, ճնշման և բեռնաթափման մարզերը տարբերվում են իրարից ինչպես ըստ մակերեսի, այնպես էլ ջրաերկրաբանական ավազանների, ջրաերկրաբանական զանգվածների կամ շրջանների սահմաններում՝ ըստ տեղադրման պայմանների: Ենթասառցութային ջրատար հորիզոնների սնումը իրականացվում է մասնակի տեղամասերում միջանցիկ հալույթների միջոցով: Հալեցման և սառեցման շրջաններում փոփոխվում են նաև ջրափոխանակման պայմանները: Ենթասառցութային ջրերի բեռնաթափման մարզեր են հանդիսանում ծովային և լճային գոգավո-

րությունները, գետահովիտները, ձորակները, տեկտոնական ճեղքերն ու խզվածքները, խոշոր գետերի տակ տեղադրված հալոյթները:

Ենթասառցուֆային ջրերի տեղադրման խորությունը հարավից դեպի հյուսիս մեծանում է՝ կենտրոնական և հյուսիսային շրջաններում հասնելով 300-600 մ և ավելի:

Ենթասառցուֆային ջրերի քիմիական կազմի ձևավորումը պայմանավորված է ջրատար ապարների կազմով, սնման պայմաններով, ջրատար հորիզոնների տեղադրման խորությամբ, կտրվածքներում աղատար և զիպսատար ապարների առկայությամբ: Հետևապես, դրանց հանքայնացումը, աղային և գազային կազմերը խիստ տարաբնույթ են, հանդիպում են ինչպես քաղցրահամ, ջրամատակարարման համար պիտանի, այնպես էլ հանքայնացված, երբեմն աղաջրերի տիպի ջրեր, որոնք ունեն արդյունաբերական նշանակություն և պարունակում են Br, I, B, Ba, Sr, Ra և այլ միկրոբաղադրիչներ, գազեր՝  $H_2S$ ,  $CH_4$ , ծանր ածխաջրածիններ, որոնք բնորոշ են նավթագազատար և աղատար նստվածքների ստորերկրյա ջրերին:

#### 14.2.4. ՄԻՋԱՆՅԱԿԱՆ ՀԱՆՈՒՅԹՆԵՐԻ ՉՐԵՐ

Միջանցական հալոյթներին (տալիկներին) վերաբերում են այնպիսի հալոյթները կամ հալոֆային զոնաները, որոնք առաջացնում են հաղորդող (անցկացնող) ուղիներ գրավիտացիոն ջրերի շրջանառման համար՝ ընդգրկելով կամ սառցուֆային զանգվածի ողջ հզորությունը, կամ սառած զոնայի միայն մի մասը սահմանափակ տեղամասի մակերեսի վրա:

Հալոյթների կողային հարթությունը սահմանափակված է սառած ապարներով և գործնականորեն բազմադարյան սառածության ապարների տարածման տարածքների համար այն կատարում է տեկտոնական խզվածքների զոնաների նմանօրինակ դեր (Ե. Վ. Պինեկեր, 1980): Այդպիսի հալոյթներում ջրերի շարժումը կարող է լինել ինչպես վերընթաց, այնպես էլ վարընթաց: Միջանցական հալոյթները կարող են լինել կլանող և արտածումային, որոնք կապում են միայն վերսառցուֆային ջրերը միջսառցուֆայինի հետ, կա՛ն միայն ենթասառցուֆային ջրերի

հետ, կան ընդգրկում են սառցաջրատերկրաբանական կտրվածքի համակարգի ամբողջ ջրերը:

Միջանցական հալույթների հանքայնացումը և քիմիական կազմը կարող են լինել բոլորովին տարբեր: Կլանող միջանցական հալույթների ջրերը սովորաբար քաղցրահամ են և ըստ կազմի մոտ են մակերևութային ջրհոսքերի ջրերին:

*Արտածումային միջանցիկ հալույթների* ջրերի հանքայնացումը կախված է ենթասառցոթային ջրերի հանքայնացման աստիճանից: Այդ հալույթներում կարող են հանդիպել և՛ քաղցրահամ, և՛ աղի ջրեր:

Ըստ ձևավորման պայմանների, ռելիեֆում տեղադիրքի և ջրափոխանակման դերի՝ հալույթները ստորաբաժանվում են երեք տիպի՝ օդերևութածին, տեկտոնածին և ջերմածին:

*Օդերևութածին հալույթները* գերազանցապես կլանող հալույթներ են, որոնք սնում են միջսառցոթային և ենթասառցոթային ջրերը, երբ սառած ապարների հզորությունը մեծ չէ (մինչև առաջին տասնյակ մետրերը):

*Տեկտոնածին հալույթները* ինչպես կլանող, այնպես էլ արտածումային հալույթներ են, որոնք նպաստում են վերսառցոթային ջրերի փոխկապակցվածությունը միջսառցոթային և ենթասառցոթային ջրերի հետ, երբ սառած ապարների հզորությունը նշանակալի մեծ է (տասնյակ և հարյուրավոր մետր): Դրանք, սովորաբար կապված են ջրակալված խզվածքների և տարբեր ջրաթափանցելիության ապարների կոնտակտային զոնաների հետ: Տեկտոնական հալույթները տարածված են հավերժական սառցոթային զոնայի հարավային շրջանների ջրբաժաններում, հովիտների լանջերին և կողերին, իսկ հյուսիսային շրջաններում՝ գերազանցապես գետահովիտներում:

*Ջերմածին (թերմոգեն, ջրաջերմային) հալույթները* ձևավորվում են Երկրի ընդերքից բարձրացող բարձր ջերմային հոսքերի տեղամասերում, ժամանակակից հրաբխականության և ակտիվ նեոտեկտոնական գործունեության շրջաններում: Ջերմածին հալույթները հանդիսանում են արտածումային և բեռնաթափվում են ենթասառցոթային ջրերում, որտեղ սառած ապարների առավելագույն հզորությունը մինչև 1000 մ է:

Միջանցիկ հալութային ջրերն ունեն բացառիկ կարևոր նշանակություն ջրամատակարարման համար:

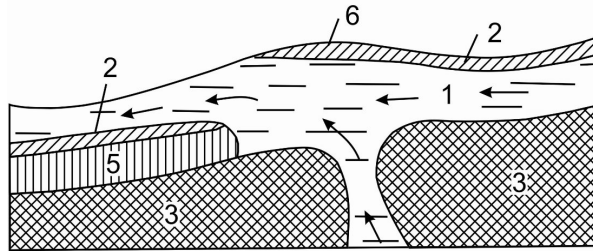
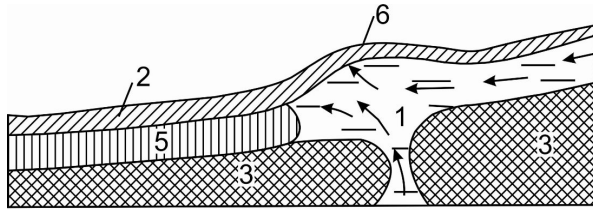
### 14.3. ՍԱՌՑԱԾԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ

Հավերժական սառածության տարածման մարզերում ժամանակի ընթացքում տեղի է ունենում գործունյա շերտի ապարների սառեցում և հալեցում՝ բազմամյա սառած ապարների զոնայի նահանջ (վատթարացում, դեգրադացիա) կամ աճ (ավելացում): Այդ պատճառով՝ էլ վեր-, միջ- և ենթասառցութային ջրատար հորիզոնների ջրերի սնումը և բեռնաթափումը և դրանց փոխադարձ կապի բնույթը, հեղուկ ֆազայից պնդի հերթափոխումը և հակառակը փոփոխվում է ժամանակի ընթացքում: Այդ գործընթացների հետևանքով հավերժական սառածության ապարների տարածման մարզերում տարածված են այնպիսի երևույթներ, ինչպիսիք են՝ սառցաբլուրների, ուռչման թմբերի, ջերմակարստերի առաջացումները:

*Սառցաբլուրը* սառցային մարմին է, որն առաջանում է գետային կամ ստորերկրյա ջրերի սառեցման դեպքում, երբ դրանք տարածվում են սառցի, ձյան, հողի մակերևույթների վրա կամ գործունյա շերտի սահմաններում այն ջրատարման ուղու (տրակտի) սառեցման արդյունքում, որով շարժվում է ջուրը (ըստ Ն. Ի. Տոլստիխինի):

Ըստ ծագման՝ տարբերակում են *գետային ջրերի սառցաբլուրներ*, որոնք առաջանում են գետերի սառելու դեպքում (նկ. 51) և *վեր-, միջ- և ենթասառցութային ջրերի սառցաբլուրներ*: Հանդիպում են նաև խառը տիպի սառցաբլուրներ, որոնք առաջանում են գետային և ստորերկրյա ջրերի հաշվին միաժամանակ:





**Նկ. 51 Պետային սառցաբլուրների առաջացման սխեմա (ըստ Բ. Ն. Գոստովալովի և Վ. Ա. Կուդրյացևի)**

*ա-սառցաբլուրի առաջացման սկզբնական փուլը, բ-սառցաբլուրի առաջացման երկրորդ փուլը, 1,4 ջուր, 2- սառցի շերտ, 3- հավերժական սառած սապար, 5- ջուր, որը սառած է մինչև հալակը, 6-սառցաբլուրի թունք, 7- ջուր, որն առաջանում է սառցաբլուրի սառեցման գործընթացում*

Երկրի մակերևույթի նկատմամբ սառցաբլուրները լինում են վերերկրյա և ստորերկրյա: Վերերկրյա սառցաբլուրները հանդիպում են հեղեղատների և գետերի հովիտներում, հաղորդաբաժան լանջերի վրա, ջրբաժանային տարածքներում և այլուր: Մակերևութային սառցաբլուրներն ունեն տարբեր ձևեր, ծավալներ և չափեր: Ոչ մեծ սառցաբլուրները զբաղեցնում են մինչև 100 մ<sup>2</sup> մակերես, գիգանտներինը հասնում են 1-2 կմ<sup>2</sup>: Դրանց հաստությունը տատանվում է մետրերի մասերից մինչև տասնյակ մետրերի: Սառցաբլուրների չափերը և ձևերը հաստատուն չեն մնում: Սառցաբլուրները, որոնք գործում են ամբողջ ձմռանը, իրենց առավելագույն չափերին հասնում են գարնան սկզբներին, ձնհալից առաջ, իսկ մշտապես չգործողները՝ սառցաբլրային ջրի վերջին քանակի երկրի մակերևույթ թափվելու (դուրս գալու) ժամանակահատվածում:

Վերերկրյա սառցաբլուրների մակերևույթը հաճախ լինում է անհարթ: Այն բարդանում է 2-3 մ բարձրության մակասառցաշերտերի թմբերով և ճեղքվածքներով (փոքր ճեղքերով), որոնցով դուրս են գալիս սառցաբլրային ջրերը մակերևույթի վրա:

Ստորերկրյա սառցաբլուրներն իրենցից ներկայացնում են սառցա-  
յին ոսպնյակներ՝ թմբերի միջուկների ուռչեցումներով: Դրանք, ըստ գո-  
յության տևողության, բաժանվում են մեկամյա (սեզոնային) և բազմամ-  
յա: Սեզոնայինները զարգանում են գործունյա շերտի սահմաններում  
ձմռան շրջանում և վերանում են աշնան դեմ: Դրանք արտահայտվում  
են ոչ մեծ բլրակների ձևով (մինչև 2 մ բարձրության) և մի քանի մետր  
տրամագծով: Բազամյա սառցաբլուրների բարձրությունը հասնում է  
մինչև 10-30 մ, տրամագիծը՝ 60-80 մ, և առաջացնում են խոշոր բլուրներ  
կամ ջրալակոլիտներ (հիդրոլակոլիտներ):

*Ջրալակոլիտների* սնման աղբյուր են վերսառցութային և հիմնակա-  
նում միջ- և ենթասառցութային ջրերը: Ջրալակոլիտների կառուցված-  
քում մասնակցում են (վերևից ներքև) հողաբուսական ծածկը, սառույց,  
ջուր և սառած ավազային կամ ավազային-կավային ապարները: Հա-  
ճախ սառույցի և ջրի միջև գտնվում է օդային տարածություն՝ լցված  
խոնավ օդով: Ջրալակոլիտներն իրենց աճման (մեծացման) գործըն-  
թացում և արեգակնային էներգիայի ազդեցության տակ ճաքճքում են,  
աստիճանաբար քայքայվում, դեպի հարավ ուղղված դրանց լանջերն ու  
գագաթները նստեցվում են՝ առաջացնելով հարթ ձագարներ, որոնք հա-  
ճախ լցված են լինում ջրով: Այսպիսով, ջրալակոլիտների տեղերում ա-  
ռաջանում են հալոցքային լճակներ՝ երբեմն հասնելով զգալի չափերի:

*Ուռչման թմբերը* ոչ մեծ չափերի թմբեր են, որոնք առաջանում են  
գերխոնավ փուխր բեկորային ապարների սառեցումից: Դրանք կապ-  
ված են ծավալի մեծացման հետ ապարներում եղած ջրի սառեցումից:  
Ուռչման թմբերի բարձրությունը սովորաբար հասնում է 1.5-2.0 մ դրանց  
մակերևույթը պատվում է ճառագայթաձև ճաքերով:

*Ջերմակարսպերը (թերմոկարսպերը)* հողաբուսական ծածկի և ա-  
պարների անհավասարաչափ նստեցման կամ փլուզման երևույթներ  
են՝ կապված դրանցում պարփակված ստորերկրյա սառույցների հալչ-  
ման հետ:

Ի տարբերություն սովորական կարստի, որը կարստավորվում է  
հեշտ լուծվող ապարներում (քարաղ, գիպս, կրաքար և այլն) քիմիական  
տարրալուծման, երբեմն նաև մեխանիկական սուֆոզիայի շնորհիվ,  
ջերմակարստերը ջերմային կտրուկ տատանումների (բացասական  
ջերմաստիճանից դրականի անցման) արդյունք է:

Սովորաբար ջերմակարստերի առաջացումը կատարվում է օդի տարեկան միջին ջերմաստիճանի բարձրացման կամ ապարների ջերմային տատանումների ամպլիտուդայի (միջակայքի) մեծացման հետևանքով, որոնք հանգեցնում են ապարի հալչման խորության մեծացման: Այն կարող է ունենալ ամենատարբեր ձևեր ու չափեր. հանդիպում են մի քանի մետրից մինչև մի քանի կիլոմետր շառավիղով ճազարներ ու գոգավորություններ, որոնք ունենում են մետրի մասերից մինչև մի քանի տասնյակ մետր խորություն՝ մեծամասամբ լցված հալոցքային ջրերով:

## ԳԼՈՒԽ XV

### ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՋՐԵՐ: ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐ

#### 15.1. ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՋՐԵՐ ԵՎ ԴՐԱՆՅ ՏԱՐԱԾՈՒՄԸ

*Հանքային* կոչվում են այն բնական ջրերը, որոնց կազմի և հատկանիշների առանձնահատկությունները (ռեդիոակտիվություն, սովորական բաղադրիչների բարձր պարունակություն կամ յուրահատուկ կոմպոնենտների առկայություն և այլն) թույլ են տալիս դրանց օգտագործումը բուժական կամ արդյունաբերական նպատակով [4]:

Հանքային ջրերի քիմիական կազմի հիմնական առանձնահատկությունը սովորական կամ յուրահատուկ կոմպոնենտների (բաղադրիչների) առկայությունն է ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{N}_2$ , Br, I, B, Rn, Fe, As, օրգանական նյութեր և այլք) այնպիսի քանակներով, որոնք գերակշռում են հատուկ մշակված չափանիշներին (կրիտերիաներին):

Ջրաերկրաբանական կտրվածքում (ջրատար հորիզոններ, համալիրներ, զոնաներ, տեղամասեր և այլն) հանքային ջրերում պարունակված տարրերը (էլեմենտները), ըստ պինդ օգտակար հանածոների անալոգիայի, կոչվում են արդյունավետ: Տարրերը կարող են արդյունավետ լինել ինչպես լեռնածալքավոր, այնպես էլ շերտային տարբեր հասակի և կառուցվածքի ջրաերկրաբանական համակարգերում, որոնց հետ կապված հանքային ջրերը բնութագրվում են հանքայնացման, իոնային, գազային կազմի և հատկությունների խիստ տարբերությունով:

Հանքային ջրերի մասին գիտությունը զբաղվում է այդ ջրերի քիմիական, միկրոկենսաբանական, գազային, իզոտոպային կազմի համակողմանի ուսումնասիրման հարցերով, որոնման, հետախուզման, կապտածի մեթոդների մշակման, արդյունավետ շահագործման, ինչպես նաև այդ ջրերի հյուծումից, աղտոտումից, քիմիական կազմի փոփոխությունից պաշտպանելու հարցերով:

Հանքային ջրերի ուսումնասիրման ժամանակ բնական-գիտական հիմնահարցերի (ձևավորման պայմանների, ծագման, կազմի, ջրառատության գնահատման և այլ հետազոտություններ) շարքում կարևոր նշանակություն ունի դրանց արդյունահանման և շահագործման շահութաբերության հիմնավորումը, այսինքն՝ դիտարկումը տեխնիկա-տնտե-

սական տեսանկյունից: Այդ տեսանկյունից առավել շահավետ է հանքային ջրերի համալիր օգտագործումը:

Նախկին ԽՍՀՄ տարածքի սահմաններում առանձնացվել են ստորերկրյա հանքային ջրերի երեք պրովինցիաներ (Ե. Վ. Պոսոխով, Ն. Ի. Տոլատիխին, 1977) [9]:

*Պրովինցիան* մակերես է, որի սահմաններում տարածված են հանքային ջրերի որոշակի խմբեր, որոնք կապված են երկրաբանակառուցվածքային, ջրաերկրաբանական, ջրաերկրաքիմիական, ջրաերկրաքերմիական և այլ առանձնահատկությունների ընդհանրություններով: Պրովինցիաներում առանձնացվում են ջրահանքային մարզեր, որոնք տեղադրված են որոշակի երկրաբանական կառուցվածքում (Գրիմի, Մերձմոսկովյան, Պամիրի և այլն): Մարզերում տարբերակում են *չրջսաններ*՝ որոշակի հանքային ջրերով (Կովկասի ածխաթթվային հանքային ջրերի շրջան և այլն):

*Առաջին պրովինցիան* բնութագրվում է տարբեր իոնային կազմի ածխաթթվային ջրերի գերակայությամբ և տեղակայված են Ժամանակակից և ոչ վաղ անցյալում հանգած հրաբխային գործունեության տարածքներում (Կովկաս, Պամիր, Կամչատկա և այլն):

*Երկրորդ պրովինցիան* ներառում է ազոտային ջերմային ջրերը: Գրանք ընդգրկում են Ժամանակակից սեյսմիկ երևույթների գործունեության տարածքները (ԽՍՀՄ-ի արևելք և հարավ) և *կոնկրակրվում է* առաջին պրովինցիայի հետ:

*Երրորդ պրովինցիան* կապված է առաջնային իջվածքներում պլատֆորմային մարզերի հետ, որտեղ տարածված են ադային, ադաջրային, ազոտ-մեթանային, ազոտ-քլորիդային և ջերմային ջրերը: Այս կամ այն հանքային ջրերի հանքավայրի շահագործման նպատակահարմարությունը դրա հետախուզումից հետո որոշվում է կոնդիցիոն (պահանջվող նորմային համապատասխանող) չափանիշներով, այսինքն ջրի քիմիական կազմի, որոշակի կոմպոնենտների պարունակության, ջրերի տեղադրման խորության, դրանց ծախսի (դեբիտի), շահագործման պայմանների պահանջներից ելնելով:

Հանքային ջրերի հանքավայրեր կան աշխարհի շատ երկրներում, սակայն դրանց առողջապահական նպատակով կիրառումը լայնորեն օգտագործվում է Ֆրանսիայում, Շվեյցարիայում, ԽՍՀՄ-ում, Չեխոսլովակիայում, Հունգարիայում և այլուր: Առանձնապես մեծ փառք են վա-

յելում Ֆրանսիայի «Վիչի» և Չեխոսլովակիայի «Կառլովի վարի» հանքային ջրերը, որոնց հիման վրա կառուցվել են աշխարհահռչակ առողջարաններ:

Հայաստանը համարվում է տարբեր տիպի հանքային ջրերի հարուստ ռեզիդն: Այստեղ հայտնաբերվել են հանքային ջրերի ավելի քան 400 բնական ելքեր, որոնցից մի քանիսը որակական տեսակետից համարվում են աշխարհում լավագույնները ճանաչված հանքային ջրերի մնանակները (անալոգները):

Հանքային ջրերի հիմնական տիպերն են՝ 1) բուժիչ, 2) արդունաբերական, 3) թերմալ (ջերմային):

Ստորև կտրվեն դրանց համառոտ բնութագրերը:

## 15.2. ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԲՈՒԺԻՉ ՋՐԵՐ

Հանքային բուժիչ ջրեր են կոչվում այնպիսի ստորերկրյա ջրերը, որոնք բարերար ֆիզիոլոգիական ազդեցություն են թողնում մարդու օրգանիզմի վրա՝ պայմանավորված ջրի բարձր հանքայնացումով, իոնային կազմով, գազերի պարունակությամբ, ակտիվ թերապևտիկ միկրոբաղադրիչների ու ռադիոակտիվ տարրերի առկայությամբ, թթվայնությամբ ու հիմնայնությամբ, ինչպես նաև բարձր ջերմաստիճանով:

Հանքաջրաբուժության համար հետաքրքրություն ներկայացնող ստորերկրյա ջրերի կազմում հիմնական բաղադրիչների շարքին են դասվում  $\text{CO}_2$  (ազատ),  $\text{H}_2\text{S}$ , Fe, As, Br, I,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ , Rn և օրգանական նյութերը: Կարևոր նշանակություն ունեն թթու-հիմնային իրադրությունը, ջերմաստիճանը, լուծված բաղադրիչների ընդհանուր բաղադրությունը, ինչպես նաև որոշ թունավոր իոնների բարձր պարունակությունը, մասնավորապես մի շարք մետաղների:

Ստորերկրյա ջրերը բուժական կարգին վերագրելու համար գոյություն ունեն նորմեր և չափորոշիչներ, այսինքն՝ բաղադրիչների պարունակության ստորին սահմաններ, որոնց դեպքում ջուրը սկսում է մարդու օրգանիզմի վրա բարերար հանքաջրաբուժական ազդեցություն գործել, ի տարբերություն սովորական քաղցրահամ ջրերի (աղ. 16): Տարբերելը ներում նորմերը և չափանիշները կարող են տարբերվել իրարից:

Ինչպես խմելու ջրի, այնպես էլ հանքայինների համար գոյություն ունեն թունավոր իոնների պարունակության թույլատրելի սահմաններ

(ՊԹՍ) (աղ. 17) [4]: Հաշվի է առնվում նաև կոլիտիտը, որի մեկ հատը պետք է պարունակվի 100 մլ-ը գերազանցող քաղցրահամ խմելու ջրաքանակում, իսկ բուժիչ-խմելու ջրերի համար՝ 300 մլ-ը:

**Աղյուսակ 16**

*Հանքային բուժիչ ջրերի գնահատման հիմնական ցուցանիշները և չափանիշները*

h/h	Ցուցանիշները	Չափանիշները
1	Հանքայնացումը, գ/լ	2.0
2	Գազահագեցվածությունը, մլ/դմ <sup>3</sup>	50
3	CO <sub>2</sub> գ/դմ <sup>3</sup>	1.4 (լողանալու)
		0.5 (խմելու)
4	H <sub>2</sub> S	10
5	As	0.7
6	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20
7	Br	25
8	I	5
9	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> + HSiO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , մգ/դմ <sup>3</sup>	50
10	Rn , մկ/դմ <sup>3</sup> (նանոկյուրի/լ)	5

**Ծանոթություն:** Ըստ օրգանական նյութերի պարունակության պաշտոնական չափորոշիչներ չկան: Ռուսաստանում օգտագործում են C<sub>օրգ</sub>-ը 12-ից մինչև 140մգ/դմ<sup>3</sup> բաղադրությամբ ջրերը:

Հանքային ջրերը ստորաբաժանվում են վեց հիմնական հանքաջրաբուժական խմբերի՝ 1) շատ աղի և աղաջրեր, 2) ածխաթթվային, 3) ռադոնային, 4) սիլիկատային թերմալ, 5) երկաթային, մկնդեղային և մետաղների (Mn, Cu, Zn, Pb, Al և այլն) բարձր պարունակությամբ, 6) թույլ հանքայնացված ջրեր՝ օրգանական նյութերի բարձր պարունակությամբ:

## Աղյուսակ 17

*Որոշ բունավոր (տրքսիկ) և վնասակար նյութերի պարունակության բույլաբերելի սահմաններ (ՊԹՍ) բուժիչ-սեղանի և բուժիչ հանքային ջրերի համար [4]*

h/h	Բաղադրիչները	ՊԹՍ, մգ/դմ <sup>3</sup>	
		բուժիչ-սեղանի ջրեր	բուժիչ ջրեր
1	As	1.5	3.0
2	F	5.0	8.0
3	V	0.4	0.4
4	Hg	0.02	0.02
5	Pb	0.3	0.3
6	Sc	0.05	0.05
7	Cr	0.5	0.5
8	Ra	$5 \times 10^{-7}$	$5 \times 10^{-7}$
9	U	0.5	0.5
10	NO <sub>2</sub>	2.0	2.0
11	NO <sub>3</sub>	50.0	50.0
12	NH <sub>4</sub>	2.0	2.0
13	օրգանական նյութեր (գումարային)	1.0	30.0
14	ֆենոլներ	0.001	0.001

*Շարք աղի և աղաջրեր:* Այդ ջրերը կարող են ունենալ մինչև 500-600 գ/լ հանքայնացում, տարբեր քիմիական և գազային կազմ: Դրանք լայնորեն տարածված են պլատֆորմների և միջլեռնային արտեզյան ավազանների սահմաններում: Առավել մեծ նշանակություն ունեն սուլֆատային ջրերը, որոնց բուժիչ հատկությունները մեծանում են ծծմբաջրածնի առկայության դեպքում (Նախատուրալ, Նախակարպատ, Հյուսիսային Կովկաս): Զլորիդային, բլորիդ-ծծմբաջրածնային ջրերը շատ մեծ տարածում ունեն նախկին ԽՍՀՄ-ի սահմաններում և օգտագործվում են բազմաթիվ սանատոր-կուրորտային կազմակերպությունների կողմից: Ուժեղ աղի և աղաջրերի միջավայրում հանդիպում են բրոմային, յոդաբրոմային և յոդային ջրեր, որոնք կապված են արտեզյան ավազանների խորը հորիզոնների հետ:



*Ածխաթթվային ջրեր:* Հանքային բուժիչ ջրերի առավել լայն տարածում ունեցող հայտնի հանքաջրաբուժական տիպն է, որն օգտագործվում է ինչպես լոգանքների ( $\text{CO}_2 > 1.4\text{գ/դմ}^3$ ), այնպես էլ խմելու համար ( $\text{CO}_2 > 0.5\text{գ/դմ}^3$ ):

Զգալի քանակությամբ ածխաթթու պարունակող ստորերկրյա ջրերի տարածումը առաջին հերթին պայմանավորված է դրա առաջացման (գեներացիա) համար պայմանների առկայությամբ (կարբոնատային ապարների ժամանակակից թերմամետամորֆիզմի օջախները, հրաբխականությունը, համապատասխան կենսաքիմիական իրավիճակները): Դրա համար էլ ածխաթթվային ջրերի հանքավայրերը հանդիպում են՝ 1) կայնոզոյան հասակի (կամ կայնոզոյում տեկտոնապես ակտիվացած) լեռնածալքավոր մարզերում, ինչպես նաև դրանց սահմանակցվող արտեզյան կառուցվածքների ծայրամասային տեղերում, 2) հրաբխածին ավազաններում, 3) ժամանակակից հրաբխականության մարզերում:

Ստորերկրյա ջրերի համար ածխաթթու ջրերը բնորոշվում են առավելագույն գազահագեցվածությամբ: Գազի և ջրի ծախսերի հարաբերակցությունը (այսպես կոչված «գազային գործոնը») սովորաբար կազմում է 1.5-5.0, սակայն կարող է հասնել 15-20 և, որպես կանոն, այն խորացման հետ մեծանում է:

Ներկայումս որոշված են մոտ 30 տիպի ածխաթթվային ջրեր (քաղցրահամ հիդրոկարբոնատներից և սուլֆատ-հիդրոկարբոնատներից մինչև բլրիդային՝ մինչև  $90\text{գ/դմ}^3$  հանքայնացումով): Դրանց թվում հանքաջրաբուժության մեջ առավել լայնորեն կիրառվում են տարաբնույթ *նարզաններ* (անդրբայկալյան՝ Դիրասուներ, Արշաներ, կովկասյան՝ Կիսլովոդսկի, Պյատիգորսկի, Ժելեզնովոդսկի), ինչպես նաև Բորժոմի և Եսենտուկիի տիպի ջրերը: Այդ ջրերն իրենց անվանումը ստացել են առավել հայտնի ածխաթթվային աղբյուրներից, մասնավորապես, Կովկասի հանքային ջրերի շրջանի եզական ծախս և զանազան քիմիական կազմ ունեցող ածխաթթվային ջրերի աղբյուրներից, որոնց հիմքի վրա ստեղծվել են՝ Կիսլովոդսկի, Պյատիգորսկի, Ժելեզնովոդսկի և Եսենտուկիի խոշորագույն առողջարանները:

*Նարզաններ* են կոչվում ածխաթթվային սառը կամ տաք քաղցրահամ և թույլ հանքայնացված ջրերը, որոնք ունեն հիդրոկարբոնատային

( $\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-}$ ), հազվագյուտ սուլֆատային, կալցիումային ( $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+} - \text{Ca}^{2+}$ ) կազմ:

Հայաստանում հանքային ջրերի մեծամասնությունը պատկանում է ածխաթթվային տիպին (Արզնի, Ջերմուկ, Գիլիջան, Հանքավան և այլն), որոնց հիմքի վրա կառուցվել են մեծ համրավ վայելող առողջարաններ (նույն անուններով) և շշալցման գործարաններ: Այդ ջրերում միկրոբադադրիչներից ավելի շատ դիտվում է ազոտի բարձր պարունակություն, երբեմն նաև ջրերն օժտված են թույլ ռադիոակտիվությամբ: Ջրերի ջերմաստիճանը տատանվում է  $+4^\circ\text{C}$ -ից (Գռիձոր) մինչև  $+64^\circ\text{C}$  (Ջերմուկ):

Շատ հետազոտողների (Ա. Մ. Օվչիննիկով, Պ. Ի. Տոլստիխին և ուրիշների) կարծիքով ջրում լուծված ածխաթթու գազը գերազանցապես ունի մետանոքսիային ծագում: Ըստ երևույթին, ինչ որ չափով ածխաթթուն մուտք է գործում վերին մանտիայից և առաջանում է ի հաշիվ կենսաքիմիական ռեակցիաների: Ածխաթթու գազը, մուտք գործելով ստորերկրյա ջրեր, հաճախ անմիջական ազդեցություն է գործում դրանց քիմիական կազմի փոփոխման վրա, և որի հետևանքով ջրում ի հայտ են գալիս հիդրոկարբոնատային իոններ: Քլորական ջրերն ածխաթթվով հարստացման հետևանքով ի վիճակի են լինում վերափոխվելու հիդրոկարբոնատ-քլորիդայինի, իսկ սուլֆատայինը՝ հիդրոկարբոնատ-սուլֆատայինի:

Հանքային ածխաթթու ջրերը, երբ դուրս են գալիս երկրի մակերևույթ, սովորաբար կորցնում են ածխաթթվի մի մասը, որը բերում է ջրից կալցիումի կարբոնատի նստեցմանը: Արդյունքում առաջանում է կրաքարային տուֆ կամ տրավերտին:

*Ռադոնային ջրեր:* Ստորերկրյա ջրերը վերագրվում են բուժիչ ռադոնային ջրերին, երբ նրանց պարունակությունը մեծ է  $185\text{Բկ/դմ}^3$  (Բեկկեռել/լ): Ստորերկրյա ջրերում ռադոնի ծագումը կապված է ջրապարունակ ապարներում ռադիային միներալների արմատական տեղադրումով կամ վերանստեցման վիճակով: Ռադոն գազ պարունակող (տարբեր քանակությամբ) ստորերկրյա ջրերը լայն տարածում ունեն ծալքավոր մարզերում, հատկապես բյուրեղային թթու ապարների տարածման շրջաններում:

Ըստ ծագման և քիմիական կազմի (Ա. Մ. Ելմանով և Վ. Ա. Արբուզով, 1975)՝ ռադոնային ջրերում առանձնացնում են ջրաքիմիական տի-

պեր՝ 1) հասարակ կազմի, որտեղ ռադոնը (Rn ) հանդիսանում է միակ բուժիչ բաղադրամասը (կոմպոնենտը), 2) բարդ կազմի, որտեղ ռադոնը զուգակցվում է այլ բուժիչ բաղադրամասերի (գազերի, ջերմաստիճանի, յուրահատուկ կոմպոնենտների) հետ: Ռադոնային ջրերի հանքավայրերից լայնորեն հայտնի են Բելոկուրիխի (Ալթայ), Յամկուն (Անդրբայկալ), Պյատիգորսկի (Կովկաս) և այլն:

*Միլիկատային ջերմային (թերմալ) ջրեր:* Այդ խմբի ջրերը սովորաբար ունեն փոքր հանքայնացում (մինչև 2 գ/լ), սիլիկաթթուների բարձր պարունակություն (50-160 գ/լ), բարձր հիմնանյութություն (pH -ը մինչև 9.6), բարձր ջերմաստիճան (20-100°C): Այդպիսի ջրերը տեղադրված են երիտասարդ հրաբխականության, նորագույն կարբոնատառաջացումների և սեյսմիկության գոնաներում: Միլիկատային ջերմային ջրերի տարածման առավել հետաքրքրական մարզ հանդիսանում է Բայկալի ջրամիներալային մարզը, որտեղ հայտնի են 65 աղբյուրների խմբեր, որոնց մի մասի ծախսը հասնում է մինչև 100լ/վ:

Միլիկատային ջրերի խումբը ներառում է ազոտային, մեթանային և ածխաթթվային ջերմային ջրերը, որոնցում հիմնական հանքաառողջաբանային բաղադրիչը սիլիկաթթունն է ( $H_2SiO_3 > 50մգ/դմ^3$ ): Այդ ջրերը կիրառվում են մաշկային, նյարդային, երակային և մկանային հիվանդությունների բուժման ժամանակ:

*Ազոտական սիլիկատային ջերմերը* համեմատած այլ տիպի հանքային ջրերի հետ տիրապետում են որոշակի, քիմիական կազմի առանձնահատկությունների՝ 1) համեմատաբար փոքր (սովորաբար մինչև 1.5գ/դմ<sup>3</sup>) հանքայնացման, 2) բարձր հիմնային (pH -ը մինչև 9.6-9.8) ռեակցիաների, 3) կատիոնային կազմում նատրիումի և անիոնային կազմում հիդրոկարբոնատ կամ սուլֆատ իոնների գերակայությամբ, 4) ֆտորի առկայությամբ: Դրանք տարածված են լեռնածալքավոր մարզերում:

*Մեթանային ջերմային ջրերը* ձևավորվում են արտեզյան կառուցվածքների խորը մասերում վերականգնման պայմաններում և ծագումնաբանական տեսակետից կապված են նավթատար և բիտումապարունակ ապարների հետ: Դրանք բնութագրվում են քլորիդ-նատրիումային կազմով, սովորաբար բարձր հանքայնացմամբ, հիմնային ռեակցիայով, բրոմի և յոդի առկայությամբ (Մայկոոպ և այլն):

*Ածխաթթվային սիլիկատային ջերմերը* տարածված են լեռնածալ-քավոր մարզերի այնպիսի շրջաններում, որտեղ խորը հորիզոնների վրա առկա են ջերմամետամորֆիզմի օջախներ: Դրանք սովորաբար ունեն սուլֆատ-հիդրոկարբոնատային նատրիումային կազմ հիմնային ռեակցիայով (Պյատիգորսկ, Ժելեզնովոդսկ և այլն):

*Երկաթային, մկնդեղային և մեյրաղների բարձր պարունակությամբ ջրեր:* Երկաթային միացությունները ստորերկրյա ջրեր են թափանցում սուլֆատային հանքավայրերի թթվեցման գոնայի կամ հողմնահարման կեղևի ապարներից: Առավել մեծ նշանակություն ունեն փոքր հանքայնացման և թթվայնության ջրերը, որոնք պարունակում են երկօքսիդ ածխածին (Մարցիալային ջրեր): Սկնդեղային ջրերը տարբերակվում են ըստ մկնդեղի պարունակության, իոնային կազմի և հանքայնացման: Դրանք բոլորը շատ բուժիչ են: Սովորաբար այդպիսի ջրերում հանդիպում են բոր, բրոմ և այլ բաղադրիչներ: Սկնդեղային ջրերի հայտնաբերված 40 հանքավայրերից (նախկին ԽՍՀՄ-ում) առավել շատ քանակը գտնվում է Կովկասում, Սախալինում, Կամչատկայում:

*Թույլ հանքայնացված ջրեր՝ օրգանական նյութերի բարձր պարունակությամբ:* Այդպիսի կազմով ստորերկրյա ջրեր հանդիպում են բավականին հազվադեպ և հիմնականում հանդես են գալիս օրգանիկայով հարստացած նստվածքային ապարներում: Դրանք, տիրապետելով փոքր հանքայնացման (մինչև 0.8գ/լ), ունեն տարբեր իոնային կազմ, ներառում են օրգանական նյութեր (հումինային թթուներ, բիտումներ, ֆենոլներ, ճարպաթթուներ, օրգանական ածխածին, ազոտ և այլն) և միկրոբաղադրիչներ: Այդպիսի ջրերի հանքավայր է համաշխարհային ճանաչում ունեցող Տրուսկավեցկի (Արևմտյան Ուկրաինա) հանքավայրը, որտեղ օգտագործվում են նշանավոր «Նաֆտուսիա» ջրերը: Դրա սառը ( $7^{\circ}\text{C}$ ) հիդրոկարբոնատային մագնեզիում-կալցիումային  $0.5-1.0$  գ/դմ<sup>3</sup> հանքայնացման ջրերը, որոնք իրենց միկրոբաղադրիչների կազմով չեն տարբերվում սովորական գրունտային ջրերից, պարունակում են տարբեր օրգանական նյութերի համալիր (հումինային նյութեր, ճարպային, նեֆտենային թթուներ, բիտումներ, ֆենոլներ և այլն)՝ մինչև  $120$  մգ/դմ<sup>3</sup> և ունեն նավթի և կերոսինի հոտ:

Նմանատիպ ջրեր հետախուզված են Կրասնոդարի երկրամասում, Ադրբեջանում, Ուրալում, Սիբիրում և այլն:

### 15.3. ԱՐԴՅՈՒՆԱՔԵՐԱԿԱՆ ՋՐԵՐ

*Արդյունաբերական* են կոչվում այն ջրերը, որոնք պարունակում են օգտակար բաղադրիչներ (բրոմ, բոր, յոդ և այլն) այնպիսի քանակներով, որոնք ապահովում են դրանց արդյունահանման և վերամշակման շահութաբերությունը ժամանակակից տեխնոլոգիաների կիրառմամբ քիմիական արդյունաբերության համար: Բացի նշված տարրերից՝ ստորերկրյա ջրերից կորզում են լիթիում, ռուբիդիում, ցեզիում, կալիում, մագնեզիում, կերակրի աղ, նատրիում, սուլֆատ, ռադիում, ստրոնցիում, հեղիում և այլն: Ռուսաստանում ստորերկրյա ջրերի այդ տիպն օգտագործում են որպես ջրամիներալային հումք յոդի (100%) և բրոմի (60-70%) ընդհանուր արտադրության:

Ստորերկրյա արդյունաբերական ջրերը հիմնականում պատկանում են բարձր հանքայնացման ջրերի և աղաջրերի խմբին: Ստորերկրյա արդյունաբերական ջրերի և աղաջրերի տարածումը ենթարկվում է որոշակի օրինաչափությունների: Այդ ջրերը, որպես կանոն, տեղադրված են խոշոր ջրաճնշումային համակարգերի խոր մասերում, գերազանցապես չափազանց դանդաղ և հազվագյուտ դեպքերում դանդաղ ջրափոխանակման զոնաներում: Այդպիսի ջրաճնշումային համակարգերը կառուցվածքա-տեկտոնական տեսակետից համապատասխանում են հին պլատֆորմային սինկլիինալներին ու հին գոգավորություններին, ինչպես նաև տեկտոնիզմի տարբեր ցիկլերի նախալեռնային ճկվածքներին ու միջլեռնային գոգավորություններին: Աղաջրերի տարածումը դանդաղ ջրափոխանակման զոնա կարող է տեղի ունենալ, եթե աղաբեր նստվածքները տեկտոնական շարժումների շնորհիվ տեղադրվել են հիպերգենեզի (վերնածին) զոնայում: Հասակային տեսակետից արդյունաբերական ջրերը, այդ թվում նաև աղաջրերը, կարող են հանդիպել երկրաբանական ամենատարբեր հասակի ապարներում:

Ստորերկրյա արդյունաբերական ջրերի տեղադրման խորությունը փոփոխվում է մեծ սահմաններում՝ առաջին տասնյակ մետրից մինչև 4-5 կմ և ավելի: Առավել տարածված խորությունները կազմում են 1000-3000 մ, իսկ բնական աղաջրերի համար դրանց լայն տարածման հետևանքով արդյունահանման նպաստավոր խորություն է համարվում մինչև 300 մ:

Ստորերկրյա արդյունաբերական ջրերը սովորաբար պարունակվում են ցամաքային (ավազներ, ավազաքարեր, խճեր, կոնգլոմերատներ և այլն), կարբոնատային (կրաքարեր և դոլոմիտներ), աղաբեր ապարներում և անհիդրիտներում՝ կարբոնատային ապարների և երբեմն՝ հրաբխային նստվածքների ենթաշերտերով:

Ստորերկրյա արդյունաբերական ջրերը սովորաբար օժտված են լինում զգալի պիեզոմետրիկ ճնշումով: Որոշ տեղերում, հորատանցքերում դրանց ստատիկ (կայունացած) մակարդակը կանգնում է երկրի մակերևույթից բարձր: Սակայն, մեծամասամբ դրանք տեղադրված են երկրի մակերևույթից հաշված մետրից մինչև 300 մ և նույնիսկ ավելի խորությունների վրա:

Ջրապարունակ ապարների ջրառատությունը փոփոխվում է լայն սահմաններում, հորատանցքերի տեսակարար ծախսերը (տես վերը) տատանվում են միավորի մասերից մինչև տասնյակ խորանարդ մետր մեկ օրում:

Ստորերկրյա ջրերում յոդի պարունակությունը փոփոխվում է հետքերից մինչև 80մգ/լ և ավելի, բրոմը՝ մի քանի միլիգրամից մինչև 10գ/լ (Անտարո-Լենի ջրաճնշումային համակարգ, ստորին քեմբրյան նստվածքներում), կալիումը՝ մինչև 20գ/լ և ավելի: Բացի այդ՝ քլորիդային նատրիում-կալցիումային կազմի ստորերկրյա աղաջրերում դիտվում է ստրոնցիումի և ուրիշ միկրոբաղադրիչների բարձր պարունակություն:

Ստորերկրյա արդյունաբերական ջրերի ընդհանուր հանքայնացման, դրանց քիմիական կազմի, ինչպես նաև դրանցում միկրոբաղադրիչների փոփոխությունը պայմանավորված են ապարների կազմով, ընդհանուր ջրաերկրաբանական իրադրությամբ և մասնավորապես ջրատար հորիզոնների և համալիրների փակվածությամբ, ինչպես նաև ստորերկրյա ջրերի դինամիկայով:

Կոնկրետ արտեզյան ավազանների սահմաններում բրոմի, ստրոնցիումի և որոշ այլ բաղադրիչների պարունակությունները ավելանում են ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր հանքայնացման մեծացման հետ: Միկրոբաղադրիչների պարունակության մեծացումը կատարվում է, որպես կանոն, ըստ խորացման և առավել հին ապարների անցման դեպքում: Բրոմի, ստրոնցիումի և կալիումի առավելագույն պարունակությունները դիտվում են այն ավազաններում, որոնց կտրվածքներում առկա են աղաբեր՝ հատկապես հալոգեն նստվածքները:

Ժամանակակից հրաբխականության գործունեության մարզերում հանդիպում են մկնդեղի, ֆտորի և այլ միկրոբաղադրիչների բարձր պարունակություններ:

Հանքային արդյունաբերական ջրերի հիմնական ցուցանիշները և գնահատման նորմերը բերվում են 18-րդ աղյուսակում [11]:

**Աղյուսակ 18**

*Հանքային արդյունաբերական ջրերի գնահատման հիմնական ցուցանիշները և նորմերը*

<b>Քաղադրիչներ</b>	<b>Չափման միավորներ</b>	<b>Գնահատման նորմաներ</b>	<b>Ջրեր</b>
NaCl	գ/լ	50	Հալիտային
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	գ/լ	50	Միրաբիլիտային
NaHCO <sub>3</sub> + Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	գ/լ	50	Սոդային
Br	մգ/լ	250-500	Բրոմային
I	մգ/լ	18	Յոդային
B <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	մգ/լ	200	Բորային
Li	մգ/լ	10-20	Լիթիումային
Mg	մգ/լ	1000-5000	Մագնեզիումային
K	մգ/լ	350-1000	Կալիումային
Rn	գ/լ	10 <sup>-11</sup> -10 <sup>-9</sup>	Ռադիոակտիվ

Արդյունաբերական ջրերի մեկ հանքավայրից երկու և ավելի բաղադրիչների արդյունահանումը կատարվում է դրանց առավել փոքր բաղադրությունների դեպքում, որը և ցույց է տրված 18-րդ աղյուսակում: Արդյունաբերական ջրերի տեղադրման խորությունը պետք է լինի ոչ խորը՝ 2-4 կմ, դինամիկ մակարդակը՝ 200-600 մ-ից ոչ խորը, իսկ հորատանցքի ծախսը՝ ոչ փոքր 200-500 մ<sup>3</sup>/օր:

Որոշ շրջաններում (Ուրալ, Կովկաս և այլն) արդյունաբերական ջրերը պարունակում են մետաղներ (պղինձ, ցինկ, վոլֆրամ, ալյումինում և այլն) և ներկայացնում են հետաքրքրություն՝ որպես հեռանկարային մետաղապարունակ հեղուկներ: Խորը տեղադրված արդյունաբերական ջրերն ունեն բարձր ջերմաստիճան, դրա համար էլ այդ ջրերը հարկավոր է օգտագործել համալիր կերպով:

Նախկին ԽՍՀՄ-ի սահմաններում հայտնաբերվել են ստորերկրյա ջրերի բազմաթիվ հանքավայրեր, որոնք հիմնականում կապված են խոշոր ջերմաստիճանային համակարգերի հետ (Վոլգա-Կամայան, Ազով-Կուբանյան, Արևմտասիբիրական, Քուռ-Արաքսյան, Արևմտաբուրքմենական և այլն): Շահագործական հորատանցքերը, որոնցից ստացվող ջրի տեսակարար ծախսը տատանվում է 100-3000մ<sup>3</sup>/օր, աշխատում են տնտեսական մեծ արդյունավետությամբ:

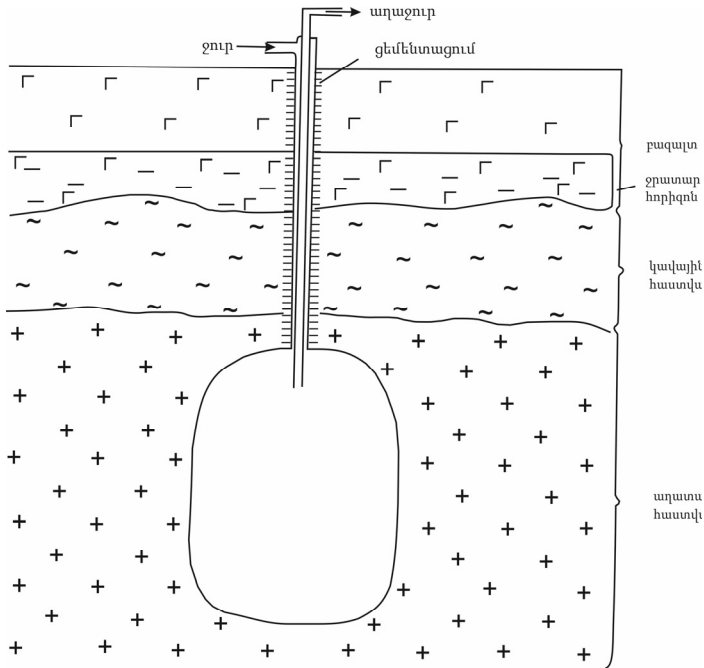
Տնտեսական տեսակետից հանքային ջրերի օգտագործման կարևորությունը՝ որպես հանքահումքային բազա, պայմանավորված է մի շարք հանգամանքներով: Նույնիսկ օգտակար բաղադրիչի բարձր պարունակության դեպքում հումքի արդյունահանումը և օգտագործումը տնտեսական տեսակետից կարող է հանդիսանալ ոչ նպատակահարմար դրա խորը տեղադրման, մաքրման և արդյունաբերական թափոնների օգտագործման բարդությունների պատճառով, ինչպես նաև հեռավորությունը սպառողից, տրանսպորտա-ստորերկրյա ճանապարհային բացակայությունից և այլն:

Միաժամանակ ստորերկրյա ջրերը՝ որպես հանքահումքային բազա, ունեն մի շարք առավելություններ: Կապված դրանց ընդարձակ ռեզիդուալ տարածման հետ, նրանք բնութագրվում են մեծ պաշարներով և պարունակում են ոչ թե մեկ, այլ մի քանի օգտակար հանածոներ: Բացի այդ՝ շատ դեպքերում հանված արդյունաբերական ջրերը միաժամանակ կարելի է օգտագործել հանքաջրաբուժական նպատակներով կամ ջրամատակարարման համար:

Արդյունաբերական ջրերը, ըստ հազվագյուտ մետաղների պաշարների, գերազանցում են պինդ հանածոների հանքահումքին: Հորատանցքերից արտամղման ճանապարհով կամ դրանցից ինքնաթափման դեպքում, արդյունաբերական ջրերի արտահանումը զգալի էժան է լեռնային աշխատանքներից և միաժամանակ հանդիսանում է միջոց դրանց՝ երկրի մակերևույթ տեղափոխման համար: Այս դեպքում, ըստ ամենայնի, կարելի է կիրառել շահագործման երկրատեխնոլոգիական (գեոտեխնոլոգիական) եղանակները: Շատ երկրներում աղաբեր հաստվածքները շահագործվում են այդ եղանակով: Այն հաջողությամբ կիրառվում է նաև նախկին ԽՍՀՄ-ի մի շարք հանքավայրերում (Արտյոմովսկ, Կալուշ- Նախակարպատներում, Սլյավյանսկ-Դոնբասում, Աբովյան, Ավան-Մերձերևանյան աղատար ավազանում և այլուր):



Երկրատեխնոլոգիական արդյունահանումը, որը հանգում է հորատանցքերի միջով աղաբեր հաստվածքը ջրով լուծելուն, իրականացվում է հետևյալ կերպ. հատուկ կառուցվածքի հորատանցքի միջոցով աղաբեր հաստվածքի մեջ ներմղվում է քաղցրահամ ջուր, աղը տարրալուծվում է, վերածվում աղաջրի և արտամղվում երկրի մակերևույթ (նկ. 52): Հորատանցքի ներքին խողովակաշարի տեղաշարժումով և պարբերաբար իներտ հեղուկ (նավթ) ներմղելով կարգավորվում է աղատար հորատանցքի լվացման գործընթացը՝ նպատակ ունենալով հորատանցքի շուրջը ստեղծել լեռնային ճնշման նկատմամբ կայուն ձևի (գլանաձև) դատարկություն: Ստացված աղաջուրը հասցվում է քիմիական արդյունաբերություն, որտեղ գտումից ու գոլորշիացումից հետո ստանում են կերակրի բարձր որակի աղ:



**Նկ. 52 Պետեխնոլոգիական եղանակով աղատար հաստվածքի շահագործման սխեմա**

Հարկ է նշել, որ Հայաստանում երկրատեխնոլոգիական եղանակը կիրառվում է կրկնակի արդյունավետությամբ: Այն է՝ աղաբեր հաստ-

վածքի մեջ լվացման հետևանքով առաջացած ստորերկրյա դատարկությունները այնուհետև օգտագործվում են իբրև գազի պաշարների ստորերկրյա պահեստարաններ:

Ներկայումս մի շարք պինդ օգտակար հանածոների աղյունահանումը կատարվում է երկրատեխնոլոգիական մեթոդներով, որը միտում ունի զարգանալու լայն թափով [33]:

#### 15.4. ՋԵՐՄԱՋՐԵՐ

Ջերմաջրերին (թերմալ ջրերին) դասվում են այն ջրերը, որոնց ջերմաստիճանը բարձր է մարդու մարմնի ջերմաստիճանից ( $37^{\circ}\text{C}$ ): Բուն իմաստով թերմալ ջրերին են պատկանում  $37\text{-}42^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի ստորերկրյա ջրերը:  $42\text{-}100^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի ջրերը կոչվում են շատ տաք ջրեր (հիպերթերմալ), իսկ  $100^{\circ}\text{C}$ -ից բարձր՝ գերտաք (գերջերմ):

Ելնելով ժողովրդական տնտեսության մեջ ստորերկրյա ջրերի գործնական օգտագործման նպատակահարմարությունից առանձնացնում են՝ 1) մինչև  $20^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի ջրեր, որոնք առավելապես պիտանի են ջրամատակարարման նպատակների համար, 2)  $20\text{-}50^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի ջրեր, որոնք առավելապես պիտանի են հանքաջրաբուժական նպատակների և յոդա-բրոմային արդյունաբերության համար, 3)  $50\text{-}75^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի ջրեր, որոնք նպատակահարմար են օգտագործել ջերմոցների տաքացման, գյուղատնտեսական օբյեկտների (ֆերմաներ, պահեստարաններ և այլն) տաքացման համար և հանքաջրաբուժական նպատակով, 4)  $75\text{-}100^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի ջրեր, կարող են օգտագործվել քաղաքների հանգստյան տների, գյուղատնտեսական օբյեկտների (գյուղեր, խոշոր ջերմոցային կոմբինատներ և այլն) ջերմավորման համար, 5)  $100^{\circ}\text{C}$ -ից բարձր ջերմաստիճանային ջրեր, որոնք խորհուրդ է տրվում գլխավորապես օգտագործել էներգետիկ նպատակների համար: Ըստ որում, ինչքան բարձր է ջրի ջերմաստիճանը, այնքան շատ է դրանց էներգետիկ պոտենցիալը [19]:

Ջերմային ջրերն ունեն լայն տարածում ինչպես պլատֆորմային, այնպես էլ լեռնածալքավոր մարզերի սահմաններում: Պլատֆորմային մարզերում և դրանց հետ միացված ճկվածքներում ջերմային են հանարվում, արդեն վերը դիտարկված հանքային և արդյունաբերական ջրերը: Դրանք տարածված են արտեզյան ավազանների խորը մասե-

րում: Ընդ որում, այդպիսի ջրաճնշումային համակարգերում սնման մարզերից դեպի բեռնաթափման մարզերը, ինչպես նաև ուղղաձիգ կտրվածքում վերևից ներքև դիտվում է ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանի, հանքայնացման աստիճանի և քիմիական կազմի օրինաչափ փոփոխություններ:

Լեռնածալքավոր մարզերի բնորոշ գիծը դրանց տարածքում ջերմային ջրերի լոկալ տարածումն է: Հաճախ դրանք հանդիպում են խոշոր դիպլոնկտիվ խախտումների գծայնորեն ձգված զոնաներում, որոնք հանդիսանում են արտեզյան ավազանների ջրերի բեռնաթափման օջախներ: Այդպիսի զոնաները հայտնաբերվում են լեռնածալքավոր կառուցվածքներում, որոնք իրենց վրա կրել են նորագույն տեկտոնիկայի ազդեցությունը: Ջերմաջրերն առավել շատ տարածված են ծալքավոր մարզերի կայնոգոյան ծալքավորումների ժամանակակից և ոչ վաղ անցյալի չորրորդական հրաբխականության շրջաններում (Կամչատկա, Կուրիլյան կղզիներ և այլն): Տվյալ շրջանները պատկանում են ինտենսիվ ջրաջերմային (հիդրոթերմալ) գործունեության շրջանին:

Կախված գազային կազմից, ինչպես նաև երկրաբանական, երկրաքիմիական և ջերմաստիճանային պայմանների ձևավորումից՝ առանձնացնում են ստորերկրյա ջերմային ջրերի ծագումնաբանական հինգ հիմնական տիպեր՝ 1) ծծմբաջրածնա-ածխաթթվային (ֆումարոլային), 2) ածխաթթվային, 3) ազոտա-ածխաթթվային, 4) ազոտային (հիմնային), 5) մեթանային՝ այդ թվում ազոտա-մեթանային և ծծմբաջրածնա-մեթանային (Վ. Վ. Իվանով, 1961):

*Ծծմբաջրածնա-ածխաթթվային (ֆումարոլային)* ջրերը ձևավորվում են ժամանակակից հրաբխային օջախների անմիջական ազդեցության տիրույթում և տարածված են Կամչատկայում և Կուրիլյան կղզիներում: Ստորաբաժանվում են՝ ա) «խորքային» ծագման թերմերի, որոնք հագեցված են բարձր ջերմաստիճանային գազերով, պարունակում են HF, HCl, CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S ու մակերևույթ դուրս գալու ժամանակ տիրապետում են շատ բարձր ջերմաստիճանի, բ) «մակերևութային» ծագման թերմերի, որոնք ձևավորվում են ապարների ամենավերին հորիզոններում և ունեն սուլֆատային կազմ: Թթու ֆումարոլային ջրերը սովորաբար հանդիսանում են գրունտային կամ թույլ ճնշումային, երբեմն՝ մակերևութային, որոնք բնութագրվում են օջախա-

յին տարածումներով: Առանձին դեպքերում դրանք առաջացնում են մակերևութային հզոր հոսքեր:

Ծծմբաջրածնա-ածխաթթվային ջրերի հանքայնացումը սովորաբար բարձր չէ (3-5գ/լ), սակայն երբեմն հասնում է 20գ/լ և ավելի, անիոնների շարքում գերակշռող են հանդիսանում քլորիդները և սուլֆատները, կատիոնների շարքում մասնակցում են H, Fe, և Al, երբեմն՝ NH<sub>4</sub>: Ջրի ջերմաստիճանը տատանվում է 40-ից մինչև 100<sup>0</sup>C:

*Ածխաթթվային ջերմերը* գենետիկորեն կապված են նստվածքային ապարների հաստվածքի հետ, որոնք պարուրված են երիտասարդ մագմատիկ ապարներով: Մագմատիկ ապարների օջախների տիրույթում ստորերկրյա ջրերը հագեցնող ածխաթթուն առաջանում է դրանք պարուրող (շրջապատող) ապարների վրա բարձր ջերմաստիճանի ազդեցության տակ: Որպես կանոն՝ ածխաթթվային ջրերը տեղադրված են խորը փակված կամ կիսափակված կառույցներում: Գրանց դինամիկան ամբողջովին կապված է բնական ջրաճնշումային համակարգի դինամիկայի հետ, որոնցում պարփակված են ածխաթթվային ջրերի հանքավայրերը: Ջրաերկրաբանական պատմության ընթացքում առանձին կառուցվածքներում ածխաթթվային ջրերը կարող են դուրս գալ և փոխարինվել երիտասարդ ինֆիլտրացիոն ջրերով: Երբ ստորերկրյա ջրերը դեպի բեռնաթափման օջախներ են շարժվում, դրանց զուգընթաց հագեցնող ածխաթթուն տեղագաղթվում է (միջավայրում) բարձր ճնշման տեղերից դեպի ցածր ճնշման տեղեր, ջերմային ջրերի հետ (կողքին) տարածված են նաև տաք և սառը ածխաթթվային ջրեր:

Ածխաթթու ջերմային ջրերի քիմիական կազմը սովորաբար բարդ և ամբողջովին բազմակերպ է: Անիոնների շարքում գերակշռող են հիդրոկարբոնատները, քլորիդները և սուլֆատները, կատիոններից նատրիումի հետ և մեծ քանակությամբ կալցիում է պարունակվում: Ածխաթթվային ջրերում երբեմն դիտվում են մեծ քանակությամբ (մինչև 100-200մգ/լ) սիլիկաթթվի պարունակություն, ինչպես նաև մկնդեղ, երբեմն՝ յոդ, բրոմ, բոր և այլն: Գրանց ընդհանուր հանքայնացումը փոփոխվում է 2-7-ից մինչև 40 գ/լ սահմաններում:

*Ազոտա-ածխաթթվային ջերմերը (ջրագոլորշաջերմերը)* իրենցից ներկայացնում են ուժեղ գերտաքացած ջրեր, որոնց ջերմաստիճանը համեմատաբար ոչ մեծ խորությունների վրա հասնում է 200-300<sup>0</sup>C: Ջրերի բարձր ջերմաստիճանը, որոնց երկրի մակերևույթ բարձրացումը բե-

րում է գոլորշիների անջատմանը և ջրատար ապարների համեմատաբար թույլ ջրաթափանցելիությանը, պայմանավորում են երկրի մակերևույթին դրանց ի հայտ գալը գոլորշաջրային շիթերի տեսքով, մասամբ հեյզերների, ինչպես նաև եռացող աղբյուրների ձևով: Հորատանցքերով ստորերկրյա ազոտա-ածխաթթվային ջերմաջրերի բացման դեպքում նույնպես դրանցում առաջանում են գոլորշա-ջրային շատրվաններ: Ազոտա-ածխաթթվային ջերմերի ձևավորումը կատարվում է ակտիվ հրաբխականության օջախներին մոտ տեղամասերում վերականգնողական բարձր ջերմաստիճանային պայմաններում: Այդպիսի ջրերը սովորաբար տեղադրված են հրաբխածին կամ հրաբխածին-նստվածքային ապարներում:

Ազոտա-ածխաթթվային ջրերը սովորաբար բնութագրվում են ոչ մեծ հանքայնացումով (2-5գ/լ) և քլորիդ-նատրիումային կազմով: Տարբերակիչ գիծը հանդիսանում է սիլիկաթթուների բարձր պարունակությունը (մինչև 300-600մգ/լ):

*Ազոտային ջերմային ջրերը* կարող են լինել ինչպես մթնոլորտային և խորքային, այնպես էլ ծովային ծագումների և զգալի խորությունների վրա ձևավորվում են վերականգնողական պայմաններում:

Մթնոլորտային ծագման ջրերը բնութագրվում են ցածր հանքայնացումով (1-1.5գ/լ), հիդրոկարբոնատ-նատրիումային, երբեմն՝ քլորիդ և սուլֆատ-նատրիումային կազմով, ինչպես նաև սիլիկաթթուների համեմատաբար բարձր պարունակությամբ (40-50-ից մինչև 80-120մգ/լ):

Ծովային ծագման ջրերը աչքի են ընկնում բարձր հանքայնացումով (մինչև 40գ/լ), քլորիդ-նատրիումային և քլորիդ-կալցիում-նատրիումային կազմով, դրանց կազմում բնորոշ միկրոտարրերի՝ բրոմի և յոդի առկայությամբ: Այդպիսի ջրերի ջերմաստիճանը հասնում է 90<sup>0</sup>C-ի:

Ծովային ծագման ազոտական ջերմաջրերը սովորաբար ունեն սահմանափակ տարածում: Երկրի մակերևույթի վրա դրանց էլքերը սովորաբար տեղադրված են խոշոր տեկտոնական խախտումների զոնաներում:

*Մեթանային ջերմային ջրերը* հանդիպում են ինչպես պլատֆորմային, այնպես էլ լեռնածալքավոր մարզերում: Մեթանային ջրերը լայնորեն տարածված են Ռուսական և Սիբիրական պլատֆորմաների խոշորագույն նավթագազաբեր արտեզյան ավազանների սահմաններում,

Արևմտա-սիբիրական հարթավայրում, Միջին Ասիայում, Սախալիում, Կովկասում և շատ այլ շրջաններում:

Մեթանային ջերմաջրերը տեղադրված են արտեզյան ավազանների խորը մասերի նստվածքային ապարներում: Դրանց ձևավորումը կապված է կենսաքիմիական գործընթացների զարգացման հետ: Կախված ջրերի ձևավորման փուլից, երկրաբանական պայմաններից և դրանց տարածման երկրաքիմիական իրավիճակից՝ մաքուր մեթանային ջրերին զուգընթաց հանդիպում են նաև ծծմբաջրածնա-մեթանային և ազոտա-մեթանային ջերմային ջրեր:

Մեթանային ջրերի հանքայնացումը բազմազան է՝ մի քանի գրամից մինչև 400-500գ/լ:

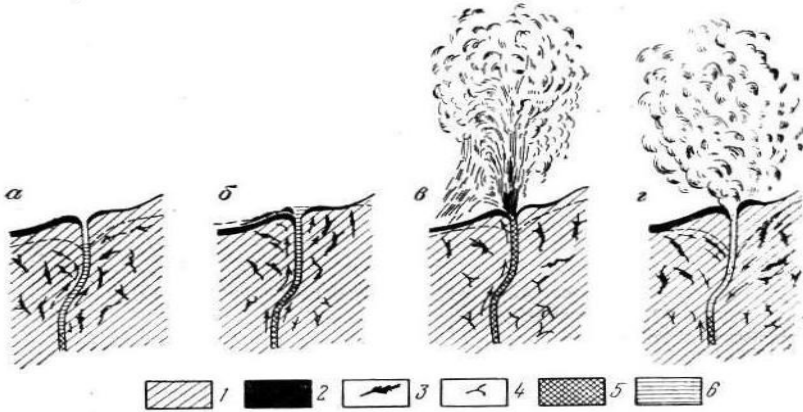
Ժամանակակից հրաբխականության մարզերի սահմաններում (Կամչատկա, Կուրիլյան կղզիներ, Իսլանդիա և այլն) տարածված են խիստ բնորոշ բարձր ջերմաստիճանային ածխաթթու-ազոտային ջրեր ձևավորված գործող հրաբխային օջախների ելքի մոտակայքում: Այդ ջրերը զգալի խորությունների վրա գերտաքացած են (բարձր 300<sup>0</sup>C), դրանք մակերևույթի վրա ի հայտ են գալիս եռացող ջրա-գոլորշային շիթերի ձևով, շատրվանանման հեյզերային ռեժիմով:

*Հեյզերները* տաք աղբյուրներ են, որոնցից ժամանակ առ ժամանակ ժայթքում է ջուր և գոլորշի: Դրանք դիտարկվում են որպես հեյզերային ածխաթթու-ազոտային թերմերի հանքավայրերի յուրահատուկ տիպ: Սրանք իրենց անվանումը ստացել են Իսլանդիայի Հեյզեր շրջանի անվանումից: Աղբյուրների ջրերից հաճախ գոյանում են սիլիկահողային նստվածքներ (հեյզերիդ՝ սպիտակավուն օպալ), որոնք ելքերի շուրջ առաջացնում են սալիկներ և այլ հոսքածներ:

Երկրագնդի տարբեր հեյզերային ջրերի ջերմաստիճանը և կազմը իրար շատ մոտ են: Ջերմաստիճանը տատանվում է 73-97.5<sup>0</sup>C, հանքայնացումը՝ 1-3գ/լ սահմաններում և հիմնականում պատկանում են քլորիդ-նատրիումային կազմի տիպին [33]:

Հեյզերների ժայթքման ժամանակ շատրվանի բարձրությունը սովորաբար հասնում է 30-60 մ, գործում է 1 րոպեից մինչև մի քանի ամիս ընդմիջումներով: Նոր Ջելանդիայի խոշորագույն Վայմանգում հեյզերը, որը գործել է 1899-1905 թթ., յուրաքանչյուր ժայթքման ժամանակ արտանետել է շուրջ 800 տ ջուր՝ մինչև 400 մ բարձրությամբ:

Հեյզերների գործունեության մեխանիզմը ընդհանրացված տեսքով բացատրվում է հետևյալ կերպ. հեյզերի վերին մաս, որի 100-150 մ խորությունների վրա կան հաղորդակցվող դատարկություններ, որոնք հեյզերի նախորդ շատրվանումից հետո մնում են չոր: Այս դեպքում հեյզերի փողանցից որոշ հեռավորության վրա ինչ որ չափով իջնում է ստորերկրյա ջրերի նախնական մակարդակը: Արդյունքում հիդրոստատիկ ճնշման և գոլորշու ճնշման ազդեցության տակ տաք ջուրը հեյզերի փողանցքում նորից սկսում է բարձրանալ և խառնվել այստեղ կողային ապարներից թափանցող ցածր ջերմաստիճանային ջրերի հետ (հեյզերի գործունեության առաջին փուլ)՝ կուտակման փուլ (նկ. 53ա):



**Նկ. 53 Կամշատկայի հեյզերների գործունեության հիմնական փուլերը (ըստ Տ. Ի. Ուստիանովի)**

1- փոշային փուֆեր, 2- հեյզերի փուֆերի նստվածքները ճեղքեր փուֆերում, 3- գերտաք ջրի հեյզ, 4- սառնացած ջրի հեյզ, 5- գերտաք ջուր՝ 100°C-ից բարձր ջերմաստիճանի, 6- սառնացած ջուր՝ 100°C-ից ցածր ջերմաստիճանի

Երբ փողանցքը մինչև վերջ ջրով է լցվում, այն կողերից սկսում է թափվել ոչ մեծ շիթերի ձևով, որի ծախսն աստիճանաբար մեծանում է մինչև դրա ժայթքելը (նկ. 53բ), (հեյզերի գործունեության երկրորդ՝ արտահոսման փուլ):

Հեյզերի փողանցքի վերին մասում գտնվող (երկրի մակերևույթին մոտ) ջրի սյան ճնշման պատճառով փողանցքի ստորին մասի գերտաքացած ջրերը մինչև որոշակի ժամանակ գտնվում են համեմատաբար

հանգիստ վիճակում, հետո ջերմային էներգիայի կուտակմանը զուգընթաց գերտաքացած ջրերից սկսում է աստիճանաբար անջատվել գոլորշու պղպջակներ: Գոլորշիների առաջացումը անցնում է ջրի եռմանը, որը բերում է փողանցքից ջրի մասնակի ժայթքման և վերին հակաճնշման իջեցման (թուլացման): Այս գործընթացի հետևանքով միջավայրում ճնշումը թուլանում է և որոշակի ակնթարթում գերտաքացած ջուրը վեր է ածվում գոլորշու, որից և առաջանում է ջրագոլորշային խառնուրդի հսկայական ուժով ժայթքումը (նկ. 53գ հեյզերի գործունեության երրորդ՝ շատրվանման, ժայթքման փուլ):

Գերտաքացած ջրի հիմնական զանգվածի արտանետումից հետո ժայթքումը դադարում է: Խորքից նորից բարձրացող ոչ մեծ քանակության գերտաքացած ջուրը դատարկված փողանցքում բուռն եռում է, իսկ անջատված գոլորշիները ժայթքում են երկրի մակերևույթ (նկ. 53դ հեյզերի գործունեության չորրորդ՝ գոլորշանջատման կամ խորքային եռման փուլ):

Հեյզերների սնման հիմնական աղբյուր են հանդիսանում մթնոլորտային տեղումները, և հնարավոր է դրա աննշան մասը կապված լինի մագմատիկ օջախների հետ:

Հեյզերները մեծ տարածում ունեն Կամչատկայում (Հեյզերների հովիտ), ԱՄՆ-ում (Հելուստոնյան այգի), Իսլանդիայում, Նոր Զելանդիայում, ավելի քիչ՝ Ճապոնիայում, Չիլիում, Գվատեմալայում, Կոստա-Ռիկայում, Ագորյան կղզիներում և այլուր:

Ջերմային ջրերը լայնորեն տարածված են նաև ԽՍՀՄ հարավի (Կարպատներ, Լեռնային Ղրիմ, Սեծ Կովկաս, Փոքր Կովկաս, Կուպետ-Դաղ, Պամիր) ալպիական ծալքավորումների զոնայում և առավել հին ծալքավոր մարզերում: Հին լեռնածալքավոր մարզերում ջերմաջրերը մինչև 100°C-ի ջերմաստիճանով հաճախ ունեն ցածր հանքայնացում, հազվագյուտ գերազանցում են 1գ/լ-ը, և դրանցում լուծված են ազոտային կազմի գազեր: Ջերմային ջրերի զգալի ռեսուրսներ երևան են գալիս միջլեռնային գոգավորություններում (Ռիոնի, Քուռ-Արաքսյան, Ֆերգանայի և այլն) 1500-3000 մ խորությունների վրա: Միջլեռնային գոգավորություններում, որպես կանոն, ստորերկրյա թերմալ ջրերի հանքայնացումը փոփոխվում է լայն սահմաններում՝ 1-ից մինչև 300գ/լ և ավելի:

Ստորերկրյա ջերմային ջրերը լայնորեն օգտագործվում են աշխարհի տարբեր երկրներում:



Իտալիայում ջերմային ջրերն օգտագործում են Տոսկանայի և Ֆլեգրեյան դաշտերի (Վեզուվի շրջան) բնակավայրերի ու հարուստ ջերմոցային տնտեսությունների ջեռուցման համար, իսկ Տոսկանայում գործող գեոթերմիկ էլեկտրակայանները տալիս են Իտալիայի էլեկտրաէներգիայի ավելի քան 6%-ը:

Իսլանդիայում հեյզերներից և հորատանցքերից ստացվող ջրի և գոլորշու ջերմությունը լիովին բավարարում է բնակավայրերի ջեռուցման, ամենահզոր էլեկտրակայանը աշխատեցնելու, ջերմոցների և այլնի համար:

Նոր Զելանդիայում ընդերքից ստացվող գերտաք գոլորշին գործի է դնում 160 հազ. կվտ հզորության էլեկտրակայանը: ԱՄՆ-ի Օրիգոն նահանգում թերմալ ջրերն օգտագործվում են ավտոճանապարհների ջեռուցման համար, իսկ Կալիֆորնիա նահանգի հռչակավոր Մեծ հեյզերների ջերմության հիման վրա գործում է 400հազ.կվտ հզորության էլեկտրակայան:

Ռուսաստանում ընդերքի ջերմության շնորհիվ ջեռուցման հնարավորությունները հսկայական են: Արդեն մեծ աշխատանքներ են տարվում հատկապես Կամչատկայում և Կուրիլյան կղզիներում:

Կովկասում թերմալ ջրերի ելքեր (մինչև 100°C) հայտնի են ինչպես Հյուսիսային Կովկասում (Հարավային Դաղստան, Չեչենո-Ինգուշեթիա), այնպես էլ Անդրկովկասում (Վրաստան, Հայաստան):

Հայաստանը ընդհանուր առմամբ հարուստ է թերմալ ջրերի աղբյուրներով: Մեծ ծախսով և ջերմությամբ աչքի են ընկնում Ջերմուկը (ջրի ջերմաստիճանը +64°C), Արզականը (+45°C), Հանքավանը (+43°C) և Բջնիկ (+39°C): Սակայն դրանք չեն օգտագործվում որպես ջերմաէներգիայի աղբյուր:

Հարկ է նշել, որ նույնիսկ ստորերկրյա ջրերի բացակայության դեպքում հորատանցքերի մեջ կարելի է ներմղել մակերևութային ջուր և կորզել խորքային ջերմությունը, այսինքն՝ տվյալ դեպքում ընդերքը կձառայի որպես բնական «կաթսայատուն»: Գետտեխնոլոգիական այս մեթոդի կիրառման շնորհիվ հնարավոր կլինի ավելի մեծ մասշտաբներով ու, ըստ ամենայնի, օգտագործել ընդերկրյա ջերմությունը՝ այդ անհամեմատ ավելի էժան ու բնության աղտոտման տեսակետից «մաքուր» էներգիայի տեսակը:

Այդ տեսակետից նպատակահարմար է համարվում Հայաստանի կենտրոնական հրաբխային բարձրավանդակը (Արագածից մինչև Ջանգեզուր), քանի որ 1.5-2.0 կմ խորությունների վրա կարելի է սպասել  $+100^{\circ}\text{C}$  ջերմություն:

## **15.5. ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐ**

### **15.5.1. ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ԳԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄԸ**

*Աղբյուր (ակունք)* է կոչվում ստորերկրյա ջրերի բնական ելքը երկրի մակերևույթ: «Աղբյուր» տերմինը կիրառվում է ցանկացած ստորերկրյա ջրերի ելքերի համար (քաղցրահամ, հանքային, ջերմային): Ստորերկրյա ջրերի ելքը երկրի մակերևույթի վրա պայմանավորվում է երեք իրար հետ հաճախ կապված գործոններով [25]:

1) Տեղանքի մասնատվածությամբ, այսինքն՝ ջրատար հորիզոնների հատումով երոզիոն և ժամանակակից ռելիեֆի այլ բացասական ձևերով՝ գետահովիտներով, ձորակներով, խոր կիրճերով (խրամների), լճային գոգավորություններով և այլն:

2) Տեղանքի ստրուկտուրա-երկրաբանական կառուցվածքով, այսինքն՝ պլիկատիվ և դիզյունկտիվ տեղախախտումների (տեկտոնական բաց ճեղքեր, տեկտոնական խախտումների գոնա, անտիկլինիլային ծալքեր խախտված կամարներով, թևերով և այլն) առկայությամբ:

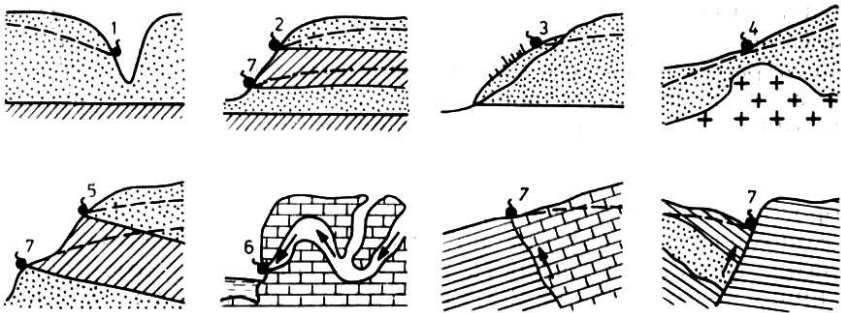
3) Շրջանում ներժայթքումների (ինտրուզիաների) և դայկաների առկայություններով, որոնց կոնտակտները (հպումները) նստվածքային ապարների հետ կարող են առաջացնել երկրի մակերևույթ դուրս եկող բաց ճեղքեր: Բացի այդ՝ նստվածքային ապարներում բուն ինտրուզիաների և դայկաների ճեղքերով նույնպես ստորերկրյա ջրերը կարող են դուրս գալ երկրի մակերևույթ:

Ներկայումս աղբյուրների համընդհանուր դասակարգում, որը արտահայտի դրանց պայմանները, կապը ստորերկրյա ջրերի տարբեր տիպերի հետ, ռեժիմը, պրակտիկ օգտագործումը, գոյություն չունի: Եղած մասնակի դասակարգումները հիմնված են կամ ըստ բնորոշ ապարների, որոնց հետ կապված են աղբյուրները, կամ ըստ հիդրավիկական ցուցանիշների (կապը ճնշումային և ոչ ճնշումային ջրերի հետ): Հաշվի են առ-

նում նաև աղբյուրային ելքերի պայմանները՝ ըստ ապարների բնույթի գուգորդված ստորերկրյա ջրերի տիպի հետ, ըստ աղբյուրների ռեժիմի, ըստ ծախսի և այլն:

Ըստ ոչ ճնշումային և ճնշումային ջրերի հետ կապի՝ աղբյուրները համապատասխանաբար բաժանվում են՝ վարընթաց և վերընթացի:

Ըստ ստորերկրյա ջրերի առանձին տիպերի հետ կապի և տեղադրման պայմանների՝ աղբյուրները բաժանվում են՝ 1) վերնաջրերով սնվող, 2) գրունտային ծակոտենային ջրերի, 3) ճեղքային, 4) կարստային, 5) արտեզյան, 6) հավերժական սառցութային մարզերի ստորերկրյա ջրերի (նկ. 54):



**Նկ. 54** Ստորերկրյա ջրերի աղբյուրների տիպերը

1-5 վարընթաց աղբյուրներ՝ 1- էրոզիոն, 2- կոնսոլիդացիոն, 3- էրոզիոն դելյուվիոն դիմադրված, 4- բարաժային (արգելափակոցային), 5- վերալցումային, 6- կարստային, 7- վերընթաց աղբյուրներ

1. *Վերնաջրերով սնվող աղբյուրները* բնութագրվում են ծախսի, ջերմաստիճանի և կազմի կտրուկ էպիգոտիկ տատանումներով, որոնք հիմնականում կախված են աղբյուրների տարածման շրջանների օդերևութաբանական պայմաններից:

2. *Գրունտային ծակոտենային ջրերի աղբյուրները* հանդիսանում են վարընթացային, դրանց ծախսը, ջերմաստիճանը և կազմը ենթարկվում են սեզոնային և քիչ չափով էպիգոտիկ տատանումների, որոնք նույնպես հիմնականում պայմանավորված են շրջանի օդերևութաբանական պայմանների փոփոխություններով: Այդ խմբում անջատվում են մի քանի տիպի աղբյուրներ՝ էրոզիոն, կոնսոլիդացիոն, շերտերի սեպասալառման, արտահոսքային (կամ էկրանավորված):

*Էրոզիոն* աղբյուրներն առաջանում են ակտիվ էրոզիոն գործընթացների արդյունքում, որոնք գրունտային ջրատար հորիզոնը բացում են այս կամ այն խորությամբ:

*Կոնյրակրային* աղբյուրները դուրս են գալիս ռելիեֆի բացասական ձևերում լավ թափանցելի ապարների թույլ թափանցելի կամ ջրամերժ ապարների հետ կոնտակտային մասերից, որոնք տեղադրված են թեք կամ հորիզոնական:

*Շերտերի սեպասալառնան* աղբյուրները ի հայտ են գալիս բուն ջրատար հորիզոնների ստրատիգրաֆիական սեպավորման կամ դրա ընդլայնական կտրվածքի փոքրացման հետևանքով:

*Արտահոսային (կամ էկրանավորված)* աղբյուրներն ունեն ջրերի վերընթաց շարժում երկրի մակերևույթի վրա ելքային տեղերում: Այդ դեպքում վերընթաց շարժումը ի հայտ է գալիս՝

ա) լանջերի ժամանակակից ռելիեֆի բացասական ձևերի վրա թափանցելի կամ անջրաթափանց դելյուվիի տարածման հետևանքով,

բ) աղբյուրը սնող ջրատար հորիզոնի ջրամերժ հիմքի մեծ անհարթությունների հետևանքով,

գ) աղբյուրների ելքային մասում վարներքի (տարեջրի) առկայությամբ, որը խոչընդոտում է գրունտային ջրերի շարժումը (տեկտոնական էկրանավորված աղբյուրներ),

դ) գրունտային ջրատար հորիզոնը ներկայացնող ապարների ֆազիալ փոփոխականության (ֆացիալ-էկրանավորված) հետևանքով:

3. *Գրունկրային և ճնշումային ճեղքային ջրերի աղբյուրները* լինում են վարընթաց և վերընթաց: Առաջինները կապված են հողմնահարման գոնայի մագնատիկ, փոխակերպային և նստվածքային ապարների ճեղքավորվածության հետ: Գրանք գրունտային ծակոտինային ջրերից տարբերվում են նրանով, որ սովորաբար ունեն առավել համակենտրոնացված ելքեր: Վերընթաց աղբյուրները սնվում են ճնշումային ճեղքային ջրերից, ընդ որում դրանցում ճնշումը պայմանավորված է հիդրոտատաիկ ճնշումով, գազերի ճնշումով կամ ջրային գոլորշիներով (հեյզերներ):

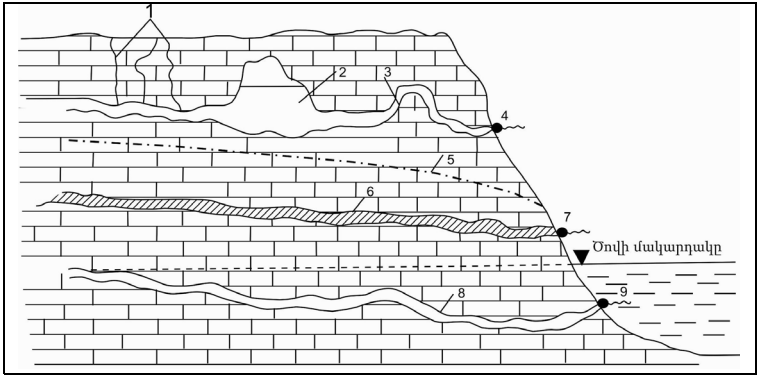
Այդ խմբին են վերաբերում հիմնական հանքային ջրերի ելքերը և ջերմային աղբյուրները:

4. *Գրունկրային և ճնշումային կարսային ջրերի աղբյուրները* հանդիսանում են ինչպես վարընթաց, այնպես և վերընթաց: Սնվում են

կարստային ջրերով, որոնք լայնորեն տարածված են կարբոնատային (կրաքարեր, դոլոմիտներ, մերգելներ), սուֆատային (գիպսեր, անհիդրիտներ) և աղատար ապարներով ներկայացված շրջաններում:

Տարաբնույթ և բազմազան կարստային աղբյուրներից կարելի է առանձնացնել երեք ենթախմբեր՝ *մեջրնդմիջվող* (հերթափոխվող), *մշրակաև և սորոջրյա* (ենթածովային, սուբմարինային, էժեկտորային) (նկ. 55):

*Միջրնդմիջվող* աղբյուրները, ըստ ժամանակի, բնութագրվում են ծախսի կտրուկ անկայունությամբ, գործում են սիֆոնի սկզբունքով, դրանք տալիս են մեկ բարձր, մեկ էլ շատ քիչ ծախս, ընդհուպ մինչև ջրի էլքի դադարեցումով: Նման աղբյուրները կապված են կարստային ջրերի տեղադրման խորությունից բարձր:



**Նկ. 55 Կարստային աղբյուրներ**

- 1- երկրի մակերևույթ դուրս եկող ճեղքեր և սողանցքեր, 2- կարստային խոռոչ,
- 3- սիֆոնային փրփի մկված սողանցքեր, 4- աղբյուր սեզոնային, 5- մշրակաև կարստային ջրատար հորիզոնի ջրի մակարդակը, 6- կարստային սողանցք,
- 7- աղբյուր մշրակաև, 8- ծովի մակերևույթից ներքև տեղադրված կարստային սողանցք, 9- աղբյուր սուբմարինային

*Մշրակաև* աղբյուրները կապված են խոշոր ճեղքերի, ստորերկրյա անբցուղիների, հորիզոնական քարանձավների, հիմնական կարստային ջրատար հորիզոնի տարածման գոնայի հետ: Այդ աղբյուրների ծախսը երբեմն հասնում է մի քանի տասնյակ խորանարդ մետրի մեկ վայրկյանում, ընդ որում այն շատ հաճախ ունենում է կտրուկ տատանումներ տարվա սեզոններում:

*Ստորջրյա* աղբյուրները կապված են ստորերկրյա կարստային անցուղիների հետ, որոնք տեղադրված են ծովի մակերևույթից ցածր (նկ.55): Այդ աղբյուրների բնորոշող առանձնահատկությունը կայանում է նրանց ջրի տակ դուրս գալու պարբերությունը, որը կապված է անցքուղիների և աղբյուրների ելքամասերի ճնշումներից: Երբ ճնշումը անցքուղում գերազանցում է աղբյուրի ելքամասում ջրի սյան ճնշմանը, ապա վերջինս շատրվանում է (որպես հոսքի արտարկիչ (էժեկտորային) ազդեցության արդյունք): Ճնշումների հակառակ հարաբերակցության դեպքում կատարվում է ծովի ջրի ներծծում դեպի կարստավորված զանգվածի խորքը (ծովային աղաց):

5. *Արտեզյան ջրերի աղբյուրները* վերընթաց են, նրանք կապված են արտեզյան ավազանների և լանջերի ջրերի հետ: Արտեզյան ավազանների տարածքում աղբյուրները դուրս են գալիս գետային հովիտներում, ձորակներում, լճային գոգավորություններում, վարձետաքային բնույթի ճեղքերում, ինտրուզիաների և դայկային զոնաների կոնտակտներում:

Արտեզյան լանջերը բնորոշ են մախալեռնային շրջանների համար, որտեղ միաթեք (մոնոկլինալ) տեղադրված ջրատար ապարները խառնվելով ջրամերժերի տակ, սեպանում են կամ կրում են ֆացիալ փոփոխություններ՝ անցնելով ավելի թույլ ջրաթափանց ապարների: Դրա հետևանքով ստեղծվում է հիդրոստատիկ ճնշում, որը բերում է վերընթաց հզոր աղբյուրների երևան գալուն, երբեմն գծային տեսքով՝ կրկնելով լեռան ստորոտի ուրվագիծը:

6. *Հավերժական սառցութային մարզերի ստորերկրյա ջրերի աղբյուրները*, համաձայն Ն. Ի. Տոլստիխինի (1941) ստորաբաժանվում են՝ վերսառցութային՝ վարընթաց, միջսառցութային՝ գլխավորապես վերընթաց, ենթասառցութային՝ վերընթաց:

*Վերսառցութային* աղբյուրները դուրս են գալիս ժամանակակից ռելիեֆի բացասական ձևերում և կախված դրանց սնող վերսառցութային ջրերի տեսակից բաժանվում են երկու ենթախմբի՝ 1) գործունյա շերտի աղբյուրներ, 2) վերսառցութային հալույթների (տալիկ) աղբյուրներ:

*Գործունյա շերտի վերսառցութային ջրերի աղբյուրները* ամռան շրջանում սնվում են ծակոտեռնային կամ ճեղքային ջրերով, որոնք տեղադրված են հավերժական սառածության մակերևույթի վերին մասում չորրորդականի փուխր նստվածքներում կամ հողմնահարման զոնայի մագմատիկ, փոխակերպային կամ նստվածքային ապարների ճեղքե-

րում: Օղի բացասական ջերմաստիճանների վրա հասնելուն պես գործունյա շերտի վերսառցութային ջրերը սառչում են: Դրա հետ կապված՝ առաջին ենթախմբի աղբյուրները դադարում են գոյություն ունենալուց: Վերսառցութային ջրատար հորիզոնի սառեցման գործընթացը, ինչպես վերը նշվել էր, ուղեկցվում է սառցաբլուրների առաջացումներով:

Վերսառցութային հալույթների աղբյուրները կապված են այդ հալույթների ջրերի հետ, որոնք առաջացել են գետերի և գետակների, լճերի և հնահունների հունատակերում: Չմռանը այդ ջրերը, բացառությամբ համեմատաբար հզոր հալույթների տեղամասերի, սառչում են (առավել մանրամասն տե՛ս գլ. XIV): Դրանք, որպես կանոն, քաղցրահամ են, թույլ հանքայնացված, ունեն հիդրոկարբոնատային, սուլֆատային կամ խառը կազմ:

*Միջսառցութային աղբյուրները* սնվում են հալութային ճնշումային ջրերից, որոնք կապված են ջրաերկրաբանական կտրվածքի, այսպես կոչված, շերտավոր սառույցների, ճեղքա-կարստային ճնշումային ջրերի հետ: Կախված դրանց սնող հորիզոնների բնույթից՝ ունեն տարբեր ծախսեր՝ լիտրի տասնորդական մասերից մինչև տասնյակ լիտր մեկ վայրկյանում: Չմռանը այդ աղբյուրների ելքերը գետահովիտներում առաջացնում են սառցաբլուրներ (տե՛ս գլ. XIV): Միջսառցութային աղբյուրների ջրերը քաղցրահամ են կամ թույլ հանքայնացված, ունեն հիդրոկարբոնատային, սուլֆատային, խառը կամ քլորիդային կազմ: Քաղցրահամ միջշերտային աղբյուրները օգտագործում են ջրամատակարարման համար:

*Ենթասառցութային աղբյուրները* սնվում են տարբեր ստորերկրյա ջրերով, որոնք տեղադրված են հավերժական սառցութային զոնայի տակ ճեղքա-ծակոտիմային, ճեղքա-շերտային, ճեղքային և ճեղքա-կարստային ապարներում: Դրանք բնութագրվում են ջրերի հաստատուն ծախսով, ջերմաստիճանով և կազմով: Չմռանը առաջացնում են խոշոր սառցաբլուրներ, որոնց չափերը որոշվում են դրանց սնող աղբյուրների ծախսով:

Աղբյուրների հատուկ խմբերը, որոնք հանդիպում են երիտասարդ հրաբխականության գործունյա շրջաններում, հեյզերներն են (տես վերը):

## 15.5.2. ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ՌԵԺԻՍՏ

Աղբյուրների ռեժիմի տակ հասկանում են դրա ծախսի, կազմի և ջերմաստիճանի փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում: Ռեժիմի նշված ցուցանիշների իմացությունը թույլ է տալիս սահմանելու աղբյուրների բնույթը, սնման մակերեսը, աղբյուրների պրակտիկ նշանակությունը և այլն:

Աղբյուրների ռեժիմը պայմանավորված է մի շարք բնական և արհեստական (տեխնածին) գործոններով:

Առաջինների մեջ նախ պետք է առանձնացնել երկրաբանական, կլիմայական, ջրաերկրաբանական և հողա-կենսածին (բիոգեն) գործոնները, երկրորդին վերաբերում են այն գործոնները, որոնք պայմանավորված են ջրերի արհեստական կուտակումներով (պատվարներ, ջրանցքեր, ոռոգման համակարգեր, ստորերկրյա արգելափակումներ (բարաժներ) և այլն) կամ ստորերկրյա ջրերի ջրհաններով (ջրիջեցնող սարքավորումներ, ջրառու կառույցներ, հանքարանների ջրհանում և այլն): Աղբյուրների ռեժիմը սահմանվում է դիտարկումներ կատարելու ճանապարհով: Դիտարկումները կարող են լինել էպիզոտիկ, սեզոնային և մշտական (ստացիոնար): Վերջիններս տարվում են նվազագույնը մեկից երեք տարի ժամկետով:

*Մշտական գործող* աղբյուրները բնութագրվում են նրանով, որ մշտապես գործում են շատ տարիների ընթացքում՝ ունենալով տարեկան և բազմամյա ռեժիմի տատանումներ: Դրանց կարելի է դասել առաջին հինգ խմբի աղբյուրները, ինչպես նաև ենթասառցութային վերընթաց աղբյուրները (տես վերը):

*Սեզոնային գործող* աղբյուրները տարբերվում են նրանով, որ սնման ինչ-որ յուրահատուկ պայմանների կամ ելքի առանձնահատուկ ջրաերկրաբանական պայմանների հետևանքով գործում են միայն տարվա որոշակի ժամանակներում: Դրանք գլխավորապես վերընթաց աղբյուրներն են, որոնք բնութագրվում են գործունեության յուրահատուկ մեխանիզմով (մեջընդմիջվող, վերսառցութային, վերաթափվող աղբյուրներ): Դրանց են վերագրվում և ստորջրյա աղբյուրները:

*Ռիթմիկ գործող* աղբյուրներին են պատկանում այն աղբյուրները, որոնք այս կամ այն չափով ունեն ծախսի և ճնշման ռիթմիկ տատանումներ կամ կանոնավոր պարբերականություն: Դրանց են պատկա-



նում հեյգերները և սիֆոնները, ինչպես նաև տարբեր բարախող աղբ-  
յուրները, որոնց միջև կան նվազագույն և առավելագույն ծախսերի  
միջև ընկած տևողությունը շատ կարճ է:

Աղբյուրների ռեժիմը առավել կարևոր նշանակություն է ստանում,  
երբ դրանք ընդգրկվում են տարբեր նպատակներով օգտագործելու հա-  
մար (ջրամատակարարում, հանքաջրաբուծություն և այլն):

Բացի դիտարկված դասակարգումային սխեմաներից՝ կարևոր  
գործնական նշանակություն ունի աղբյուրի առանձնացումը կատեգո-  
րիաների և դասերի՝ ըստ դրանց ծախսի և ջերմաստիճանի [33]:

Ըստ ծախսի աղբյուրները բաժանվում են երեք տիպի (փոքրա-  
ծախս, միջին ծախսի և մեծածախս) և ինը դասի (աղ. 19):

**Աղյուսակ 19**

*Աղբյուրների դասակարգումն ըստ ծախսի*

Տիպը	Գ-առը	Անվանումն ըստ ծախսի	Ծախսը, Լ/վ
I	1	Խիստ աննշան	<0.01
	2	Աննշան	0.01-0.1
	3	Փոքր	0.1-1.0
II	4	Նշանակալից	1.0-10.0
III	5	Մեծ	10-100
	6	Շատ մեծ	100-1000
	7	Հսկա	1000-10000
	8	Գերհսկա	10000-100000
	9	Բացառիկ գերհսկա	>100000

Գերհսկա և բացառիկ գերհսկա միայնակ կամ խումբ աղբյուրները  
հանդիպում են համեմատաբար հազվագյուտ և սովորաբար կապված  
են կարստային և երակային ջրերի հետ:

Ըստ ծախսի տատանումների (ռեժիմի) աղբյուրները բաժանվում են  
հինգ կատեգորիաների, որոնք տարվա կտրվածքում բնութագրվում են  
նվազագույն և առավելագույն ծախսերի հետևյալ հարաբերակցությամբ  
(աղ. 20)

**Աղյուսակ 20**

*Աղբյուրների դասակարգումն ըստ դրանց ծախսի փոփոխության*

Կատեգորիան	Աղբյուրի բնութագիրը	Հարաբերակցությունը
I	Խիստ կայուն	1:1
II	Կայուն	1:1-1:2
III	Փոփոխական	1:2-1:10

IV	Խիստ փոփոխական	1:10-1:30
V	Բացառիկ փոփոխական	1:30-1:100

Ըստ ջրի ջերմաստիճանի՝ աղբյուրները բաժանվում են յոթ դասի (աղ. 21)

**Աղյուսակ 21**

*Աղբյուրների դասակարգումն ըստ ջերմաստիճանի*

<b>Գասը</b>	<b>Անվանումն ըստ ջերմաստիճանի</b>	<b>Ջերմաստիճանը, °C</b>
I	Բացառիկ սառը	ցածր 0
II	Շատ սառը	0-4
III	Սառը	4-20
IV	Գուլ	20-37
V	Տաք	37-42
VI	Շատ տաք	42-100
VII	Բացառիկ տաք	բարձր 100

Հարկ է նշել, որ աղբյուրների ջրերի առաջարկումը այս կամ այն օբյեկտի մշտական ջրամատակարարման համար աղբյուրի շահագործական ծախսը հիմնավորվում է՝ ըստ մի քանի տարիների կատարած դիտարկումային տվյալների, իսկ նման տվյալների բացակայության դեպքում ընդունվում է նվազագույն ծախսը, որը որոշված է սեզոնի (ամառային և ձմեռային) կամ մեկ տարվա կտրվածքում:

Աղբյուրներում ջրերը կարող են ունենալ բազմաբնույթ քիմիական, գազային կազմ և ջերմաստիճան, տալիս են նստվածքներ դեղնդեղի (օխրայի) հոսքակուտակների, աղային փառերի, տուֆերի, տարաբնույթ կազմի ցեխերի ձևով:

Այսպիսով, աղբյուրների առանձնահատկությունները ուսումնասիրելու, դրանց գործնական նպատակներով օգտագործելու հնարավորությունները պարզելու համար անհրաժեշտ է տանել ռեժիմային դիտարկումներ:

## **ԳԼՈՒԽ XVI**

### **ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԲՆԱԿԱՆ ՋՐԱՃՆՇՈՒՄԱՅԻՆ ՀԱՍՏԱԿԱՐԳԵՐԻ ՄԱՍԻՆ: ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ ԵՎ ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՇՐՋԱՆԱՑՈՒՄ ՀԱՍԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ**

#### **16.1. ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ԲՆԱԿԱՆ ՋՐԱՃՆՇՈՒՄԱՅԻՆ ՀԱՍՏԱԿԱՐԳԵՐ**

Ջրաերկրաբանություն գիտության կարևոր հիմնահարցերից մեկը հանդիսանում է ստորերկրյա ջրերի ավազանների հետազա տիպիկացիան ինչպես ճնշումային, այնպես ոչ ճնշումային: Այն ունի կարևոր նշանակություն ստորերկրյա ջրերի ձևավորման գործընթացների ուսումնասիրման համար և ճշտելու սկզբունքները, ինչպես նաև առավել հիմնավորված լուծելու քաղցրահամ, հանքային, արդյունաբերական և ջերմային ստորերկրյա ջրերի որոնման, հետախուզման և արդյունավետ շահագործման խնդիրները: Ստորերկրյա ջրերի ավազանների տիպավորումն իրենից ներկայացնում է գիտամեթոդական հետաքրքրություն և օգտակար հանածոների հանքավայրերի մասնավորապես նավթի և գազի հանքավայրերի որոնման և հետախուզման խնդիրների լուծման համար:

«Արտեզյան ավազան» հասկացությունը չի որոշում երկրակեղևում ճնշումային ջրերի տեղադրման բնական պայմանների բազմաձևությունը, քանի որ առանձնացնում են նաև այլ տիպի ավազաններ (արտեզյան լանջեր և այլն), որոնք բնության մեջ մույնպես լայն տարածում ունեն: Հաճախ այդպիսի ավազանները տեղադրված են մույն երկրաբանական կառուցվածքներում:

Էական է հանդիսանում նաև այն, որ ավազաններում ստորերկրյա ջրերի դինամիկան որոշվում է ոչ միայն հիդրոստատիկ ճնշումներով, որը ձևավորվում է սնման և ճնշման ստեղծման մարզերում: Սինեկլիկաներում, գոգավորությունների և նախալեռնային իջվածքների խորը մասերի ջրաերկրաբանական պայմանների առանձնահատկությունների ուսումնասիրությունները թույլ են տվել որոշելու, որ շերտային էներգիայի աղբյուր ծառայում է նաև դրանցից վերև տեղադրված ապարների հաստվածքի գեոստատիկ ճնշումը և երկրատեկտոնական ճնշումները

(Բ. Ա. Տխաստով, Ն. Բ. Վասսուկիչ, Յու. Վ. Մուխին, Ա. Ա. Կարցև և ուրիշներ): Դրա հետևանքով շատ շրջաններում շերտային ճնշումը զգալի գերակշռում է հիդրոստատիկին, ի հայտ են գալիս, այսպես կոչված, «անոմալ» ճնշումներ և անջատվում են շերտային անոմալ բարձր ճնշման (ՇԱԲՃ) զոնաներ: Այդպիսի անոմալ ճնշումները լայն տարածում ունեն հատկապես երիտասարդ գոգավորություններում և իջվածքներում, որոնք կապված են ալպիական տեկտոնական ցիկլի հետ, դրանցում նստվածքների խտացման գործընթացները շարունակվում են և ներկա ժամանակներում:

Ջրատար հորիզոններում ճնշման ձևավորման վրա գեոստատիկ բեռնվածքի ազդեցությունը կայանում է ուժեղ խտացվող նստվածքներից (օրինակ, կավերը) ջրի քամվելը ջրատար հորիզոններ, որոնց ապարները խտացման քիչ են ենթարկվում (ավազներ և այլն): Լրացուցչից ծավալի ջրերը, որոնք ջրատար ապարներ մուտք են գործում դրան վերևից և ներքևից սահմանափակող կավային հաստվածքներից, բերում են շերտային ճնշման մեծացման, սնման և ճնշումների ստեղծման մարզերի ձևավորման՝ ի հաշիվ գեոստատիկ ճնշումների:

Ավազանի խորասուզման սեդիմենտացիայի գործընթացում, բացի միներալային նստվածքների մեխանիկական խտացումից, ավելանում է տեկտոնական լարվածության ազդեցությունը: Տեկտոնական շարժումները ոչ միայն ազդում են ապարների խտացման ինտենսիվության վրա, այլ ճեղքային և խզվածքային զոնաների ձևավորման արդյունքում զգալի ազդեցություն են թողնում նաև ջրերի հոսքի ճանապարհների փոփոխման և վերաբաշխման վրա:

Շերտային անոմալ բարձր ճնշումների (ՇԱԲՃ) ձևավորման համար բարենպաստ պայմաններ գոյություն ունեն պլատֆորմի կողային ճկվածքներում և իջվածքներում, որոնք գտնվում են տևական ճկվածքային փուլերում (հատկապես, երբ կտրվածքում առկա են կավային կամ հալոգեն ապարներ): Այդպիսի կառուցվածքների կարելի է վերագրել Մերձկասպյան և Դնեսյր-Դոնեցկյան իջվածքները, Նախատուրայան ճկվածքը և այլն:

Պետք է հաշվի առնել, որ իջվածքի ճկվածքավորման գործընթացում շերտային ճնշման բարձրացում կարող է տեղի ունենալ նաև ջրերից աղերի նստեցումով կամ նոր միներալների առաջացումով ապարների ծակոտիների փոքրացման արդյունքում ջերմաստիճանի բարձրաց-

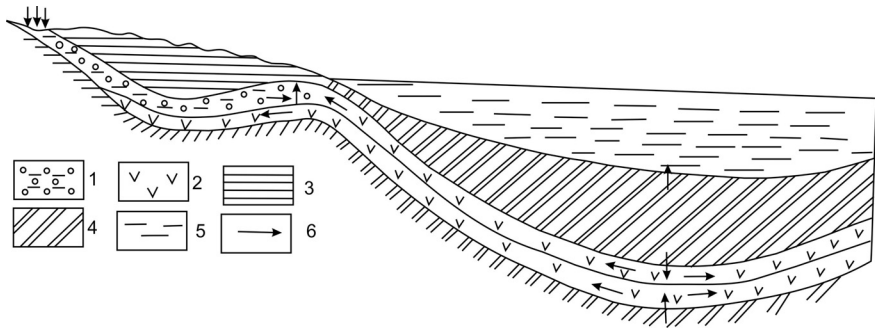
մանը զուգընթաց ապարների մասնիկների, ջրերի և գազերի ընդարձակ-ման հետևանքով [19]:

Այսպիսով, երկրակեղևում ստորերկրյա ջրերի հիդրոդինամիկական և ջրատերկրաքիմիական պայմանների ձևավորումը սերտորեն կապված են նստվածքների ապարագոյացման (դիագենեզի) գործընթացների և կառուցվածքների (ստրուկտուրաների) երկրաբանական զարգացման պատմության հետ: Ընդ որում, շատ հաճախ նույն երկրաբանական ստրուկտուրայում անջատվում են ստորերկրյա ջրերի ավազաններ, որոնք տարբեր են իրենց կառուցվածքներով, հիդրոդինամիկական պայմաններով և ջրատերկրաքիմիական առանձնահատկություններով, սակայն, այդ ամենով հանդերձ, դրանք այս կամ այն աստիճանի կապված են իրար հետ և միասին վերցրած առաջացնում են մեկ միասնական խոշոր հիդրոդինամիկական համակարգ՝ որպես տարբեր կառուցվածքի ստորերկրյա ջրերի ավազանների համակցություն:

Կապված վերը շարադրվածի հետ՝ Ա. Մ. Օվչիննիկովը առաջ է քաշել *ջրածնշումային համակարգ* հասկացությունը: Ներկա ժամանակներում «ջրածնշումային համակարգ» տերմինը լայն ճանաչում է ստացել ջրատերկրաբանության մեջ:

Ըստ Ա. Մ. Օվչիննիկովի բնորոշման ջրածնշումային համակարգ ասելով պետք է հասկանալ տարբեր ստորերկրյա ջրերի ավազանների համակցություն (երբեմն առանձին խոշոր ավազաններ), որոնք գտնվում են մեկ կամ մի քանի լծորդված երկրաբանական կառուցվածքներում, որի սահմանները երկրաբանակառուցվածքային առանձնահատկությունների և ստորերկրյա ջրերի ձևավորման ու տարածման օրինաչափությունների վերլուծման հիման վրա քիչ թե շատ ցայտուն կարելի է եզրագծել:

Բնական ջրածնշումային համակարգերը, ըստ ծագման և ճնշման առաջացման մեխանիզմի՝ Ա. Ա. Կարցևը բաժանում է երկու գլխավոր տիպերի [15]՝ էլիզիոն և ինֆիլտրացիոն (նկ. 56):



**Նկ. 56** Կարվածքում ինֆիլտրացիոն և էլիզիոնային ջրաճնշումային համակարգերի տարածական հարաբերակցության սխեմա (ըստ Ա. Ա. Կարցևի)

- 1- ինֆիլտրացիոն ջրաճնշումային համակարգ, 2- էլիզիոնային համակարգ,  
 3- ջրամերժ ապարներ, 4- խտացվող փոխներկավեր, 5- ծով, 6- արտեզյան ջրերի շարժման ուղղություն

Էլիզիոն համակարգերը, որպես կանոն, բնորոշ են պլատֆորմերում, նախապեռնային ճկվածքներում և միջլեռնային իջվածքներում ջրաճնշումային համակարգի զարգացման վաղ շրջաններին, ինչպես նաև օվկիանոսային և ծովային իջվածքների ճկվածքավորվող տեղամասերի սահմաններին: Էլիզիոն համակարգերում ճնշումը ստեղծվում է ի հաշիվ խտացվող միներալային նստվածքներից ճգմաքամվող ջրերի կուտակիչների (առավել ջրատար ապարներ) ներմղման հաշվին և մասամբ, ի հաշիվ վերջիններիս խտացման արդյունքում, դրանցից ճգմաքամված ջրերի մի մասից մյուս մաս տեղաշարժման: Նման համակարգերում նստվածքների խտացումը տեղի է ունենում նստվածքակուտակման և գեոստատիկ բեռնվածքի հետևանքով: Այդպիսի գործընթացը անվանում են գեոստատիկ [15]: Չի բացառվում նաև այն հնարավորությունը, որ ապարների խտացումը և դրանցից ջրերի արտաճգմունը արդյունք լինի երկրադինամիկական ճնշումների, որոնք առաջ են գալիս տեկտոնական լարվածությունների դեպքում: Այդպիսի էլիզիոն ջրաճնշումային համակարգերը Ա. Ա. Կարցևը առաջարկում է անվանել *երկրադինամիկական*: Ջրաճնշումային համակարգերը առայժմ թույլ են ուսումնասիրված:

Ինֆիլտրացիոն ջրաճնշումային համակարգերը տիպական են երկրաբանական զարգացման առավել ուշ ժամանակաշրջանների համար,

որոնք գերազանցապես ընթանում են մայրցամաքային պայմաններում: Այդպիսի ջրաճնշումային համակարգերում ճնշումները ստեղծվում են ի հաշիվ մթնոլորտային տեղումների և մակերևութային ջրերի ինֆիլտրացիայի դեպի ջրատար հորիզոններ, այսինքն՝ ի հաշիվ հիդրոստատիկ ճնշումների, որոնք տեղի ունեն սնման և ճնշման ձևավորման (ստեղծման) մարզերում: Դրա համար էլ այդպիսի ջրաճնշումային համակարգերը Ա. Ա. Կարցևը անվանում է ինֆիլտրացիոն:

Որոշ ջրաճնշումային համակարգերին հատուկ է ինֆիլտրացիոն և էլիզիոն ռեժիմների միաժամանակյա զարգացումը: Դրա համար էլ, ըստ առաջացման մեխանիզմի, առանձնացնում են նաև *խառը տիպի* ջրաճնշումային համակարգ (Մերձկասպյան, Ազովա-Կուբանական, Թերսկո-Կումսկի):

Բնական պայմաններում ստորերկրյա ջրերի շարժումը միաժամանակ գործող բազմաթիվ գործոնների արդյունք է: Ստորերկրյա ջրերի գրավիտացիոն և էլիզիոն շարժման բաղադրիչների հարաբերակցությունը կարող է լինել խիստ տարբեր:

**16.2. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ ԵՎ  
ԴՐԱՆՑ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԸՆԳՀԱՆՈՒՐ  
ՍԿՁԲՈՒՆՔՆԵՐԸ**

*Ստորերկրյա ջրերի հանքավայր ասելով հասկացվում է ջրապար հորիզոնների կամ համալիրների այնպիսի մասեր, որոնց սահմաններում բնական կամ արհեստական գործոնների շնորհիվ կուտակվող ստորերկրյա ջրերը որակական և քանակական տեսակետից համեմատաբար կայուն են և ավյալ ժամանակաշրջանում տնտեսապես շահավետ ժողովրդական տնտեսության մեջ տարբեր նպատակներով օգտագործելու համար [18,11]:*

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի այն մասերը, որոնց սահմաններում գործնական օգտագործման համար կատարվում է անմիջական ջրառում (ջրհանում), կոչվում են *շահագործական կամ ջրհանման տեղամասեր* (Ն.Բ. Պլոտնիկով, 1985):

Այն հանքավայրերը, որոնք ունեն գործնական մեծ նշանակություն, անվանում են *արդյունաբերական տիպի հանքավայրեր*: Դրանք ջրաերկրաբանական օբյեկտներ են, որոնք գործնականում հանդիսա-

նում են նշանակալի շահագործական պաշարների հիմնական մատակարարողները խոշոր քաղաքների, արդյունաբերական կենտրոնների ջրամատակարարման, ինչպես նաև խոշոր հողատարածքների ոռոգման խնդիրների լուծման դեպքում:

Արդյունաբերական տիպի հանքավայրերի համար ստորերկրյա ջրերի շահագործական պաշարների ներքին սահմանը պայմանականորեն ընդունում են մինչև 5-8 հազ.մ<sup>3</sup>/օր ջրաքանակը: Քիչ շահագործական պաշարներով հանքավայրերը վերաբերում են փոքր օբյեկտներին և հանդիսանում են *ստորերկրյա ոչ արդյունավետ տիպի հանքավայրեր*:

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերը լինում են բնական (բնական գործոնների շնորհիվ ձևավորվող) և արհեստական (միջոցառումների շնորհիվ ձևավորվող): Արհեստական հանքավայրերը կարող են ստեղծվել բարենպաստ երկրաբանա-կառուցվածքային և լիթոլոգիական (քարաբանական) պայմաններում մակերևութային հոսքը արհեստական ճանապարհով ստորերկրյա հոսքի փոխարկման, դրանով իսկ համարյա գոյություն ունեցող ջրատար հորիզոնը կամ ստեղծել նոր ջրատար հորիզոն: Վերջիններիս նպաստում են նաև ջրամբարներից, ոռոգումից, ոռոգման համակարգերից և այլն ինֆիլտրվող ջրերը:

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերը այլ օգտակար հանածոների հանքավայրերի (պինդ, նավթ, գազ) նման ունեն իրենց եզրագծերը (սահմանները՝ հատակագծում և կտրվածքում), պարփակում են ստորերկրյա ջրերի որոշակի ծավալ, բայց դրանցից տարբերվում են ջուր-միներալի շարժունությամբ, դրա ռեսուրսների վերականգնման և պաշարների լրացման յուրահատկությամբ: Բացի այդ՝ եթե պինդ օգտակար հանածոների, նավթի և գազի հեռանկարային օգտագործման գնահատման դեպքում բավական է մեկ հասկացություն՝ «օգտակար հանածոների պաշարներ», ապա ստորերկրյա ջրերի համար միայն այդ հասկացությունը չի կարող ամբողջությամբ բնութագրել դրանց արդյունավետ շահագործման հնարավորությունը: Դրա հետ կապված՝ ջրաերկրաբանությունում բացի «ստորերկրյա ջրերի պաշարներ» հասկացությունից օգտագործվում է նաև «ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսներ» տերմինը, որը բնութագրում է ջրատար հորիզոնի սնումը:



Ստորերկրյա ջրերի պաշարի տակ հասկանում են ջրատար ապարների ծակոտիներում և ճեղքերում պարփակված գրավիտացիոն ջրերի ծավալը, որն ունի ծավալի չափողականություն:

Ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսների տակ հասկանում են ստորերկրյա ջրերի այն քանակը, որը մուտք է գործում ջրատար հորիզոն մթնոլորտային տեղումների և գետային ջրերի ինֆիլտրացիայի, վերև և ներքև տեղադրված սահմանակից տարածքների ջրատար հորիզոններից, ջրերի ներհոսքից, ինչպես նաև ջրանցքներից, ջրամբարներից, ռոզովոդ մակերեսներից և այլ ջրատեխնիկական միջոցառումների իրականացումից կատարվող ջրերի ֆիլտրացիայի հաշվին: Դրանք արտահայտվում են ծախսի միավորներով:

Չնայած ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի բնական պայմանների և լուծվող հարցերի բազմազանությանը, դրանց որոնման և հետախուզական աշխատանքների հիմքում դրվում են երկրաբանա-հետախուզական աշխատանքների ընդհանուր սկզբունքները, որոնք մշակված են դարավոր փորձով, հիմնված են տարբեր օգտակար հանածոների ձևավորման և տարածական բաշխման մասին եղած օրինաչափությունների վրա: Այդ սկզբունքների կիրառելիության հարցերը ջրաերկրաբանության մեջ հանգամանորեն քննարկվում են Գ. Ն. Կամենսկու, Ն. Ա. Պլոտնիկովի, Ն. Ն. Բինդեմանի և այլոց աշխատություններում:

Տարբեր տիպի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի ուսումնասիրության ընդհանուր սկզբունքների թվին են պատկանում.

1. Յուրաքանչյուր շրջանում, ռեգիոնում, օբյեկտում որոնողա-հետախուզական աշխատանքներ սկսելու ջրաերկրաբանական հիմնավորվածության և տեխնիկատնտեսական նպատակահարմարության սկզբունք:

2. Փուլայնության (էտապայնության, ստադիականության) կամ ստորերկրյա ջրերի հանքավայրի ուսումնասիրության աստիճանական մոտեցման սկզբունք:

3. Օբյեկտի հավասարանշանակ ուսումնասիրության սկզբունք:

4. Ստորերկրյա ջրերի շահագործման ժամանակ շրջակա էկոլոգիական (երկրաբանական) միջավայրի, ինչպես նաև դրանց կեղտոտումից և սպառումից (հյուծումից) պահպանման սկզբունք:

5. Հանքավայրի ուսումնասիրման համար ժամանակի նյութական միջոցների և աշխատանքի նվազագույն ծախսի սկզբունք:

Նշված սկզբունքների բնութագրերը տրվում է Ն. Ի. Պլոտնիկովի (1985) աշխատությունում:

### **16.3. ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՇՐՋԱՆԱՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ**

*Ջրաերկրաբանական շրջանագումը* ջրաերկրաբանական այս կամ այն հատկանիշներով կամ դրանց համակցությամբ տարբերվող շրջանների (տեղամասերի) առանձնացումն է:

Կախված ուսումնասիրության նպատակից և խնդիրներից՝ այն կատարվում է տարբեր մասշտաբներով, տարբեր աստիճանի մանրակրկիտությամբ՝ հաշվի առնելով շրջանացման տարբեր գործոններ:

Ջրաերկրաբանական շրջանացման հիմնական գործոնների մեջ առանձնացվում են հետևյալները [25].

1) ֆիզիկաաշխարհագրական (ռելիեֆ, կլիմա, հողաբուսական ծածկ, բուսաաշխարհագրական պայմաններ, ջրագրաֆիկական ցանց, գետեր, լճեր, ծովեր),

2) ջրաբանական (մակերևութային ջրերի հոսքի ավազաններ),

3) երկրաբանական (շերտագրություն, ջրատար և ջրամերժ ապարների ծագումը և հասակը, դրանց կազմը, տարրալուծելիությունը, տարածքի երկրաբանական կառուցվածքը, տեկտոնիկական և նեոտեկտոնիկական, սեյսմիկությունը և հրաբխականությունը, ջրատար ճեղքերի համակարգերը, այդ թվում և ջրատար խզվածքների խոշոր գոնաներ),

4) երկրաձևաբանական (ռելիեֆի ձևերը և դրանց երկրաբանական կառուցվածքը, դարավանդներ, արտաբերման կոներ, ռելիեֆի արտահայտված տեկտոնական բարձրացումներ՝ անտիկլինալային ծալքեր և հորստեր, ռելիեֆում արտահայտված տեկտոնական գոգավորություններ, սինկլինալային ծալքեր և գրաբեկներ),

5) ջրաերկրաբանական (ապարների ջրատարության տիպը, ջրատար հորիզոնների հզորությունը, տեղադրման խորությունը և մակերեսը, ստորերկրյա ջրերի հոսքի բնույթը, ստորերկրյա ջրերի սնման, տարածման և բեռնաթափման մարգերը, դրանց ռեժիմը և ռեսուրսները, ստորերկրյա ջրերի ֆիզիկական և քիմիական հատկությունները, ըստ խորության և տարածման ստորերկրյա ջրերի կարծր, հեղուկ և գոլորշաձև փուլերի (ֆազաների) տեղաբաշխումը, հիդրոդինամիկական,

ջրաջերմային, ջրաքիմիական զոնալականությունը և գոտիականությունը),

6) ժողովրդատնտեսական (տարբեր նպատակների գործնական օգտագործման համար պիտանի հիմնական ջրատար հորիզոնների և ճեղքավորվածության զոնաների տեղադրվածությունը, սանիտարա-ջրաերկրաբանական շրջանացումը, ջրերի կենսաբանությունը և կենսաքիմիան, ստորերկրյա ջրերի շրջապատի պաշտպանությունը):

Ներկայումս սկզբնավորվել է ջրաերկրաբանական շրջանացման երկու ուղղություն:

Առաջինը նախատեսում է գրունտային և արտեզյան ջրերի իրարից բաժան շրջանացում և կոչվում է *անալիտիկ (վերլուծական)*, քանի որ այն ուղեկցվում է ջրաերկրաբանական կտրվածքի վերևի մասի (գրունտային ջրեր) և ներքևի մասի (արտեզյան ջրեր) տարանջատման և վերլուծության վրա: Երկրորդը *համադրական (սինթետիկ)*, որը ջրաերկրաբանական շրջանացման ժամանակ գրունտային և արտեզյան ջրերը դիտարկում է մեկ ամբողջականություն: Երկու ուղղություններն էլ հաջողությամբ զարգանում են և բավականին լավ հիմնավորված են:

Ստորերկրյա ջրերի ջրաերկրաբանական շրջանացման առաջին ուղղության կողմնակիցների հիմնական տեսակետները շարադրված և գրաֆիկորեն ձևակերպված են Վ. Ս. Իլինի, Բ. Լ. Լիչկովի, Օ. Կ. Լանգեի, Ա. Ն. Սենիխատովի և այլոց աշխատություններում: Այդ հետազոտողները ելնում են գրունտային ջրերի զոնալական տարածման և արտեզյան ջրերի երկրատեկտոնական կառուցվածքներին վերագրման դրույթներից:

Ինչպես գրունտային, այնպես և արտեզյան ջրերի իրարից բաժան շրջանացումները կարող են կատարվել ըստ տարբեր ցուցանիշների: Գրա համար էլ գրունտային և արտեզյան ջրերի քարտեզները կարող են իրար չհամընկնել: Գրունտային և արտեզյան ջրերի որոնման, հետախուզման և շահագործման պայմանների տարբերությունները խոսում են դրանց իրարից բաժան շրջանացման օգտին: Սակայն, հարկ է նշել մաս, որ գրունտային ջրերի ուսումնասիրման համար, օրինակ, մելիորացիայի, ռոզգման նպատակներով հարկավոր է զբաղվել հենց գրունտային ջրերով և դրանց նպատակային ջրաերկրաբանական շրջանացումով: Եթե ուսումնասիրման խնդիրների մեջ մտնում են խորքային ջրերը, ապա հարկավոր է կազմել արտեզյան ջրերի շրջանացման քար-

տեզներ: Կազմելով երկու քարտեզները՝ (գրունտային և արտեզյան, այսինքն վերլուծական) անհրաժեշտ է համադրել նյութը, այսինքն՝ կազմել ջրաերկրաբանական շրջանացման համադրական (սինթետիկ) համալիր քարտեզ:

Ստորերկրյա ջրերի մեկ միասնական կառուցվածքա-ջրաերկրաբանական շրջանացման կողմնակիցների հիմնական տեսակետները շարադրված են Ն. Ֆ. Պոգրեբովի, Ն. Ֆ. Ջայցևի, Գ. Ն. Կամենսկու, Ն. Ի. Տոլստիխինի, Ա. Ի. Սիլին-Բեկչուրինի և ուրիշների աշխատություններում:

Կառուցվածքա-ջրաերկրաբանական համալիր շրջանացումը կատարվում է՝ հաշվի առնելով շրջանացման բնական-պատմական ամբողջ համալիր գործոնները (ֆիզիկաաշխարհագրական, երկրաբանական, երկրաբանաձևաբանական, ջրաերկրաբանական, ջրաբանական): Այն միավորում է շրջանի բոլոր ջրերը՝ մակերևութային, գրունտային, արտեզյան, ճեղքա-երակային: Դրանում է կայանում կառուցվածքա-ջրաերկրաբանական համալիր շրջանացումը և առավելությունը ստորերկրյա ջրերի բաժան շրջանացման նկատմամբ և դժվարությունն ու բարդությունը:

Ջրաերկրաբանական համալիր շրջանացման սկզբունքները նախ և առաջ որոշվում են գրունտային և արտեզյան ջրերի ձևավորումների օրինաչափություններով և դրանց միջև սերտ կապով: Դրա համար էլ ջրաերկրաբանական շրջանացման հիմնական տարրերը համարվում են երկրաբանակառուցվածքային ստորաբաժանումները, որոնցում ստորերկրյա ջրերն ըստ ձևավորման պայմանների կապված են մեկ միասնական զոնայական համակարգում և տարածված են օրինաչափորեն: Այդ դեպքում ջրաերկրաբանական շրջանը քարտեզի վրա իրենից կներկայացնի ջրաերկրաբանական կառուցվածքի պրոյեկցիան (առաջաձգությունը) երկրի մակերևույթին:

## ՉԼՈՒԽ XVII

### ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ԵՎ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԱՍԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

#### 17.1. ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ

Ջրաերկրաբանական հետազոտությունների՝ մասնավորապես ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրության նպատակով կատարվող ջրաերկրաբանական հետազոտությունների տեսակներն ու կառուցվածքը որոշվում են՝ լուծվող խնդիրների բնույթով, մասշտաբով ու առանձնահատկություններով, ուսումնասիրվող հանքավայրի բնական պայմանների բարդության և ուսումնասիրվածության աստիճանով, նախագծվող հետազոտությունների իրագործման էտապով (ստադիայով) և տեխնիկատեսական ցուցանիշներով:

Բոլոր պարագաներում ստորերկրյա ջրերի լիարժեք հետազոտությունը գործնականում իրենից բարդ համալիր է ներկայացնում:

Ջրաերկրաբանական հետազոտությունների հիմնական տեսակներն են՝ 1) նախկին հետազոտությունների նյութերի հավաքում, ընդհանրացում և վերլուծություն, 2) տեղագնական ջրաերկրաբանական հետազոտություններ, 3) ջրաերկրաբանական հանույթ, քարտեզագրություն, 4) ջրաերկրաբանական հետախուզական աշխատանքներ, 5) դաշտային փորձաֆիլտրացիոն աշխատանքներ, 6) ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիայի մոդելավորում, 7) մնուշարկում և լաբորատոր աշխատանքներ, 8) ստորերկրյա ջրերի ռեժիմային դիտարկումներ:

*Ֆոնդային և հրատարակված նյութերի հավաքումը, ընդհանրացումը և վերլուծությունը* կատարվում է ստորերկրյա ջրերի հետազոտությունների սկզբնական շրջանում: Հիմնական ուշադրությունը դարձվում է շրջանի երկրաբանական և ջրաերկրաբանական պայմանները բնութագրող տեղեկությունների, գործող ջրառների և առանձին շահագործվող հորատանցքերի աշխատանքների ռեժիմի վրա:

*Տեղագնական հետազոտությունները* կատարվում են նպատակ ունենալով ճշտելու ուսումնասիրվող տեղամասի սահմանները, դրա երկրաձևաբանական, երկրաբանական և ջրաերկրաբանական առանձնա-

հատկությունները նախնական ուսումնասիրելու, ինչպես նաև տարբեր տեսակի հետախուզական աշխատանքների կատարման տեխնիկատնտեսական պայմանները պարզելու:

*Ջրատերկրաբանական հանույթը* դաշտային համալիր հետազոտություն է, որի նպատակն է տարածքի ջրատերկրաբանական պայմանների ուսումնասիրումը և քարտեզագրումը՝ պարզելու ջրատերկրաբանական կտրվածքը, ջրատար հաստվածքների և տարբեր տիպի ստորերկրյա ջրերի ու դրանց որակի տարածման օրինաչափությունները:

*Հետախուզական աշխատանքները* բաղկացած են հորատանցքերի և փոքր լեռնային փորվածքների՝ շուրֆերի և առուների անցումներով: Հորատման աշխատանքները համարվում են ջրատերկրաբանական հետազոտությունների հիմնական տեսակը: Ջրատերկրաբանական հորատանցքերը հնարավորություն են տալիս ուսումնասիրելու երկրաբանա-ջրատերկրաբանական կտրվածքը, մինչև պահանջվող խորություններում որոշելու ջրատար հորիզոնի առաստաղի և հիմքի տեղադրման խորությունները, հզորությունը, ջրատար ապարների կազմը, ստորերկրյա ջրերի հայելու կամ պիեզոմետրիկ մակարդակի տեղադիրքը, ճնշման բարձրությունը, իսկ որոշակի պայմանների դեպքում հորատանցքերով ջրի ինքնաթափման (ինքնաշատրվանման) բարձրությունը:

*Փորձաֆիլտրացիոն աշխատանքներն* իրականացվում են ջրատար հաստվածքների և աերացիոն զոնաների ապարների ջրատերկրաբանական պարամետրերի որոշման նպատակով: Այդ աշխատանքները հանդիսանում են հորատանցքերից, շուրֆերից, ջրհորերից ջրի արտամղումները, հորատանցքերում և շուրֆերում ջրի լցումներն ու ներմղումները [5, 26, 36, 39]:

Արտամղումը հանդիսանում է փորձաֆիլտրացիոն աշխատանքների հիմնական տեսակը: Դրանք կատարվում են ստորերկրյա ջրերը տարբեր նպատակներով օգտագործման համար ջրատերկրաբանական հետազոտությունների ժամանակ: Ջրլցումները շուրֆերում և հորատանցքերում շատ հաճախ կատարվում են հողերի ոռոգման և չորացման, ջրանցքների անցման, ջրամբարների կառուցման հետ կապված ջրատերկրաբանական հետազոտությունների ժամանակ: Հորատանցքերում փորձնական ներմղումները շատ հաճախ կատարվում են ջրատեխնիկական շինարարության տակ ընկած տեղամասերի ջրատերկրաբանական հետազոտությունների ժամանակ:

*Ստորերկրյա ջրերի ռեժիմային դիտարկումներ:* Ստորերկրյա ջրերի ռեժիմի ուսումնասիրման հետազոտությունները տարվում են դրանց ձևավորման պայմանների գնահատման նպատակով, ռեժիմների կանխատեսման, այդ ջրերի օգտագործման կամ դրանց դեմ պայքարի, պաշարների գնահատման, աղտոտումից և հյուծումից պաշտպանման միջոցառումների մշակման հարցերի լուծման համար և այլն: Ռեժիմային դիտարկումները տարվում են հատուկ կաևորված ցանցի դիտողական կետերում, որոնցում կարող են ներառվել հորատանցքերը, ջրհորերը, աղբյուրները (բնաղբյուրները), գետերի վրա ջրաչափական կետերը (պոստերը):

*Նմուշարկում և լաբորատոր աշխատանքներն* իրականացվում են՝ նպատակ ունենալով ուսումնասիրելու ապարների ջրաֆիզիկական հատկությունները և ստորերկրյա ջրերի ֆիզիկական հատկությունները, քիմիական և զագային կազմը: Այդ աշխատանքները ներառում են ապարների և ջրի նմուշարկումը տարբեր ձևի անալիզների համար: Նմուշարկումները կատարվում են ջրաերկրաբանական հանույթի, հետախուզական աշխատանքների, փորձաֆիլտրացիոն և ստորերկրյա ջրերի ռեժիմային դիտարկումներ կատարելու ժամանակ:

*Ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիայի մոդելավորում:* Ջրաերկրաբանությունում մոդելավորման տակ հասկացվում է ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիայի գործընթացների և դրանց հետ կապված երևույթների տարբեր մոդելների վրա արհեստական վերարտադրությունը՝ նպատակ ունենալով ապահովելու ջրաերկրաբանական խնդիրների արդյունավետ լուծումները: Ստորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիայի մոդելավորումը հանդիսանում է ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրման և շարժման պայմանների քանակական գնահատման առավել հեռանկարային և արդյունավետ մեթոդներից մեկը:

Ջրաերկրաբանական հետազոտությունների նպատակներից և խնդիրներից կախված աշխատանքների հիմնական տեսակները կարող են լրացվել երկրաֆիզիկական, տոպոգրաֆո-գեոդեզիական, ջրաբանական, երկրաձևաբանական, օդաֆոտոհանութային և այլ աշխատանքների կատարումով:

Բոլոր տեսակի աշխատանքների մեթոդիկան առավել մանրամասն դիտարկվում է «Ջրաերկրաբանական հետազոտությունների մեթոդիկա» կուրսում:

## 17.2. ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԿԱՏԱՐՄԱՆ ՀԱՁՈՐԳԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Համաձայն գործող հրահանգների (ինստրուկցիաների) պահանջների՝ ստորերկրյա ջրերի հետազոտական աշխատանքները պետք է կատարվեն հետևյալ փուլերով (ստադիաներով) [18, 5, 33, 11, 25].

1. Ջրաերկրաբանական հանույթ 1:200000 մասշտաբի,
2. Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի որոնումներ,
3. Նախնական հետախուզություն,
4. Մանրակրկիտ հետախուզություն,
5. Շահագործական հետախուզություն (շահագործվող հանքավայրի հետախուզություն):

Աշխատանքի փուլերը, որպես կանոն, պետք է կատարվեն նորմալ հաջորդականությամբ: Առանձին դեպքերում, կախված կոնկրետ պայմաններից, առաջին հերթին ուսումնասիրվածության աստիճանից, ջրաերկրաբանական պայմանների բարդությունից և ջրի պահանջարկից, որոշ էտապներ կարող են դուրս մնալ ջրաերկրաբանական հետախուզությունների ընդհանուր սխեմայից կամ միացվեն այլ փուլերի հետ: Ջրաերկրաբանական հետախուզությունների յուրաքանչյուր էտապին պետք է համապատասխանի տարբեր տեսակի աշխատանքների արդյունավետ, համալիր կատարման մեթոդիկա: Յուրաքանչյուր նախորդ էտապի աշխատանքների արդյունքները պետք է հիմք հանդիսանան հերթական էտապի աշխատանքների նախագծերի կազմման համար:

1. *Ջրաերկրաբանական հանույթ 1:200000 մասշտաբի:* Նշված մասշտաբի ջրաերկրաբանական հանույթը կատարվում է տարածքի պլանավորված ջրաերկրաբանական ուսումնասիրման նպատակով: Այդ փուլի աշխատանքների հիմնական նշանակությունը կայանում է տարբեր տիպի ստորերկրյա ջրերի ձևավորման և տարածման հիմնական օրինաչափությունների պարզաբանումը, ուսումնասիրվող տարածքի ջրատարության, զոյության պայմանների և ստորերկրյա ջրերի օգտագործման հնարավորությունների ընդհանուր գնահատումը: Այն տալիս է հնարավորություն իրականացնելու ընդհանուր ջրաերկրաբանական շրջանացում՝ անջատելով հեռանկարային մակերեսները և ջրատար հորիզոնները (համալիրները) հետազայում որոնողական և հետա-



խուզական աշխատանքներ կատարելու համար, ինչպես նաև որոշել այդ աշխատանքների կատարման պայմանները:

*2.Որոնողական փուլ:* Որոնումները կատարվում են հետագա հետախուզական աշխատանքների կատարման համար ջրատար հորիզոնների և տեղամասերի հայտնաբերման և դրանց շահագործական հնարավորությունների մոտավոր գնահատման նպատակով: Որոնողական փուլը բաժանվում է երկու ենթափուլերի՝ ա) ընդհանուր և բ) մանրակրկիտ որոնողական:

*ա) Ընդհանուր որոնողական ենթափուլ:* Ենթափուլի նպատակային նշանակություններն են այս կամ այն տիպի ստորերկրյա ջրերի խոշոր ջրաներկրաբանական ռեզիզոնների հեռանկարային գնահատումը, ջրատար հորիզոնների (համալիրների), ինչպես նաև դրանց տարածման մակերեսների առանձնացումը, որոնք հետագա որոնողա-հետախուզական աշխատանքներ տանելու և առանձին ավազանների, ռեզիզոնների, ջրատար հորիզոնների և համալիրների կոնկրետ մակերեսների սահմաններում շահագործական պաշարների ռեզիզոնալ գնահատումների կատարման համար հեռանկարային են:

Ռեզիզոնալ ուսումնասիրությունները հիմնականում կատարվում են նախորդ հանութային նյութերի, այլ օգտակար հանածոների որոնումներից և հետախուզություններից, կամ ստորերկրյա ջրերի ռեժիմային դիտարկումներից ստացված տվյալների հավաքման, ամփոփման և գրասենյակային մշակման ճանապարհով: Այդ ենթափուլում նյութերի բավարար առկայության դեպքում կատարվում է ստորերկրյա ջրերի շահագործական պաշարների ռեզիզոնալ գնահատում: Անհրաժեշտության դեպքում այդ ենթափուլում կատարվում է առանձին հորատանցքերի հորատում և նմուշարկում, գործող ջրառների (ջրհանների) վրա փորձային աշխատանքներ և նախկինում հորատված հորատանցքերի ստուգողական հետազոտություններ:

*բ) Մանրակրկիտ որոնողական ենթափուլ:* Այս ենթափուլի նպատակային նշանակություններն են հեռանկարային մակերեսների սահմաններում ջրատար հորիզոնների և նպաստավոր պայմաններով տեղամասերի պարզաբանումը և հիմնավորումը, դրանցում հետագա հետախուզական աշխատանքների տարման և դրանց շահագործական հնարավորությունների մոտավոր գնահատման համար: Այս ենթափուլի աշխատանքների հիմնական խնդիրն է անհրաժեշտ ելակետային տե-

ղեկավարությունների ստացումը, որոնք հնարավորություն կտան հիմնավորելու կոնկրետ մակերեսների սահմաններում ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի առկայությունը (կամ բացակայությունը) և ընտրելու առաջնահերթ հանքավայրերը (տեղամասերը), որոնք հետաքրքրություն են ներկայացնում տնտեսական իրացման համար: Աշխատանքների հիմնական տեսակները հաղիսանում են՝ երկրաբանա-ջրաերկրաբանական կամ ջրաերկրաբանական 1:50000 և խոշոր մասշտաբի հանույթը՝ կիրառելով երկրաֆիզիկական, ջրաքիմիական դիստանցիոն օդատիեզերական, հորատման, փորձաֆիլտրացիոն (նմուշարկային արտամղումներ), ինչպես նաև ջրամետրիական, տոպոգեոդեզիական, լաբորատոր աշխատանքների համալիրը և գործող ջրառների տվյալների հավաքումը:

3. *Նախնական հետախուզության փուլ:* Նախնական հետախուզությունն անհրաժեշտ է հանքավայրի (տեղամասի) երկրաբանա-ջրաերկրաբանական պայմանների հիմնական առանձնահատկությունների ուսումնասիրման և մանրակրկիտ հետախուզության կատարման նպատակահարմարության հիմնավորման համար: Նախնական հետախուզությունը իրականացվում է, եթե ներկայացվում է ջրի պահանջարկի հայտ և եթե հանքավայրը (տեղամասը) իր մասշտաբներով, ջրի որակով և աշխարհագրական-տնտեսական դիրքով և տեխնիկա-տնտեսական ցուցանիշներով հետաքրքրություն է ներկայացնում հետագա իրացման համար: Նախնական հետախուզության փուլի աշխատանքների հիմնական խնդիրները հետևյալներն են.

- հետախուզվող տեղամասի սահմաններում առավել հեռանկարային ջրատար համալիրի կամ հորիզոնի (մեկ կամ մի քանի) ընտրությունը,

- ստորերկրյա ջրերի շահագործական պաշարների ձևավորման հիմնական աղբյուրների պարզումը և գնահատումը,

- տեղամասի ընտրությունը և դրանում հետագա ջրհանման (ջրառ) հորատանցքերի տեղաբաշխման սխեմայի հիմնավորումը,

- ստորերկրյա ջրերի որակի որոշումը:

Արդյունաբերական և ջերմային ջրերի հանքավայրերի համար լրացուցիչ որոշվում են հետրյալ խնդիրները.

- ջրից օգտակար կոմպոնենտների կորզման տեխնոլոգիական կամ ջերմության ստացման տեխնոլոգիայի կանոնակարգերի մշակումը,

- հոսքաջրերի քանակի և որակի ու դրանց հեռացման եղանակի որոշումը:

Նախնական հետազոտության փուլում կատարում են հետևյալ աշխատանքները՝ տեղամասի տեղազննական հետազոտություն, հորատանցումներ, փորձաֆիլտրացիոն աշխատանքներ, մակերեսային խոշորամասշտաբ երկրաֆիզիկական աշխատանքներ և հորատանցքերում երկրաֆիզիկական հետազոտություններ, ջրերի և ապարների նմուշարկումներ, լաբորատոր աշխատանքներ, ստորերկրյա և մակերևութային ջրերի ռեժիմային դիտարկումներ, տոպոգրաֆիական աշխատանքներ, աշխատանքային տեղամասերի սանիտարական հետազոտություններ:

4. *Մանրակրկիչ հետախուզության փուլ:* Այս փուլում կատարվում է նախնական հետախուզության փուլում ընդգրկված բարենպաստ տեղամասերի մանրամասն հետախուզություն, որի նպատակն է արդյունաբերական կատեգորիաներով հաշվարկել ստորերկրյա ջրերի շահագործական պաշարները և ստանալ անհրաժեշտ տվյալներ նոր ջրհան կառույցների նախագծման կամ գոյություն ունեցողների ընդլայնման համար:

5. *Շահագործական հետախուզության փուլ:* Շահագործական հետազոտությունը կատարվում է հաստատված պաշարներով տեղամասերում ջրհան կառույցների կառուցման և շահագործման գործընթացներում, որի նպատակն է պարզել շահագործական ռեժիմի համապատասխանությունը կանխատեսումային հաշվարկների հետ, շահագործման արդյունավետ ռեժիմի և դրա ընթացիկ պլանավորման հիմնավորումները:

### **17.3. ՏԵՂԵԿԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՈՒՅԹԻ ՄԱՍԻՆ**

Ջրաերկրաբանական հանույթի տակ հասկացվում է դաշտային բնույթի հետազոտությունների համալիր, որի նպատակը ջրաերկրաբանական պայմանների ուսումնասիրությունը, և այդ պայմանները բնութագրող տարրերի (էլեմենտների) քարտեզագրումն է: Այդպիսի տարրերին են վերաբերում ջրատար և ոչ ջրատար ապարների տարածումը, տեղադրումը և հիմնական պարամետրերը, դրանց լիթոլոգիական կազ-

մը և ջրային հատկությունները, ստորերկրյա ջրերի քիմիական բնութագիրը:

Տարբեր աստիճանի մանրակրկիտությամբ ջրաերկրաբանական հանույթների դեպքում, որը կախված է խնդիրների դրվածքից և հանույթի մասշտաբից, ուսումնասիրում են հետևյալ բնական երևույթները և արհեստական փորվածքները, որոնք հիմնական (հեռանկարային) նյութերն են ջրաերկրաբանական քարտեզների կազմման համար՝ 1) աղբյուրներ և ստորերկրյա ջրերի այլ ելքեր, 2) շախտային հորեր և հորատանցքեր, 3) ստորերկրյա ջրերի գործող և չգործող ջրհանների մասին նյութեր, 4) մակերևութային ջրհոսքեր և ջրավազաններ, 5) ֆիզիկաերկրաբանական երևույթներ՝ պայմանավորված ստորերկրյա ջրերի գործունեությամբ (կարստ, սողանք, սուֆոզիա, նստեցում, ճահճակալում, հողերի աղակալում և այլն), 6) տեղանքի ռելիեֆի երկրաբանաձևաբանական տարրեր, 7) բուսաբանաաշխարհագրական (գեոբոտանիկական) ցուցանիշներ, 8) օդանկարահանութային նյութեր:

Վերը նշված գործոններից յուրաքանչյուրի ուսումնասիրման դաշտային մեթոդները մանրամասն լուսաբանված են ինչպես հատուկ մեթոդական հրահանգներում, այնպես էլ ուսումնական ձեռնարկներում:

Ջրաերկրաբանական հանույթը պետք է գնահատի ստորերկրյա ջրերի սնման և բեռնաթափման առանձնահատկությունները, ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսների և կազմի վրա երկրաբանական, երկրաձևաբանական, ջրաբանական, երկրաբանասառցաբանական, կլիմայական, կենսածին, տեխնոլոգիական և այլ գործոնների զանազան ազդեցությունները, ինչպես նաև ստորերկրյա ջրերի դերը երկրաբանական գործընթացներում, ապարների առաջացման և փոփոխման, օգտակար հանածոների կուտակման գործում:

Ջրաերկրաբանական հանույթը կատարվում է պատրաստի երկրաբանական հիմքի վրա կամ երկրաբանական հանույթի հետ (երկրաբանա-ջրաերկրաբանական հանույթ, որը պետք է բավարարի երկուսին առաջադրվող պահանջները):

Ջրաերկրաբանական հանույթները, ըստ մասշտաբի, ստորաբաժանվում են՝

- փոքրամասշտաբ (1:100000-1:500000)
- միջին մասշտաբային (1:200000-1:100000)
- խոշորամասշտաբ (1:50000-1:25000)

-մանրակրկիտ (1:10000 և մեծ) հանույթների:

Ըստ նշանակության (նպատակային առաջադրանքի) առանձնացվում են *ընդհանուր պեղական և հարուկ կամ մասնագիտական* ջրաերկրաբանական հանույթներ: Առաջինները կատարվում են ընդարձակ տարածքների պլանաչափ համալիր ուսումնասիրության, իսկ երկրորդները՝ կոնկրետ ժողովրդատնտեսական խնդիրների (ջրամատակարարում, ոռոգում, չորացում, ջրատեխնիկական կառույցներ և այլն) ջրաերկրաբանական հիմնավորման համար:

Ընդհանուր պետական հանույթները հիմնականում կատարվում են *մասն և միջին մասշտաբներով*:

*Մանրամասշտաբ հանույթները* կատարվում են խոշոր ռեգիոնների թույլ ուսումնասիրված կամ չուսումնասիրված տարածքների ընդհանուր ջրաերկրաբանական պայմանների լաուսաբանման նպատակով: Հանույթի նյութերը օգտագործվում են տեսական ընդհանրացումների, ռեգիոնալ քարտեզների կազմման, ջրային ռեսուրսների համալիր օգտագործման գլխավոր սխեմաների կազմման համար:

Ներկայումս մանրամասշտաբ ջրաերկրաբանական հանույթներ չեն իրականացվում, 1:500000 մասշտաբի քարտեզները կազմվում են ավելի խոշոր մասշտաբի հանույթի նյութերի ընդհանրացման միջոցով [11]:

*Միջին մասշտաբի հանույթները* կատարվում են 1:200000 մասշտաբի միջազգային ստորաբաժանման պլանշեմոներով: Միջին մասշտաբի հանույթի և քարտեզագրման արդյունքում պետք է գնահատված լինեն տարբեր կարիքների համար ստորերկրյա ջրերի օգտագործման հնարավորությունները հաշվի առնելով ժողովրդական տնտեսության զարգացման ներկա մակարդակը և ապագա 10-15 տարիներում: Բացի այդ՝ պետք է գնահատված լինեն քարտեզագրված տարածքում հետագայում ջրաերկրաբանական աշխատանքների կատարման նպատակահարմարությունը և բնույթը:

Միջին մասշտաբի հանույթի նյութերը օգտագործվում են գլխավոր սխեմաների մշակման, տեխնիկատնտեսական հիմնավորումների (SSՀ), երբեմն՝ տեխնիկական նախագծերի (ջրատնտեսական և այլ ինժեներական կառույցների) հիմնավորման համար:

*Խոշորամասշտաբ հանույթներ:* Կատարվում են նախկինում միջին մասշտաբի հանույթով ծածկված տարածքներում: Այս հանույթները

տարբերվում են երկրաբանական կտրվածքների, ջրաերկրաբանական շերտագրության մանրակրկիտ ստորաբաժանման և ուսումնասիրության աստիճանով: Առավել մեծ ուշադրություն է դարձվում այն ջրաերկրաբանական տարրերին, որոնց իմացությունը հնարավորություն է տալիս գնահատել ջրաերկրաբանական գործընթացների ուղղվածությունը, ինչպես նաև տալ պրակտիկ խնդիրների լուծման համար անհրաժեշտ քանակական բնութագրումներ:

*Մանրակրկիտ հանույթներ* կամ *մասնագիտացված (խոշորամասշտաբ)*: Սովորաբար կատարվում են այն տարածքներում, որտեղ նախկինում կատարվել են ավելի մանրամասն մասշտաբի հանույթներ՝ օգտակար հանածոների հանքադաշտերում, ջրառ կառույցների տեղամասերում, քաղաքների հատակագծման համար առանձնացված տարածքներում և այլն:

Ջրաերկրաբանական հանույթը ներառում է մինչդաշտային, դաշտային, լաբորատոր և գրասենյակային (նյութերի մշակման) աշխատանքների ժամանակահատվածներ:

Ջրաերկրաբանական հանույթի կատարման ժամանակ կիրառում են հետազոտությունների հետևյալ մեթոդները՝ 1) երթուղային հետազոտություններ, 2) քարտեզագրական հորատում և հորատանցքերի ջրաերկրաբանական փորձարկում, 3) ռեժիմային դիտարկումներ, 4) երկրաֆիզիկական աշխատանքներ, 5) լաբորատոր աշխատանքներ, 6) օդաաչքաչափային և օդալուսահանութային դիտարկումներ:

Երկրաբանական հանութային աշխատանքների համալիրում մեծ կիրառում ունեն *օդա- ու փիեզերական հետազոտության մեթոդները*, որոնք կարելի է ստորաբաժանել երկու խմբի՝ *օդա-աչքաչափային դիտարկումներ և օդա- և փիեզերական հանույթներ*՝ հիմնավորված տարբեր տեխնիկական միջոցների կիրառման վրա:

*Օդա-աչքաչափային դիտարկումները* կիրառվում են տեղադիտական հետազոտությունների ժամանակ կամ տարբեր մասշտաբների հանույթների դեպքում: Օդա-աչքաչափային դիտարկումները տարվում են հիմնականում ինքնաթիռներով, ուղղաթիռներով և արդյունքները արտացոլվում են գծապատկերների կամ քարտեզ-սխեմաների տեսքով: Օդահանութայինը կատարվում են 25-50 մ մինչև 15 կմ բարձրություններից, որը հնարավորություն է տալիս ստանալու խոշոր և մանրամասշտաբ (1:5000-ից մինչև 1:50000-1:60000) օդալուսանկարներ:

*Տիեզերահսկողությունները* կատարվում են տարբեր բարձրություններից՝ օգտագործելով հետևյալ թռչող սարքավորումները՝ 1) բալիստիկ հրթիռներ (80-160 կմ), 2) կառավարվող տիեզերանավեր և օրբիտալ (ուղեծրային) կայաններ (150-160 կմ), 3) Երկրի արհեստական արբանյակներ (600-1200 կմ), 4) Երկրի երկրաստացիոնար արբանյակներ (36000 կմ), 5) ավտոմատ և կառավարվող միջնուլորակայն կայաններ (60-150 հազ.կմ), 6) լուսնային երկրաֆիզիկական դիտարան (աբսերվատորիա) (400 հազ.կմ):

Ըստ ինֆորմացիայի արձանագրման և հաղորդման սկզբունքի՝ ինչպես օդային, այնպես էլ տիեզերական մեթոդների շարքում տարբերում են *լուսանկարահանող* և *ոչ լուսանկարահանող* համակարգեր: Լուսանկարահանող համակարգերը վերագրում են լուսանկարչական, հեռուստատեսային և սկանային, իսկ ոչ լուսանկարահանողներին՝ գամմա-լուսապատկեր (սպեկտր), մագնիսական, գրավիտացիոն և այլ ֆիզիկական դաշտեր արձանագրող համակարգերը (Ն. Յա. Բոնդար, 1987):

Համապատասխանաբար տարբերում են լուսանկարային, հեռուստատեսային, սկանային, ինֆրակարմիր, ռադիոլուկացիոն (ռադիոտեղորոշման), սպեկտրոգոնալային և բազմազոնալային հանույթներ:

Թվարկած հեռացույց (դիստանցիոն) մեթոդները թույլ են տալիս կատարելու ռեգիոնալ ջրաերկրաբանական շրջանացում, պարզել ստորերկրյա ջրերի ձևավորման հիդրոդինամիկական օրինաչափությունները, ուսումնասիրել բեկվածքային խախտումները, ճեղքավորված գոնաները, ապարների լիթոլոգիան, գնահատել ժամանակակից երկրաբանական գործընթացների դրսևորումների և շրջակա միջավայրի ադտոտման երևույթների մասշտաբները: Ռադիոջերմային հանույթի օգնությամբ պարզում են թերմալ աղբյուրների տարածումը և առանձնահատկությունները, ուսումնասիրում են ժամանակակից հրաբխականության գործընթացները և հավերժական սառածության տարածման շրջանների ջերմաստիճանային պայմանները: Բացի այդ՝ տիեզերական լուսահանույթները երկրաբանական միջավայրի տիեզերական մոնիտորինգի ստեղծման միջոցներից է, որը հնարավորություն կընձեռի կատարել կանոնավոր դիտարկումներ, գնահատելու և կանխատեսելու երկրաբանական միջավայրի փոփոխությունները:

## 17.4. ՏԵՂԵԿԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՔԱՐՏԵԶՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ջրաերկրաբանական քարտեզ անվանում են ջրաերկրաբանական համակարգի սահմաններում ջրաերկրաբանական տարբեր տարրերի և գործոնների գրաֆիկական պատկերումը պլանի (հատակագծի) վրա: Այն արտացոլում է ջրաերկրաբանական ստորաբաժանումներով առանձնացված ջրատար հորիզոնների, համալիրների, ջրամերժ հաստվածքների տարածումը, հերթափոխությունը, տեղադրման պայմաններն ու խորությունը, ինչպես նաև ստորերկրյա ջրերի որակական և քանակական բնութագրումները:

Ջրաերկրաբանական քարտեզները կազմում են ըստ ջրաերկրաբանական հանույթների արդյունքների, ինչպես նաև ըստ հետախուզական, փորձային աշխատանքների տվյալների և ըստ երկրաֆիզիկական հետազոտություններից, լաբորատոր աշխատանքներից, ստորերկրյա ջրերի ռեժիմային դիտարկումներից ստացված տվյալների:

Ջրաերկրաբանական քարտեզները բաժանվում են [5,18,33].

1) Ըստ փաստական նյութի հիմնավորվածության աստիճանի՝ *կոնդիցիոն* և *նշ կոնդիցիոն* (կոնդիցիոն քարտեզների նորմերն ու պահանջները տրվում են հատուկ հրահանգներում),

2) Ըստ մասշտաբի՝ *ակնարկային* (1:10000000 և փոքր), *մանրամասշտաբային* (1:500000-1000000), *միջին մասշտաբային* (1:100000-1:200000), *խոշոր մասշտաբային* (1:25000-1:50000), *մանրամասն* (1:25000 և մեծ):

Ակնարկայինից մինչև միջին մասշտաբային քարտեզների վրա արտացոլվում են ջրատար հորիզոնները (համալիրները), ստորերկրյա ջրերի որոշ որակական և քանակական ցուցանիշներ: Այս քարտեզները կազմվում են տեսական ընդհանրացումների, ջրաերկրաբանական հետազոտությունների հեռանկարային պլանավորման, գլխավոր սխեմաների կազմման և առանձին ռեգիոնների իրացման տեխնիկատնտեսական հիմնավորումների նպատակով:

Խոշոր մասշտաբի ջրաերկրաբանական քարտեզների վրա արտացոլվում են վերին հիմնական և դրանից ներքև տեղադրված ջրատար հորիզոնները (համալիրները), գրունտային և ճնշումնային ջրերի մակարդակի իզոգծերը, ստորերկրյա ջրերի քանակը և որակը բնութագրող



տվյալները: Այս տիպի քարտեզներն օգտագործվում են որպես հուսալի հիմք ընթացիկ և հեռանկարային պլանավորման, ջրատնտեսական միջոցառումների մշակման, ինժեներական կառույցների նախագծման, ստորերկրյա ջրերի շահագործական պաշարների գնահատման, ջրաերկրաբանական շրջանացման և այլ նպատակներով:

Մանրամասն ջրաերկրաբանական քարտեզներ կազմվում են համեմատաբար փոքր տարածքների համար և ունենում են նպատակամղված բովանդակություն: Այդպիսի քարտեզները կոչված են հիմք ծառայելու կոնկրետ նեղ խնդիրների՝ բանվորական նախագծումների համար:

3) Ըստ նպատակային նշանակության և բովանդակության՝ *ընդհանուր և հայրուկ*: Ընդհանուր քարտեզները կազմվում են ուսումնասիրվող տարածքի ընդհանուր ջրաերկրաբանական պայմանների լրիվ բնութագրման համար: Ընդհանուր քարտեզների վրա արտացոլվում են ջրաերկրաբանական բոլոր հիմնական տարրերը: Հատուկ քարտեզների վրա ցույց են տալիս առանձին տարրեր,

4) Ըստ գրաֆիկական (գծագրական) ձևավորման եղանակի՝ *համարեղված և մասնատրված*: Այս տիպի ջրաերկրաբանական քարտեզների վրա ցույց են տրվում ջրատար հորիզոնները (համալիրները): Դրանց դասավորությունը, հարկայնությունը արտացոլում են «լուսաթափանցման» մեթոդով:

Ցանկացած մասշտաբի ջրաերկրաբանական քարտեզները ուղեկցվում են մեկ կամ մի քանի ջրաերկրաբանական կտրվածքներով, ինչպես նաև լրացուցիչ բնութագրերով, արտահայտված պարզաբանական տեսքով և աղյուսակներով:

Ջրաերկրաբանական կտրվածքների վրա արտացոլվում են երկրաբանական կառուցվածքը, ջրատար հորիզոնների (համալիրների) լիթոլոգիական կազմը, ջրամերժ հաստվածքները, ստորերկրյա ջրերի մակարդակների (ճնշումների) տեղադրման խորությունները, ջրերի ծախսը և հանքայնացումն ըստ հորատանցքերի:

Օրինաչափությունները, որոնք արտացոլվում են քարտեզների վրա և կտրվածքներում, հանգամանալից լուսաբանվում են պարզաբանական գրառումում, որում կոնկրետ նկարագրվում են բոլոր ջրատար հորիզոնները և համալիրները, ապարների կազմը և ջրառատությունը, ստորերկրյա ջրերի տեղադրման խորությունը և ճնշումները, ձևավորման

պայմանները, ռեժիմային առանձնահատկությունները, որոշվում են ստորերկրյա ջրերի օգտագործման նպատակահարմարությունը ժողովրդական տնտեսության տարբեր ճյուղերում կամ տարբեր շինարարությունների դեպքում ստորերկրյա ջրերի դեմ պայքայրի առավել արդյունավետ միջոցառումների մշակումները:

**17.5. ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀՈՐԱՏԱՆՆԸ ԵՎ  
ԿՈՆՍՏՐՈՒԿՑԻԱՆԵՐԻՆ ՆԵՐԿԱՅԱՅՎՈՂ ՈՐՈՇ ՊԱՀԱՆՋՆԵՐ**

Երկրակեղևում հորատման հաստոցի կամ սարքի օգնությամբ անցած գլանաձև լեռնային փորվածքը կոչվում է *հորատանցք* և բնութագրվում է տրամագծի և երկարության մեծ հարաբերակցությամբ:

Տրամագիծը տատանվում է 26 մմ-ից մինչև 1000 մմ, հանքահորերի դեպքում՝ 1500 մմ, իսկ խորությունը մի քանի մետրից մինչև 10 կմ և ավելի:

Հորատանցքի սկիզբը մակերևույթի վրա կոչվում է *քերակ*, հատակը՝ *հորահորշ*, իսկ կողային մակերևույթը՝ *պատեր*: Ըստ իրենց նշանակության և նպատակի՝ հորատանցքերը լինում են քարտեզագրական, հեռանկարային, կառուցվածքային, որոնողական, հետախուզական, փորձային, շահագործական, դրենացման, դիտողական, լեռնատեխնիկական (լեռնասանցողական, օդափոխության, պայթեցման և այլն):

Ջրատար հորիզոնների և համալիրների ուսումնասիրությունը կատարվում է լեռնային փորվածքների՝ գերազանցապես հորատանցքերի միջոցով: Դրանք հնարավորություն են տալիս պարզել հետախուզվող տերիտորիաների երկրաբանական կառուցվածքը, սպարների լիթոլոգիական կազմը և ջրաերկրաբանական առանձնահատկությունները:

Ջրաերկրաբանական հորատումը կատարվում է ստորերկրյա ջրերը հայտնաբերելու, հետազոտելու, շահագործելու և այլ նպատակներով: Այդ հորատմանը որոշակի պահանջներ են ներկայացվում, որի պատճառով հորատանցման եղանակները, հորատանցքի կառուցվածքը (կոնստրուկցիան), դրանում տարվող դիտարկումների մեթոդիկան որոշակիորեն տարբեր է մյուս նշանակության հորատանցքերից: Ջրաերկրաբանական նշանակության հորատանցքերի հորատումը հիմնականում իրականացվում է հետևյալ եղանակներով՝ 1) պտտողական (ռոտորային), 2) հարվածաճռպանային, 3) կոմբինացված և այլն:

Հորատման եղանակի ընտրությունը կատարվում է՝ ելնելով ապարների ֆիզիկամեխանիկական հատկություններից, տարածքի ուսումնասիրվածության աստիճանից, հորատանցքի կառուցվածքից, դրա վերջնական տրամագծի չափից, ելուկի (կեռնի) ստացման անհրաժեշտությունից և այլն:

*Պարտոդական հորատում:* Պատտոդական եղանակով հորատման դեպքում սովորաբար կիրառվում է կավային լուծույթ, որը բերում է ջրատար ապարների կավավորման, հաճախ փակում է փոքր ջրատար հորիզոնները, նվազեցնում է հորատանցքի ջրատվությունը, դժվարացնում է երկրաբանական և ջրատերկրաբանական տվյալների փաստագրումը: Այդ պատճառով պարբերաբար հորատանցք է ներմղվում օդ կամ ջուր, կիրառվում է լուծույթի հակառակ շրջանառություն և այլն: Բոլոր դեպքերում հորատանցքից անմիջապես հետո պետք է ուժեղացված պոլսացիայով արտամղումներ կատարել հորատանցքի պատերը և հորախորշը կավային մասնիկներից և հորատման խարամից մաքրելու համար:

Պատտոդական եղանակով հորատման դրական կողմերից անհրաժեշտ է նշել հետևյալները՝ հորատման նշանակալի արագությունը և մեծ խորության (մինչև 2000 մ և ավելի) հորատանցքերի հորատման հնարավորությունը:

*Հարվածաճոպանային հորատում:* Այս եղանակը կիրառվում է այն շրջաններում, որտեղ երկրաբանա-լիթոլոգիական և ջրատերկրաբանական պայմանները թույլ են ուսումնասիրված: Տալիս է լավ արդյունք գրունտային և ճնշումային ջրատար հորիզոնների տարածման շրջաններում: Այս եղանակով հորատման դեպքում կտրուկ ավելանում է (համեմատած պատտոդական հորատման հետ) խողովակասյուների քանակը, և զգալի մեծանում է շրջապահ խողովակների տրամագիծը, այդ եղանակը թույլ է տալիս հորատանցքերի հորատումը կատարել մեծ տրամագծով (ավելի 500 մմ-ից): Հարվածաճոպանային եղանակը հաճախ կիրառում են այն շրջաններում, որտեղ բացակայում են մակերևութային ջրադրյունները:

Կարծր ապարներում հորատման ժամանակ օգտագործում են սյունակային հորատում (ելուկի դուրս բերումով), որը լիարժեքորեն ապահովում է հորատվող ապարների կազմի մանրակրկիտ ուսումնասիրումը և դրանցում ջրատար հորիզոնների արձանագրումը: Այս եղանակի հիմնական թերությունը կայանում է հորատանցքի տրամագծի փոքրության

մեջ, որը խոչընդոտում է բարձր արտադրողականության պոմպերի կիրառումը՝ արտամղման միջոցով ջրատար հորիզոնների փորձարկման ժամանակ:

*Կոմբինացված (համակցված) հորատում:* Տվյալ եղանակը կիրառվում է մոտավորապես նույն բնական պայմանների դեպքում, ինչպիսին է հարվածաճոպանայինը: Հորատանցման ժամկետի կրճատման, նյութերի տնտեսման և ներդրման միջոցների կրճատման նպատակով օգտագործում են հորատման կոմբինացված եղանակը: Էությունը կայանում է նրանում, որ հիմնական ջրատար հորիզոնից կամ համալիրից վերև տեղադրված ապարների հորատանցումը կատարվում է արագացված և տնտեսապես շահավետ պտտողական եղանակով, իսկ բուն ջրատար հորիզոնի՝ հարվածաճոպանային: Հորատանցման այսպիսի եղանակը (կոմբինացված) հնարավորություն է տալիս պահանջվող ճշտությամբ կատարել երկրաբանա-ջրաերկրաբանական փաստագրումը հորատանցման ընթացքում և բարձր ճշտությամբ ջրատար հորիզոնի (հորիզոնների) փորձարկումը:

Ջրաերկրաբանական հորատանցքի կառուցվածքում (կոնստրուկցիայում) կարևորագույն բաղադրիչը հանդիսանում է ֆիլտրը (քամիչը): Ֆիլտրը խողովակներից պատրաստված հատուկ սարք է, որը կոչված է ջրատար հորիզոնի հատվածում հորատանցքի պատերը ամրակապելու (փլուզումից պաշտպանելու) և ստորերկրյա ջրերի ներհոսքը դեպի հորատանցք ապահովելու համար:

Անկախ հորատանցման եղանակից հորատման տվյալները ճշտելու համար, ինչպես նաև կտրվածքի ապարների ֆիզիկական մի շարք հատկանիշների մասին լրացուցիչ տվյալներ ստանալու նպատակով ներկայումս գրեթե բոլոր ջրաերկրաբանական հորատանցքերում կատարվում են երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություններ, որոնք հաճախ շատ արդյունավետ են լինում:

Ջրաերկրաբանական հորատանցքի հորատման եղանակները, դրանց կոնստրուկցիաների և կահավորումների պահանջներն ընդունվում են գործող նորմերին համապատասխան:

## **17.6. ՏԵՂԵԿԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆ ԳԱՇՏԱՅԻՆ ՓՈՐՉԱՅԻԼՏՐԱՅԻՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ**

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի ուսումնասիրման և բազմազան ջրաերկրաբանական խնդիրների լուծման ժամանակ հետազոտությունների հիմնական տեսակը հանդիսանում է ջրատար հորիզոնների և աերացիայի զոնայի ապարների ջրաերկրաբանական պարամետրերի որոշումը:

Ապարների ֆիլտրացիոն հատկությունները և ջրառատությունը բնութագրող ջրաերկրաբանական հիմնական պարամետրերն են՝ ֆիլտրացիայի, ջրահաղորդականության, մակարդակահաղորդականության (ոչ ճնշումային շերտերի համար), պիեզոհաղորդականության (ճնշումային շերտերի համար), ջրատվության, առածգական ջրատվության գործակիցները:

Սովորաբար ստորերկրյա ջրերի հայտնաբերման, դրանց քանակական և որակական հատկությունների ուսումնասիրման, ժողովրդատնտեսական իրացման կամ կարգավորման հետ կապված, հնարավոր չէ կատարել որևէ ինժեներական հաշվարկ և տալ քանակական գնահատական առանց ջրաերկրաբանական պարամետրերի իմացության:

Ներկայիս ջրաերկրաբանական հաշվարկային պարամետրերի որոշման համար կիրառվում են տարբեր մեթոդներ, որոնց օգտագործման նպատակահարմարությունը և արդյունավետությունը կախված է հետազոտությունների կատարման փուլից և տեխնիկական պայմաններից, լուծվող խնդրի բնույթից և յուրահատկությունից, ուսումնասիրվող ջրաերկրաբանական օբյեկտի բնական պայմաններից և այլ գործոններից: Այդպիսի մեթոդների թվին են պատկանում՝ 1) արտամղումներ հորատանցքերից և շուրֆերից, 2) ջրլցումներ և ներմղումներ հորատանցքերում, 3) ջրլցում շուրֆերում, 4) էքսպրես (ճեպընթաց) մեթոդներ: Պարամետրերը կարելի է որոշել նաև ըստ ստորերկրյա ջրերի ռեժիմային դիտարկումների տվյալների, լաբորատոր հետազոտությունների, երկրաֆիզիկական մեթոդներով և ֆիլտրացիայի մոդելավորմամբ: Թվարկած մեթոդները բնութագրվում են ֆիլտրացիոն հատկությունների որոշման տարբեր աստիճանի հուսալիությամբ և դրանց կատարման յուրահատկությամբ: Առաջին չորս մեթոդները կարելի է դասել դաշտային

փորձաֆիլտրացիոն խմբին և ջրաերկրաբանական հետազոտությունների պրակտիկայում հանդիսանում են գերակշռող՝ որպես ջրաերկրաբանական հաշվարկային պարամետրերի որոշման արդյունավետությունը և արժանահավատությունները ապահովողների:

*Արդամդումները* համարվում են առավել տարածում ունեցող փորձային աշխատանքների տեսակ, որոնք կիրառվում են տարբեր ջրաերկրաբանական հետազոտությունների ժամանակ, երբ անհրաժեշտ է որոշել ջրաերկրաբանական հիմնական պարամետրերը և ջրատար հորիզոնների այլ տվյալներ:

*Հորաբանցքերում ջրի փորձնական ներդումները* կատարվում են բարձր ճնշման տակ ջրատար հորիզոններում և անջուր (չոր) ապարներում: *Փորձնական ջրլցումները* կատարում են թույլ ջրատար հորիզոններում և չոր ապարներում:

*Շուրֆերում փորձնական ջրլցումները* անհրաժեշտ են աերացիայի զոնայի ապարների ֆիլտրացիոն հատկությունները ուսումնասիրելու համար:

Պարամետրերի որոշման *էքսպրես* մեթոդները հիմնված են հորատանցքերում կարճաժամկետ արտամղումների կամ ջրլցումների միջոցով ոչ մեծ ջրաթափանցելիություն ունեցող ապարների ֆիլտրացիոն հատկությունների ուսումնասիրման համար: Ջրաերկրաբանական պարամետրերի ըստ *ռեժիմային դիտարկումների րվյալների* պարզաբանման որոշումը պահանջում է ռեժիմային ցանցի կետերի (հորատանցքեր, ուղեգծեր) առկայություն և ստորերկրյա ջրերի ռեժիմային դիտարկումների կազմակերպում համապատասխան կազմակերպությունների կողմից:

Ապարների (գլխավորապես կավային և ավազային) ֆիլտրացիոն հատկությունների *լաբորատոր* մեթոդներով որոշումը կիրառվում է հետազոտությունների սկզբնական փուլում դրանց նախնական զանգվածային մոտավոր արժեքների գնահատման համար: Փորձերը կատարվում են հատուկ վերցված ապարների նմուշների վրա տարբեր լաբորատոր սարքերի օգնությամբ:

*Երկրաֆիզիկական* մեթոդները տալիս են տվյալներ, որոնք պիտանի են ապարների ֆիլտրացիոն հատկությունների նախնական մոտավոր գնահատումների և ուսումնասիրվող կտրվածքի ջրաերկրաբանական մասնատման համար: *Սրորերկրյա ջրերի ֆիլտրացիայի մոդելա-*

*վորումը* հնարավորություն է տալիս համալիր հակադարձ խնդիրների լուծման հիմքի վրա որոշելու և ճշգրտելու ջրաերկրաբանական պարամետրերի թվային արժեքները՝ օգտագործելով ռեժիմային դիտարկումների կամ փորձաֆիլտրացիոն աշխատանքների ընթացքում մակարդակների և ծախսերի փոփոխման դիտարկումների տվյալները: Այն ապահովում է պարամետրերի որոշման բավականին մեծ հավաստիություն և նպատակահարմար է բարդ ջրաերկրաբանական պայմաններում, երբ բացակայում են ապարների ֆիլտրացիոն հատկությունների արժանահավատ որոշման հնարավորությունները այլ մեթոդներով:

Ջրաերկրաբանական պարամետրերի որոշման պահանջվող արժանահավատության ապահովման և ջրաերկրաբանական հետազոտությունների տնտեսական արդյունավետության բարձրացման համար նպատակահարմար է ֆիլտրացիոն հատկությունների որոշման տարբեր մեթոդները զուգակցել՝ (կոմպլեկտավորել) հաշվի առնելով ուսումնասիրվող օբյեկտի կոնկրետ ջրաերկրաբանական պայմանները, լուծվող խնդիրների բնույթը և առանձին օգտագործվող մեթոդների տնտեսական արդյունավետությունը և այլ գործոններ:

## **17.7. ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՄՈՆԻՏՈՐԻՆԳ**

Ներկա ժամանակներում կապված Երկրի գլոբալ տաքացումների և տարբեր մասշտաբներով հանդես եկող ինտենսիվ տեխնածին (անտրոպոգեն) փոփոխությունների հետ, հասարակության կարևոր խնդիրներից մեկը մոլորակի վրա բնակության միջավայրի վիճակի գնահատումն է և փոփոխության կանխատեսումը: Վերջինիս հետ կապված կազմավորվում են շրջակա բնական միջավայրի պետական մոնիտորինգ, որի անբաժան մասն է կազմում ընդերքի վիճակի մոնիտորինգը:

Ջրաերկրաբանական մոնիտորինգը (տարբեր խմբագրումներով՝ «ստորերկրյա ջրերի մոնիտորինգ» կամ «ստորերկրյա ջրային օբյեկտների մոնիտորինգ») հանդիսանում է ընդերքի վիճակի պետական մոնիտորինգի ենթահամակարգ և միաժամանակ ջրային օբյեկտների պետական մոնիտորինգի ենթահամակարգ (ըստ Ռ-ուսաստանի օրինակի) [4]:

Ներկայումս, երբ ստորերկրյա ջրերի պաշարները ավելի ու ավելի ինտենսիվ են շահագործվում լեռնահանքային շինարարությամբ (հատ-

կապես ջրաշինական), և այլ աշխատանքներով խախտվում է դրանց ռեժիմը, ուստի ստորերկրյա ջրերի յուրաքանչյուր խոշոր հանքավայրի կամ ավազանի համար մոնիտորինգի ստեղծումը դառնում է հրամայական պահանջ:

Ջրաերկրաբանական մոնիտորինգի ընդհանուր ձևակերպմանը համապատասխան այն իրենից ներկայացնում է առաջին հերթին ստորերկրյա ջրերի ռեժիմի կանոնավոր *դիտարկումների, հավաքման* և դրանց վիճակի մասին տեղեկության (ինֆորմացիայի) *կուրակման* համակարգ, երկրորդ հերթին՝ այդ տեղեկատվության *ընդհանրացման ու վերլուծության* և այդ հիմքի վրա բնական և տեխնածին (անտրոպոգեն) գործոնների ազդեցության տակ ստորերկրյա ջրերի վիճակի փոփոխման *կանխատեսումների մշակման* համակարգ: Մոնիտորինգի վարման ժամանակ ուսումնասիրման օբյեկտներ (դիտարկումների կազմակերպման) են հանդիսանում, այսպես կոչված, բնական և բնական-տեխնածին համակարգերը [4]:

*Բնական համակարգեր* ասելով հասկանում են այնպիսի տարածքներ, որոնց սահմաններում ստորերկրյա ջրերը տեխնածին ազդեցություններին նշանակալից չեն ենթարկվել (բնական պայմաններ):

*Բնական-տեխնածին համակարգեր* ասելով հասկանում են այնպիսի տարածքներ (տեղամասեր), որոնց սահմաններում ստորերկրյա ջրերը կրում են մեկ (պարզ համակարգեր) կամ մի քանի տեսակների (բարդ համակարգեր) տեխնածին (խախտված պայմանների) նշանակալի ազդեցություն:

Կանոնավոր դիտարկումային համակարգն իր մեջ ներառում է ռեժիմային հորատանցքերում և ջրհորերում ստորերկրյա ջրերի *մակարդակի*, հենակետային աղբյուրների *ծախսի*, ջրերի *շահագործման (վերցվող) ծավալների* և տարբեր տեխնիկական միջոցառումների օգնությամբ ստորերկրյա ջրերի *պաշարների համալրման* մեծությունների, ստորերկրյա ջրերի *ֆիզիկական հատկությունների* (ջերմաստիճան, համ, հոտ և այլն), *քիմիական կազմի* և *հանքայնացման* փոփոխությունների հսկողություն (ստուգում): Ընդհանուր պահանջներին համապատասխան՝ դիտարկումների հիմնական ծավալը պետք է կողմնորոշված լինի երկրի մակերևույթից առաջին ջրատար հորիզոնի վրա (տեխնածին ազդեցություններին առավել ենթարկվող, առաջին հերթին աղտոտվող ստորերկրյա ջրերի) և այն ջրատար հորիզոնների վրա, որոնք



օգտագործվում են տնտեսական ջրամատակարարում կազմակերպելու համար: Որոշակի ծավալի դիտարկումներ պետք է ուղղվեն նաև ստորերկրյա ջրերի ռեժիմի ուսումնասիրմանը բնական պայմաններում (բնական համակարգ), դրանց վիճակի հնարավոր փոփոխությունները բնական գործոնների ազդեցության տակ գնահատելու համար:

Այսպիսով, պետական ջրաերկրաբանական մոնիտորինգը ժամանակակից պայմաններում ապահովում է ստանալ ստորերկրյա ջրերի մասին փաստացի տեղեկատվության *հիմնական ծավալը*:

Մեթոդական պահանջներին համապատասխան՝ պետական ջրաերկրաբանական մոնիտորինգի (այնպես ինչպես նաև բնական միջավայրի վիճակի մյուս ենթահամակարգերը) իրականացումը կատարվում է երեք մակարդակների վրա՝ *տեղական (լոկալ), տարածքային (ռեգիոնալ) և հանրապետական*:

*Տեղական* մակարդակի ջրաերկրաբանական մոնիտորինգը իրականացվում է ընդերքօգտագործման կոնկրետ օբյեկտի (ջրհանումներ, լեռնահանքային ձեռնարկություն, թունավոր թափոնների թաղման տեղամասեր և այլն), ինչպես նաև ընդերքօգտագործման հետ չկապված օբյեկտների վրա, որոնց գործունեությունը կարող է էապես ազդեցություն թողնել (գլխավորապես աղտոտման ճանապարհով) ստորերկրյա ջրերի վրա (արդյունաբերական ձեռնարկություններ, տղմագտարաններ և պոչամբարներ, արդյունաբերական և կենցաղային թափոնների կուտակման տեղամասեր և այլն):

Տեղական մոնիտորինգի համակարգում դիտման ցանցի ստեղծումը և դիտարկումների կազմը, բացի ընդհանուր պահանջներից (հսկողություն ստորերկրյա ջրերի մակարդակների, հանքայնացման, քիմիական կազմի և այլն), որոշվում են տեղամասի երկրաբանա-ջրաերկրաբանական պայմաններով և տեխնաժին ազդեցության բնույթով (մակերևութային և ստորերկրյա ջրերի փոխազդեցություն, յուրահատուկ աղտոտիչ, այդ թվում թունավոր (տոքսիկ) բաղադրիչների առկայություն և այլն):

Ընդհանուր պահանջներին համապատասխան՝ տեղական ցանցի մոնիտորինգի կազմակերպումը և դիտարկումների կատարումը (աշխատանքների ֆինանսավորումը) անմիջականորեն իրականացվում են ընդերքօգտագործողների կամ տնտեսվարող սուբյեկտների կողմից:

*Տարածքային* մակարդակի ջրաերկրաբանական մոնիտորինգը կատարվում է հանրապետության տարածքային բաժանումների (Հայաստանի դեպքում՝ մարզերի) սահմաններում: Տարածքային մոնիտորինգի հիմնական խնդիրները հանդիսանում են տեղական (օբյեկտային) մոնիտորինգային նյութերի ընդհանրացումը և պետական ցանցի վրա դիտարկումների կազմակերպումը (կատարումը), այդ թվում՝ ստորերկրյա ջրերի բնական ռեժիմով և հաշվեկշռով տեղամասերում: Տարածքային մոնիտորինգի նյութերի ընդհանրացումը կատարվում է ամենամյա տեղեկագրերը (բյուլետենները) կազմելու ժամանակ, որոնք ներկայացվում են հանրապետական մոնիտորինգի կենտրոն:

*Հանրապետական* ջրաերկրաբանական մոնիտորինգի խնդիրներում ներառվում են տարածքային (ռեգիոնալ) մակարդակի (երկրի մարզային սահմաններում) և ամբողջ հանրապետության մակարդակի մոնիտորինգային տեղեկատվության հավաքագրումը և կուտակումը, դրանց վերլուծությունը և ամփոփումը, ինչպես նաև հանրապետական նշանակության օբյեկտների (ատոմային էլեկտրակայաններ, խոշոր արդյունաբերաքաղաքային ագլոմերացիաներ, ռադիոակտիվ թափոնների վերամշակման և պահեստավորման ձեռնարկություններ և այլն) վրա մոնիտորինգի կազմակերպումը և վարումը:

Ջրաերկրաբանական մոնիտորինգի նյութերի հավաքումը, կուտակումը և համակարգումը (ինչպես նաև բնական վիճակի մոնիտորինգի մյուս ենթահամակարգերը) իրականացվում են *տվյալների ավտոմատիզացված բազայի* ստեղծման և համակարգված (սխտեմատիկ) համալրման հիմքի վրա:

Ջրաերկրաբանական մոնիտորինգի կարևորագույն խնդիրը հանդիսանում է ստորերկրյա ջրոլորտում տեղի ունեցող *գործընթացների*, դիտարկային տվյալների վերլուծությունն ու ընդհանրացումը և այդ հիմքի վրա տարաժամկետային կանխատեսումների և կառավարչական որոշումների մշակումը:

Ներկա ժամանակներում ջրաերկրաբանական տեղեկատվության գիտականորեն ընդհանրացման առավել արդյունավետ մեթոդիկան ստորերկրյա ջրոլորտում տեղի ունեցող գործընթացների կանխատեսման համար տարբեր տիպի և նշանակության հաշվարկային մոդելների հիմնավորումն ու օգտագործումն է:

Երկարաժամկետ համակարգված ռեժիմային դիտարկումների տվյալների (մոնիտորինգի) օգտագործումն ունի սկզբունքային նշանակություն ոչ միայն կարևոր խնդիրների, այլ նաև կիրառական հիմնահարցերն ամբողջությամբ լուծելու համար, որոնք կապված են ստորերկրյա ջրերի կանխատեսումների և կառավարման հետ: Այդ տվյալների (փաստական) գիտական ընդհանրացումներն ունեն նաև բացառապես կարևոր նշանակություն ջրաերկրաբանական գիտության տեսական և ռեգիոնալ ուղղությունների զարգացման համար: Ջրաերկրաբանական մոնիտորինգի տվյալների գիտական ընդհանրացման խնդիրների կատարումը պահանջում է տվյալների ավտոմատիզացված բազաների մուտքի բաց լինելը: Բացի այդ՝ բնական միջավայրի վիճակի պետական մոնիտորինգի շատ հարցերի լուծումը պահանջում է հարակից ենթահամակարգերի տվյալների միաժամանակյա օգտագործումը առաջին հերթին օդերևութաբանական բնութագրերի մոնիտորինգի, մակերևութային ջրային օբյեկտների մոնիտորինգի և այլն:

## **ԳԼՈՒԽ XVIII**

### **ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԺԱՍՆԱՆԱԿԱԿԻՑ ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ**

Միայն ջրաերկրաբանության բազմաթիվ բաժիններից մեկի՝ «Ընդհանուր ջրաերկրաբանություն» առարկայի տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ջրաերկրաբանությունը բարդ համալիր գիտություն է, ընդգրկում է հարցերի լայն շրջանակ և ապահովում է ժողովրդական տնտեսության բազմազան հիմնախնդիրների լուծումը՝ կապված ստորերկրյա ջրերի օգտագործման և դրանց դեմ պայքարի միջոցառումների հետ:

Ջրաերկրաբանությունը, հանդիսանալով երկրաբանական բնագավառի գիտությունների գիտական ուղղություններից մեկը, կոչված է լուծելու մարդկանց կյանքի, արդյունաբերության և գյուղատնտեսության զարգացման անհրաժեշտ պայմանների ապահովման հիմնախնդիրը, այսինքն՝ խնդիրներ, որոնք լուծվում են ջրաերկրաբանական մեթոդներով, ունեն անմիջական առնչություն երկրի (հանրապետության) նյութատեխնիկական բազայի զարգացման հետ:

Ջրաերկրաբանության վիճակը, գիտական հիմնահարցերը և զարգացման ուղղությունները հանգամանորեն լուսաբանվել են անվանի ջրաերկրաբանների (Գ. Ն. Կամենսկի, Վ. Ա. Պրիկլոնսկի, 1957 թ., Օ. Կ. Լանգե, 1962 թ., 1969 թ., Ա. Մ. Օվչիննիկով, 1967 թ. և ուրիշներ) հոդվածներում և ելույթներում: Այդ հարցերը շարունակվում են քննարկվել շատ հետազոտողների կողմից նաև ներկա ժամանակներում (Ի. Վ. Գարմանով, 1965 թ., Վ. Մ. Շեստակով, 1969 թ., Ն. Ի. Պլոտնիկով, 1973 թ., Պ. Ֆ. Շվեցով, Ա. Ա. Կոնոպլյոնցև, Վ. ՄՇվեց, 1973 թ. և ուրիշներ):

Եական է նշել, որ ջրաերկրաբանության զարգացման հիմնական հիմնախնդիրների տեսակետից հետազոտողներն արտահայտում են իրարամերժ կարծիքներ:

Հայտնի է, որ ցանկացած գիտության զարգացման շարժող ուժը և հետագա կատարելագործումը պրակտիկ պահանջներն են և տեսական ֆունդամենտալ հիմնախնդիրների մշակման աստիճանը: Սակայն, ջրաերկրաբանության որոշ բաժինների տեսական հիմքերը մինչև վերջին ժամանակներս էլ մշակված են թույլ, որն ընդունում են համարյա բոլոր հետազոտողները:

Ջրատերկրաբանության զարգացման անկողմնակալ նախադրյալների վերլուծությունը՝ որպես գիտության և այդ գիտության հետագա զարգացման ուղղությունների քննարկումների արդյունք, շատ հետազոտողների կողմից տալիս են հնարավորություն նշելու որոշ հիմնախնդիրներ, որոնցով սպասվում է, որ կզբաղվի ջրատերկրաբանների կոլեկտիվը մոտակա տարիներին:

Գիտության ժամանակակից զարգացման մակարդակով ստորև բերվում են ջրատերկրաբանական գլխավոր հիմնախնդիրները.

1. *Ջրի առաջացումը Երկրի վրա և ստորերկրյա ջրոլորտի ձևավորումը*: Սա կարևորագույն տեսական հիմնախնդիրներից մեկն է: Ջրի առաջացումը Երկրի վրա սերտորեն կապված է Երկրի առաջացման հետ՝ որպես մոլորակի: Տվյալ հիմնախնդրի լուծումը պահանջում է երկրաբանների, աստղագետների, ջրաբանների, օվկիանոսագետների, քիմիկոսների, ֆիզիկոսների և այլ մասնագետների համատեղ ջանքեր:

Հիմնական ուշադրությունը պետք է սևեռել Երկիր-ջրոլորտ-մթնոլորտ-կենսոլորտ համակարգի զարգացման պատմության ուսումնասիրության վրա՝ Երկրի, մթնոլորտի, ջրոլորտի առաջացումն ու էվոլյուցիան (բնաշրջության), օվկիանոսային ջրերի աղիության ծագման որոշման, Երկրի վրա կյանքի առաջացման, ժամանակակից մթնոլորտի ձևավորման, բնության մեջ ջրի շրջապտույտի առաջացման և ստորերկրյա ջրերի ձևավորման օրինաչափությունները: Հիմնախնդիրների լուծմանը անգնահատելի ծառայություն կարող են ցույց տալ տիեզերքի, Լուսնի և Արեգակնային համակարգի մոլորակների ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Աշխատանքները այս հիմնախնդրի վրա պահանջում է ուսումնասիրությունների տարբեր մեթոդներ (երկրաբանական, երկրաքիմիական, ջրաքիմիական, միջուկա-ֆիզիկական, իզոտոպային և այլն) և անհիմաստ է առանց փորձարարական հետազոտություններ կատարելու:

2. *Ջրաճնշումային համակարգի համալիր ուսումնասիրությունը, դրանց ջրատերկրաբանական զարգացման պատմության և քաղցրահամ, հսկքային, արդյունաբերական, թերմալ ջրերի ձևավորման պայմանները*: Սա շատ լուրջ տեսական և գործնական համալիր հիմնախնդիր է:

Ստորերկրյա ջրոլորտը կազմված է ջրաճնշումային համակարգերից, որոնք իրենցից ներկայացնում են ստորերկրյա ջրերի տարբեր կառուցվածքի ավազանների ամբողջություն: Այդ ավազանների ստոր-

երկրյա ջրերը այս կամ այն աստիճանի հիդրավլիկական կապի մեջ են իրար հետ: Յուրաքանչյուր ջրաճնշումային համակարգ բնութագրվում է իրեն հատուկ երկրաբանական և ջրաերկրաբանական զարգացման պատմությամբ, որը և վերջնական արդյունքում որոշում է ժամանակակից երկրաջերմային, հիդրոդինամիկական և ջրաերկրաքիմիական պայմանները:

Ջրաերկրաքիմիական գործընթացները ապար-ջուր-գազ-օրգանական նյութեր-միկրոօրգանիզմներ համակարգում նույնպես պետք է դիտարկել իրենց զարգացման պատմության մեջ:

Ջրաճնշումային համակարգում հիդրոդինամիկական խախտումները, պայմանավորված բնական (տեկտոնական շարժումներ, էրոզիայի բազիսի իջեցում և այլն) կամ արհեստական (ստորերկրյա ջրերի, նավթի, գազի արտահանում, ջրամբարների կառուցում, ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսների համալրում և այլն) պատճառներով, բերում են ստորերկրյա ջրերի վերաբաշխմանը, գոյություն ունեցող ջրաերկրաքիմիական ու այլ հավասարակշռությունների և ֆիզիկաքիմիական գործընթացների ուղղվածության փոփոխությանը:

Ստորերկրյա ջրերից ամենուր վերցվող քանակի անընդհատ աճը բերում է ջրաճնշումային համակարգում դրանց բնական ռեժիմի զգալի փոփոխության: Դրանց հետ կապված անհրաժեշտություն է առաջանում ջրաճնշումային համակարգերն ուսումնասիրելու համալիր և առավել խորացված:

Ջրաճնշումային համակարգերի սահմաններում ստորերկրյա ջրերի հեռանկարային հետազոտությունները պետք է կատարել համալիր ժողովրդական տնտեսության մեջ օգտագործվող բոլոր տիպի ստորերկրյա ջրերի համար: Դրանց ռեսուրսների գնահատումը (շահագործական պաշարների) և օգտագործումը նույնպես պետք է իրականացվեն՝ հաշվի առնելով հնարավոր ներհոսքերը և ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի փոփոխությունները:

Այս հիմնախնդրի լուծման ժամանակ՝ որպես գլխավոր խնդիր, հանդիսանում է ջրաճնշումային համակարգերի տիպավորումն ըստ դրանց ջրաերկրաբանական զարգացման, կառուցվածքի և ժամանակակից ջրադինամիկական ու ջրաերկրաքիմիական պայմանների առանձնահատկությունների:

Հեռու ապագայում անհրաժեշտ է ձգտել նախագծելու և ստեղծելու երկրակեղևի ջրաճնշումային համակարգերի գործող էլեկտրոնային մակետներ:

3. *Բնակչության, արդյունաբերության, գյուղատնտեսության ապահովումը ստորերկրյա քաղցրահամ ջրով:* Համարվում է գլխավոր հիմնախնդիրներից մեկը համաշխարհային մասշտաբով: ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ն այդ հիմնախնդրի կարևորությունը մոլորակի բնակչության կյանքի համար համարում է եթե ոչ առաջինը, ապա երկրորդը՝ սովի դեմ պայքարից հետո:

Բնակչությանը և ժողովրդական տնտեսությանը ջրով ապահովման հեռանկարները անխաբիաորեն կապված են մակերևութային և ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի օգտագործման, ինչպես նաև աղահամ և աղի ջրերի քաղցրացման արդյունավետ մեթոդների մշակման հետ:

Մոտ ժամանակներում այդ հիմնախնդրի հիմնական հարցերից են՝ ա) տարբեր բնական և արհեստական պայմաններում մակերևութային և ստորերկրյա ջրերի փոխազդեցության ուսումնասիրությունը, բ) քաղցրահամ ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսների գնահատման մեթոդների զարգացումը և կատարելագործումը, մոդելավորման և էլեկտրական հաշվողական մեքենաների (ԷՀՄ) կիրառման հիմքի վրա, գ) ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի ռեսուրսների համալրման մեթոդների և տեսական հիմունքների մշակումը, դ) ստորերկրյա աղահամ և աղի ջրերի ռեսուրսների ուսումնասիրումը և գնահատումը, որպես դրանց արհեստական քաղցրացման և համալրման պահուստային պաշարների, ե) ջրատար հորիզոնների և համալիրների շահագործման ընթացքում ստորերկրյա ջրերի ռեժիմի ուսումնասիրումը:

4. *Խոշոր հողատարածքներում շինարարական և մելիորատիվ իրացման ինժեներական ապահովման հիմնախնդիրը:* Ունի գործնական մեծ նշանակություն և համալիր հիմնախնդիր է: Տվյալ հիմնախնդիրը իր բովանդակությամբ ընդգրկում է ժամանակակից շատ խնդիրներ ջրաերկրաբանության բնագավառի կիրառական բաժիններում՝ ջրաերկրաբանական պայմանների կանխատեսումը ջրատեխնիկական շինարարության, հողատարածքների ոռոգման և չորացման ժամանակ, օգտակար հանածոների հանքավայրերի յուրացման ժամանակ, քաղաքացիական և արդյունաբերական շինարարության տարածքների մակերեսների վրա և այլ օբյեկտներում:

5. *Ստորերկրյա ջրերի դերի ուսումնասիրումը երկրաբանական և հանքային, նավթային ու գազային հանքավայրերի շնավորման գործընթացներում:* Հայտնի է, որ նշված հիմնախնդիրն ունի տեսական և գործնական վիթխարի նշանակություն, սերտորեն կապված է ջրաճնշումային համակարգերի և երկրաբանական զարգացման պատմության հիմնահարցերի համալիր ուսումնասիրման հետ, ինչպես նաև երկրաբանական գիտության այն բաժինների հետ, որոնք ուսումնասիրում են օգտակար հանածոների, նավթի և գազի հանքավայրերը: Դրա մշակման համար պահանջվում են ջրաերկրաբանների, երկրաբանների, երկրաքիմիկների, միներալոգների, քիմիկոսների, ֆիզիկոսների և ուրիշ մասնագետների համատեղ ջանքեր:

Այս հիմնախնդրի աշխատանքներում առաջնային են երկրաբանական կառուցվածքի համապատասխան երկրաբանական զարգացման պատմության և նստվածքների ապարագոյացման (դիագենեզի) վերականգնումը, ինչպես նաև հնաջրաերկրաբանական վերլուծությունը: Խնդիրների ուսումնասիրությունների ժամանակ կարևոր է որոշել ստորերկրյա ջրերի ծագումը, սնման և բեռնաթափման մարզերի դիրքերի հնարավոր փոփոխությունները, ստորերկրյա ջրերի հասակը, ջրատար հորիզոններում և համալիրներում գոյություն ունեցող ջրադինամիկական և ջրաերկրաքիմիական պայմանները, ստորերկրյա ջրերում տարբեր բաղադրիչների (կոմպոնենտների) պարունակությունը: Այլ խոսքով ասած՝ հարկավոր է ըստ ժամանակի որոշել այն փոփոխությունները, որոնք տեղի են ունեցել ապար-ջուր-գազ-օրգանական նյութեր և միկրոօրգանիզմներ համակարգում:

Այս հիմնախնդրի շուրջ տարվող աշխատանքների հաջողությունը պահանջում է երկրաբանական, երկրաքիմիական և ջրաերկրաբանական հետազոտությունների մեթոդների ողջ զինանոցի կիրառումը և փորձարարական աշխատանքների պարտադիր կատարումը:

6. *Ստորերկրյա ջրերի բուժիչ նպատակների, միկրոբադադրիչների կորզման և ջերմացման համար համալիր օգտագործման հիմնախնդիրները:* Նշված ստորերկրյա ջրերի տեղադրման, տարածման և ձևավորման պայմանները, հետազոտման մեթոդները, երկրաբանաարդյունաբերական գնահատումը և հանքային, արդյունաբերական և թերմալ ջրերի շահագործումն ունեն շատ ընդհանրություններ, դրա համար էլ նպատակահարմար է դրանց դիտարկել որպես մեկ հիմնախնդիր:



Հեռանկարում տվյալ հիմնախնդրի ուսումնասիրման կարևոր խնդիր է հանդիսանում մեծ խորություններում ստորերկրյա ջրերի հետախուզման, դրանց ռեսուրսների գնահատման և շահագործման հնարավորությունների հետազոտարդյունավետ մեթոդների մշակումը:

Հանքաջրաբուժական նպատակներով հանքային ջրերի օգտագործումը ապագայում կսկսի անընդհատ ընդլայնվել և բարձրանալ, ինչպես ավանդական (տրադիցիոն) առողջարանային շրջաններում (Կովկասյան Հանքային Ջրեր, Վրաստանի, Հայաստանի, Ադրբեջանի, Սիջին Ասիայի և այլն), այնպես էլ նոր շրջաններում:

Ստորերկրյա ջրերից և աղաջրերից հազվագյուտ և ցրված կոմպոնենտների հնարավոր կորզումը ներգրավում է շատ ու շատ հետազոտողներին: Որպես հեղուկ քիմիական հումք օգտակար կոմպոնենտներ կորզելու համար ստորերկրյա ջրերի նկատմամբ հետաքրքրությունը կսկսի բարձրանալ հանքաքարային օգտակար հանձոների մշակմանն ու օգտագործմանը զուգընթաց: Բացի յոդից և բրոմից, որոնք արդեն կորզվում են ստորերկրյա ջրերից, ներկայումս մշակվում են տեխնոլոգիական սխեմաներ՝ այլ հազվագյուտ տարրերի (բոր, լիթիում, ռուբիդիում և այլն) ստացման համար:

Ջրատերկրաբանական մեթոդների օգնությամբ լուծվում է Երկրի խորը ջերմության օգտագործման խնդիրը՝ էլեկտրաէներգիայի արտադրման, քաղաքների և բնակավայրերի ջերմաֆիկացման, ջերմոցային տնտեսությունների զարգացման համար:

Անհրաժեշտ է նշել, որ երկրաջերմային օրենքների իմացությունը, բացի գործնական հետաքրքրությունից, ունի նաև գիտական նշանակություն: Այն կարող է Երկրի ընդերքում ընթացող երկրաքիմիական գործընթացները լուսաբանել այլ կերպ և ճշտել գոյություն ունեցող պատկերացումները ջրաջերմային (հիդրոթերմալ) և մետամորֆային (փոխակերպային) երևույթների վերաբերյալ:

*7. Երկրակեղևի խորը ջրափար հորիզոններում արդյունաբերական հոսքաջրերի թաղման և նավթամթերքների ու հեղուկ գազերի ստորերկրյա պահեստարանների սրեղծման ջրատերկրաբանական հիմքերի մշակումը:* Բնակչության աճի և արդյունաբերական արտադրության մեծացման, ճյուղերի առաջացման, ատոմային էներգետիկայի զարգացման և այլնի հետ մեկտեղ կմեծանա արդյունաբերական հոսքաջրերի ծավալը, որոնց վերացման (լիկվիդացման) ուղիներից մեկը

հանդիսանում է դրանց թաղումը խորը ջրատար հորիզոններում, որոնց ջրերը դեռևս չեն օգտագործվում ժողովրդական տնտեսության մեջ, կամ էլ դրանց թաղումը ապարների մեկուսացված շերտերում և խոռոչներում:

Արդյունաբերական թունավոր հոսքաջրերի թաղումը սկզբունքորեն արգելվում է նույնիսկ շատ մեծ խորություններում տեղադրված ջրատար հորիզոններում: Բացառիկ դեպքում թունավոր հոսքաջրերի թաղումը կարելի է կատարել ջրամերժ ապարներում կառուցված արհեստական խոռոչներում և միայն այն պայմանով, որ դրանք տևական ժամանակ կլիմեն լրիվ մեկուսացված:

Հոսքաջրերի թաղման խնդիրների լուծումը պահանջում է ջրաճրնշումային համակարգերի ջրադինամիկական և ջրաերկրաքիմիական պայմանների, ջրատար հորիզոնների և համալիրների ապարների կուտակիչային (կոլեկտորային) հատկությունների, սնման և բեռնաթափման մարզերի տեղադիրքերի, ջրատար հորիզոնների և համալիրների իրար հետ փոխկապակցվածության և այլ հարցերի խիստ մանրակրկիտ ուսումնասիրություններ:

Այս հիմնախնդրի բովանդակության մեջ մտնում են նաև խնդիրներ, որոնք կապված են նավթամթերքների և հեղուկ գազերի ստորերկրյա պահեստարանների ստեղծման հետ: Ստորերկրյա պահեստարանների ստեղծումը պահանջում է մի շարք գիտական և գործնական խնդիրների լուծում՝ ջրամերժ ապարների հաստվածքի տեղադրման պայմանների որոշումը, որոնք ապահովելու են ածխաջրածնային վառելանյութի անվտանգ պահպանումն առանց կորստի, դրանց ֆիզիկական, քիմիական և մեխանիկական հատկությունների ուսումնասիրությունը,

8. *Ստորերկրյա փարթալուծման մեթոդով օգտակար հանածոների արդյունահանման տեխնոլոգիան հիմքի մշակումը:* Այս խնդիրը հանդիսանում է օգտակար հանածոների արդյունահանման նոր, ոչ հանքահորային (շախտային) մեթոդների մշակման առավել ընդհանուր հիմնախնդրի մի մասը: Ունի կարևոր գիտական և գործնական նշանակություն:

Այս հիմնախնդրում, ջրաերկրաբանական կարևոր խնդիրներից են օգտակար հանածոների հանքավայրի երկրաբանական և ջրաերկրաբանական մանրագնի ուսումնասիրությունները՝ նպատակ ունենալով որոշելու օգտակար բաղադրիչների ստորերկրյա տարալուծման մեթոդով ստացման հնարավորությունը և հանքավայրի մշակման ջրաերկ-

րաքիմիական և ջրադիմնամիական օպտիմալ պայմանների հիմնավորումը:

9. *Մետաղական հանքավայրերի որոնման ջրաերկրաքիմիական մեթոդների հետազոտության զարգացումը:* Մետաղական հանքավայրերի որոնման ջրաերկրաքիմիական մեթոդները հաջողությամբ մշակվում և ներդրվում են ջրաերկրաբանական և երկրաբանական հետազոտությունների պրակտիկայում: Հեռանկարային ուղղություններ են հանդիսանում թաքնված հանքայնացումների որոնումն ըստ ջրաերկրաբանական չափանիշների: Թաքնված հանքայնացման որոնումների խնդրի լուծումը պետք է հիմնավորված լինի ստորերկրյա ջրերի կազմի հետազոտությունների, մետաղական հանքավայրերում ջրերի ցրման պսակների ձևավորման բնական գործընթացների մոդելավորման, հիմնական ինդիկատոր-տարրերի միգրացիայի ձևերի ուսումնասիրման, ապարներից մետաղական բաղադրիչների տարրալուծման գործընթացների մոդելավորման, ինչպես նաև բնական ջրերում մետաղական տարրերի իզոտոպային կազմի ուսումնասիրությունների վրա:

10. *Ստորերկրյա ջրերի պահպանումը սպառումից և աղտոտումից:* Հիմնախնդրի արդիականությունը բացառապես մեծ է, քանի որ այն սերտորեն կապված է բնության կամ շրջակա միջավայրի պահպանման միջազգային գլոբալ հիմնախնդիրների հետ:

Քանի որ ստորերկրյա ջրերը սերտորեն շաղկապված են շրջապատող միջավայրի հիմնախնդիրների հետ, դրա պահպանության լուծումը հնարավոր կլինի միայն համալիր մոտեցման դեպքում: Երկիր մոլորակի ջրային պատյանը համարվում է շրջապատող միջավայրի ամենազգայուն տարրը, այդ պատճառով դրա պահպանության և արդյունավետ օգտագործման խնդիրներին հսկայական ուշադրություն է դարձվում համաշխարհային մասշտաբով:

Հարկ է մեկ անգամ ևս ընդգծել, որ բնության պահպանման հոգսը՝ մասնավորապես ստորերկրյա ջրերի մասով, միայն պետական մարմինների գործ չէ, քանի որ այն մեծ համաժողովրդական խնդիր է, որն անմիջականորեն վերաբերում է նաև մեզանից յուրաքանչյուրին:

## ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. **Алекин О. А.**, Основы гидрохимии, М., Гидрометиздат, 1970, 444 с.
2. **Белоусова А. П., Гавич И. К., Лисенков А. Б., Попов Е. В.**, Экологическая гидрогеология, М., ИКЦ "Академкнига", 2007, 397 с.
3. **Богомолов Г. В.**, Гидрогеология с основами инженерной геологии, М., "Высшая школа", 1975, 319 с.
4. **Всеволожский В. А.**, Основы гидрогеологии, М., МГУ, 2007, 448 с.
5. **Гавич И. К., Лучева А. А., Семенова-Ерафеева С.М.**, Сборник задач по общей гидрогеологии. М., Недра, 1985, 412 с.
6. Геология Армянской ССР, Гидрогеология, т.VIII, Ер., 1974, 392 с.
7. Геология Армянской ССР, Минеральные воды т.IX, Ер., 1969, 523 с.
8. Гидрогеология, Под ред. В. М. Шестакова и М. С. Орлова. М., МГУ, 1984, 317 с.
9. Гидрогеология СССР, т. 1, М., Недра, 1966, 424 с.
10. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды, под ред. Т. В. Гусевой. М., Изд. "ФОРУМ", 2007, 192 с.
11. **Гордеев П. В., Шемелина В. А., Шулякова О. К.**, Гидрогеология, М., Высшая школа, 1990, 448 с.
12. **Дерпгольц В. Ф.**, Воды вселенной, Л., Недра, 1971, 224 с.
13. **Зверев В. П.**, Вода в земле, Введение и учение о подземных водах, М., Научный мир, 2009, 252 с.
14. **Зекцер И.С.**, Подземные воды как компонент окружающей среды, М., Научный мир, 2001, 328 с.
15. **Карцев А. А.**, Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений, М., Недра, 1972, 280 с.
16. **Кац Д. М.**, Основы геологии и гидрогеологии, М., Колос, 1981, 360 с.
17. **Кац Д. М., Пашковский И. С.**, Мелиоративная гидрогеология, М., "Агропромиздат", 1988, 256 с.
18. **Климентов П. П., Кононов В. М.**, Методика гидрогеологических исследований. М., Высшая школа, 1978, 440 с.
19. **Климентов П. П., Богданов Г. В.**, Общая гидрогеология, М., Недра, 1977, 357 с.
20. **Лебедев А. В.**, Методы изучения баланса грунтовых вод, М., Недра, 1976, 223 с.
21. **Ломтадзе В. Д.**, Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород, Л., Недра, 1972, 312 с.
22. **Лучшева А. А.**, Практическая гидрология, Л., Гидрометиздат, 1976, 440 с.
23. **Львович М. И.**, Мировые водные ресурсы и их будущее. М., "Мысль", 1974, 448 с.
24. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли, Л., 1974, 638с.
25. **Михайлов Л. Е.**, **Гидрогеология. Л.**, Гидрометиздат, 1985, 263с.
26. Основы гидрогеологии, Общая гидрогеология, Новосибирск, 1983, 231с.

27. Подземный сток на территории СССР, Под ред. Б. И. Куделина М., МГУ, 1966, 301с.
28. **Резников А. А., Мулиновская Е. Н., Соколов И. Ю.**, Методы анализа природных вод, М., Недра, 1970, 488 с.
29. Рекомендации по определению гидрогеологических параметров грунтов методом откачки воды из скважин, М., “Стройиздат”, 1986, 143 с.
30. **Самарина В. С.**, Гидрогеохимия, Л., Изд. ЛГУ, 1977, 359 с.
31. **Силин-Бекчурин А. И.**, Динамика подземных вод, М., МГУ, 1965, 380 с.
32. Справочник по гидрометеорологическим приборам и установкам (А. Б. Рейфер, М. И. Алексенко, П. Н. Бурцев и др.), Л. Ленинградиздат, 1976, 431с.
33. Справочное руководство гидрогеолога (под ред. В. М. Максимова), т. 1, 2, Л., Недра, 1979, 809 с.
34. Справочник по охране геологической среды (под ред. Г. В. Войткевича), т. 2, г. Ростов на Дону, “Феникс”, 1996, 512 с.
35. Цист де. Р. Гидрогеология с основами гидрологии суши, т. 1, М., “Мир”, 1969, 311с.
36. **Шестаков В. М.**, Прикладная гидрогеология, М., МГУ, 2001, 143 с.
37. **Шестаков В. М., Боздников С. П.**, Гидрогеология. М., ”Академкнига”, 2003, 176 с.
38. **Վ. Ա. Ավետիսյան, Վ. Ե. Ղափթյան**, Ստորերկրյա կենսաբեր ջրեր:

## **ՔՈՎԱՆԳԱԿՈՒԹՅՈՒՆ**

<b>ՆԱԽԱՔԱՆ</b> .....	3
<b>ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ</b> .....	5
<b>ԳԼՈՒԽ I</b>	
<b>ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԱՆՈՒԹՅՈՒՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՋՐԳԱՅՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՓՈՒԼԵՐԸ</b> .....	9
<b>ԳԼՈՒԽ II</b>	
<b>ՋՐԻ ԾԱԳՈՒՄԸ ԵՐԿՐԻ ՎՐԱ, ԳՐԱ ԲԱՇԽՈՒՄԸ ԵՎ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՇՐՋԱՊՏՈՒՅՏԸ ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ</b> .....	21
2.1. ՋՐԻ ԾԱԳՈՒՄԸ ԵՐԿՐԻ ՎՐԱ ԵՎ ՋՐՈՒՈՐՏԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ.....	21
2.2. ՋՈՒՐԸ ՄԹՆՈՒՈՐՏՈՒՄ: ՄԹՆՈՒՈՐՏԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԸ.....	26
2.3. ՋՈՒՐԸ ԵՐԿՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻՆ ԵՎ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎՈՒՄ.....	34
2.4. ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՀՈՍՔԵՐ.....	37
2.5. ՄՈՒՈՐԱԿԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՋՐԱՔԱՆԱԿԸ ԵՎ ՋՐԻ ՇՐՋԱՆԱՌՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ.....	45
2.6. ՀԱՄԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԱՅԻՆ ՀԱՇՎԵԿՇՈՒ ՄԱՍԻՆ.....	49
<b>ԳԼՈՒԽ III</b>	
<b>ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՍԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՌԵԺԻՄԻ ՄԱՍԻՆ: ԵՐԿՐԱՋԵՐՄԱՅԻՆ ՋՈՆԱՆԵՐ ԵՎ ԳՐԱՆՑ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ</b> .....	53
3.1. ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՌԵԺԻՄԻ ՄԱՍԻՆ.....	53
3.2. ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ.....	56
3.3. ԵՐԿՐԱՋԵՐՄԱՅԻՆ ՋՈՆԱՆԵՐԸ ԵՎ ԳՐԱՆՑ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ.....	60
3.4. ԵՐԿՐԱՋԵՐՄԱՅԻՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՊՐԱԿՏԻԿ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՀԱՄԱՐ.....	63
<b>ԳԼՈՒԽ IV</b>	
<b>ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԱՊԱՏՅԱՆԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԸ: ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ԾԱԳՄԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ</b> .....	65
4.1. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԱՊԱՏՅԱՆԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԸ.....	65
4.1.1. ՀԱՄԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԱՄԱՐ ԵՎ ՋՐԱՄԵՐԺ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ...	69
4.2. ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՇԵՐՏԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԱՐՐԵՐԸ.....	70
4.3. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ԾԱԳՄԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ.....	74
<b>ԳԼՈՒԽ V</b>	
<b>ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՎ ՋՐԱՅԻՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ</b> .....	81
5.1. ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ.....	81
5.1.1. ՀԱՏԻԿԱՉԱՓԱԿԱՆ ԿԱԶՄԸ.....	81
5.1.2. ԽՏՈՒԹՅՈՒՆ.....	83
5.1.3. ԾԱԿՈՏԿԵՆՈՒԹՅՈՒՆ.....	85
5.2. ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԽՈՆԱՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՋՐԱՅԻՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ.....	92

5.2.1. Խոնավոթթձձձձ	92
5.2.2. ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՁՐԱՅԻՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ	93
5.3. ՁՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԱՊԱՐՆԵՐՈՒՄ	103

**ԳԼՈՒԽ VI**

**ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԸ: ԼՈՒԾՎԱԾ ԳԱԶԵՐ ԵՎ ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐ** ..... 111

6.1. ՀԵՂՈՒԿ ՁՐԻ ՍՈԼԵԿՈՒԼԻ ԿԱՌՈՒՅՎԱԾՔԸ ԵՎ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ	111
6.2. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ	115
6.3. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԸ ԵՎ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԸ	123
6.3.1. ԻՈՆԱ-ԱՂԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ	124
6.3.2. ՁՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԸ	133
6.4. ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐԸ ԵՎ ՄԻԿՐՈՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐԸ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐՈՒՄ	141
6.5. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ԳԱԶԱՅԻՆ ԿԱԶՄԸ	145

**ԳԼՈՒԽ VII**

**ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶՆԵՐԻ ՍՇԱԿՈՒՄ, ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ ԵՎ ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄ** ..... 150

7.1. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ՏԻՊԵՐԸ	150
7.2. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ԱՐԳՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԱՐՏԱՀԱՅՏՄԱՆ ՁԵՎԵՐԸ	152
7.3. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶԻ ԱՐԳՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՍՏՈՒԳՈՒՄ	155
7.4. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՆԱԼԻԶՆԵՐԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ և ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄ	157

**ԳԼՈՒԽ VIII**

**ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՁԵՎԱՎՈՐՈՒՄԸ** ..... 165

8.1. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ԾԱԳՈՒՄՆԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԻՊԵՐԸ	165
8.2. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԸ ԵՎ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԻՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ	172
8.3. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԻ ՁԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՆԵՐԸ	175
8.3.1. ՁՐԱԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՆԵՐ	175
8.3.2. ՁՐԱԿԵՆՍԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՆԵՐ	184

**ԳԼՈՒԽ IX**

**ՁՐԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ՁԵՎԵՐԸ ԱՊԱՐՆԵՐՈՒՄ ԵՎ ՖԻԼՏՐԱՅԻԱՅԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՕՐԵՆՔՆԵՐԸ** ..... 188

9.1 ԱԵՐԱՅԻԱՅԻ ՁՈՆԱՅՈՒՄ ՁՐԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՁԵՎԵՐԸ ԵՎ ՕՐԻՆԱԶՍՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ	188
9.2. ՁՐԱՀԱԳԵՑՎԱԾ ՁՈՆԱՅՈՒՄ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ՇԱՐԺՈՒՄԸ: ՖԻԼՏՐԱՅԻԱՅԻ ՕՐԵՆՔՆԵՐԸ	191
9.2.1. ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՖԻԼՏՐԱՅԻԱՅԻ ՄԱՍԻՆ	191
9.2.2. ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՁՐԵՐԻ ՖԻԼՏՐԱՅԻԱՅԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՕՐԵՆՔԸ	194

9.2.3. ՖԻԼՏՐԱՑԻԱՅԻ ԳԾԱՅԻՆ ՕՐԵՆՔԻ ԿԻՐԱՌԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ՍԱՀՄԱՆՆԵՐԸ.....	196
9.3. ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՍԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ.....	200
9.4. ՖԻԼՏՐԱՑԻՈՆ ՀՈՍՔԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՋՐԱԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ՏԱՐԲԵՐԸ.....	206
<b>ԳԼՈՒԽ X</b>	
<b>ՍՏՈՐԵԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ԳՆԱԿԱՐԳՈՒՄԸ .....</b>	<b>212</b>
<b>ԳԼՈՒԽ XI</b>	
<b>ՀՈՂԱՅԻՆ ՋՐԵՐ, ՎԵՐՆԱՋՐԵՐ, ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐ.....</b>	<b>222</b>
11.1. ՀՈՂԱՅԻՆ ՋՐԵՐ.....	222
11.2. ՎԵՐՆԱՋՐԵՐ.....	224
11.3. ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐ .....	227
11.3.1. ՏԵՂԱԳՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ ԵՎ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ .....	227
11.3.2. ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՅԹԸ ԵՎ ՏԵՂԱԳՐՄԱՆ ԽՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	231
11.3.3 ՄՆՄԱՆ ԵՎ ԲԵՈՆԱԹՓՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ .....	236
11.3.4. ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ԿԱՊԸ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԵՐԻ ՀԵՏ..	244
11.3.5. ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՋՈՆԱԼԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ .....	247
11.3.6. ԳՐՈՒՆՏԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԻՊԵՐՆ ԸՍՏ ՏԵՂԱԳՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԵՎ ԴՐԱՆՅ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ.....	252
<b>ԳԼՈՒԽ XII</b>	
<b>ԱՐՏԵՁՅԱՆ ՋՐԵՐ .....</b>	<b>266</b>
12.1. ԱՐՏԵՁՅԱՆ ՋՐԵՐԻ ՏԵՂԱԳՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ ԵՎ ԱՎԱՋԱՆՆԵՐԻ ՏԻՊԵՐԸ.....	266
12.1.1. ԱՐՏԵՁՅԱՆ ԱՎԱՋԱՆՆԵՐ.....	268
12.1.2. ԱՐՏԵՁՅԱՆ ԼԱՆՁԵՐ .....	275
12.1.3. ՄԵՐՁԱՐՏԵՁՅԱՆ ԱՎԱՋԱՆՆԵՐ.....	277
12.2. ԱՐՏԵՁՅԱՆ ՋՐԵՐԻ ՋՈՆԱԼԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	278
12.2.1. ՋՐԱԵՐԿՐԱԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ՋՈՆԱԼԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ .....	279
12.2.2. ՋՐԱԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՋՈՆԱԼԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ .....	282
12.2.3. ՋՐԱԵՐԿՐԱՋԵՐՄԱՅԻՆ ՋՈՆԱԼԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ .....	286
12.3. ԱՐՏԵՁՅԱՆ ՋՐԵՐԻ ՌԵԺԻՄԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ.....	288
12.4. ՊԻԵՋՈՒՋՈՒԿՈՒՄՆԵՐԻ ՔԱՐՏԵՁՆԵՐԻ ԿԱԶՄՈՒՄԸ ԵՎ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒՄԸ .....	290
<b>ԳԼՈՒԽ XIII</b>	
<b>ՃԵՂՔԱՎՈՐՎԱԾ ԵՎ ԿԱՐՍՏԱՎՈՐՎԱԾ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՍՏՈՐԵԿՐՅԱ ՋՐԵՐ: ԽՈՐՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԵՐ .....</b>	<b>294</b>
13.1 ՈՐՈՇ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՃԵՂՔԱՎՈՐՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ .....	294
13.2. ՃԵՂՔԱՎՈՐՎԱԾ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՋՐԱՏԱՐՈՒԹՅՈՒՆԸ .....	296



13.2.1. ԱՐՏԱԾԻՆ ԴԵՂՔԱՎՈՐՎԱԾՈՒՅԱՆ ԶՈՆԱՅԻ ՍՏՈՐԵԿՐՅՈՒՄ ԴԵՂՔԱՅԻՆ ԶՐԵՐ.....	298
13.2.2. ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԽԱԽՏՈՒՄՆԵՐԻ ԶՈՆԱՅԻ ԴԵՂՔԱԵՐԱԿԱՅԻՆ ԶՐԵՐ.....	302
13.3. ԿԱՐՍՏԵՐԻ ԱՌԱՋԱՑՈՒՄԸ ԵՎ ԿԱՐՍՏԱՎՈՐՎԱԾ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՋՐԱՏԱՐՈՒՅՈՒՆԸ.....	305
13.4. ԽՈՐՔԱՅԻՆ ԶՐԵՐ.....	312
<b>ԳԼՈՒԽ XIV</b>	
<b>ՀԱՎԵՐԺԱԿԱՆ ՍԱՌԱԾՈՒԹՅԱՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՍՏՈՐԵԿՐՅՈՒՄ ԶՐԵՐ.....</b>	<b>314</b>
14.1. ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՀԱՎԵՐԺԱԿԱՆ ՍԱՌԱԾՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ.....	314
14.2. ՍՏՈՐԵԿՐՅՈՒՄ ԶՐԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԻՊԵՐԸ.....	317
14.2.1. ՎԵՐՍԱՌ-ՑՈՒԹԱՅԻՆ ԶՐԵՐ.....	319
14.2.2. ՄԻՋՄԱՌ-ՑՈՒԹԱՅԻՆ ԵՎ ՆԵՐՍԱՌ-ՑՈՒԹԱՅԻՆ ԶՐԵՐ.....	323
14.2.3. ԵՆԹԱՍԱՌ-ՑՈՒԹԱՅԻՆ ԶՐԵՐ.....	324
14.2.4. ՄԻՋԱՆՑԱԿԱՆ ՀՍՈՒՅԹՆԵՐԻ ԶՐԵՐ.....	325
14.3. ՍԱՌ-ՑԱԾԻՆ ԵՐԵՎՈՅԹՆԵՐ.....	327
<b>ԳԼՈՒԽ XV</b>	
<b>ՍՏՈՐԵԿՐՅՈՒՄ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԶՐԵՐ: ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐ.....</b>	<b>331</b>
15.1. ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԶՐԵՐ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ՏԱՐԱԾՈՒՄԸ.....	331
15.2. ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԲՈՒԺԻՉ ԶՐԵՐ.....	333
15.3. ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐԱԿԱՆ ԶՐԵՐ.....	340
15.4. ՋԵՐՄԱՋՐԵՐ.....	345
15.5. ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐ.....	353
15.5.1. ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄԸ.....	353
15.5.2. ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ՈՒԺԻՄԸ.....	359
<b>ԳԼՈՒԽ XVI</b>	
<b>ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԲՆԱԿԱՆ ՋՐԱԴՆՇՈՒՄԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՄԱՍԻՆ: ՍՏՈՐԵԿՐՅՈՒՄ ԶՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ ԵՎ ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՇՐՋԱՆԱՑՈՒՄ ՀԱՍԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ.....</b>	<b>362</b>
16.1. ԵՐԿՐԱԿԵՂԵՎԻ ԲՆԱԿԱՆ ՋՐԱԴՆՇՈՒՄԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐ.....	362
16.2. ՍՏՈՐԵԿՐՅՈՒՄ ԶՐԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐ ԵՎ ԴՐԱՆՑ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՍԿԶԲՈՒՆՔՆԵՐԸ.....	366
16.3. ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՇՐՋԱՆԱՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ.....	369
<b>ԳԼՈՒԽ XVII</b>	
<b>ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ԵՎ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԱՍԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ.....</b>	<b>372</b>
17.1. ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ.....	372
17.2. ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԿԱՏԱՐՄԱՆ ՀԱՋՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ.....	375

17.3. ՏԵՂԵԿԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆՈՒՅԹԻ ՍԱՍԻՆ .....	378
17.4. ՏԵՂԵԿԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆ ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՔԱՐՏԵՉՆԵՐԻ ՍԱՍԻՆ .....	383
17.5. ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՀՈՐԱՏՍԱՆԸ ԵՎ ԿՈՆՍՏՐՈՒԿՑԻԱՆԵՐԻՆ ՆԵՐԿԱՅԱՑՎՈՂ ՈՐՈՇ ՊԱՀԱՆՋՆԵՐ .....	385
17.6. ՏԵՂԵԿԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆ ԳԱՇՏԱՅԻՆ ՓՈՐՁԱՖԻԼՏՐԱՑԻՈՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՍԱՍԻՆ .....	388
17.7. ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ՍՈՆԻՏՈՐԻՆԳ .....	390
<b>ԳԼՈՒԽ XVIII</b>	
<b>ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԵՑ</b>	
<b>ՀԻՄՆԱՆԳԻՐՆԵՐԸ .....</b>	<b>395</b>
<b>ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ .....</b>	<b>403</b>

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԺՈՐԱ ԱԶՈՅԱՆ  
ՏԵՐՈՒՀԻ ՄԿՐՏՉՅԱՆ

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ  
ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

*Ուսումնական ձեռնարկ*

Համակարգչային ձևավորումը՝ Կ. Չալաբյանի  
Կազմի ձևավորումը՝ Ա. Պատվականյանի  
Հրատ. խմբագրումը՝ Վ. Դերձյանի

Չափսը՝ 60x84 1/16: Տպ. մամուլ 25.625:  
Տպաքանակը՝ 150 օրինակ:

ԵՊՀ հրատարակչություն

ք. Երևան, 0025, Ալեք Մանուկյան 1



ՎՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ  
ՆՐԵՎԱՆ 2014