

Վ. Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ
Գ. Ե. ՊԱՎՈՅԱՆ

ԿԵԼՈՎԱՔԵՐ
ԱՏՈՐԵՐԿՐՅԱ
ԶՐԵՐԸ



Գ. Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Դ. Ե. ԴԱՎԹՅԱՆ

ԿԵՆՍՈՂԵՐ
ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ
ԶՐԵԲԸ

Գրախոս՝ Կրկրաբանական-հանքաբանական գիտությունների լեկնածու դոցենտ
Ա. Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ

ԴՐԱՄԱԿԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ

156668

Ավետիսյան Վ. Ա., Դավթյան Դ. Ե.

Ա 791 Կենսաբեր ստորերկրյա ջրերը.— Եր.: Հայաստան,
1987.— 141 էջ, նկ.:

Գիրքը նվիրված է օգտակար հանածոներից առավել լայն տարածում ունեցող բնության անփոխարինելի հարաստթյուններից մեկին՝ ստորերկրյա ջրերին: Ծարադրվում էն ստորերկրյա ջրերի ձագման, տարածման ու շարժման օրինաչափությունները, ինչպես նաև բնության մեջ ջրի շրջանառության արցերը, պրանց պաշարների սաղինայի օգտագործման ու պահպանության միջոցները:

Հաստոկ ուշազրություն է դարձված մարդու ջրատնտեսական գործունեությանը և բաղցրահամ ջրերի ազատաման ու սպառման, ինչպես նաև ստորերկրյա ջրերի արհեստական պաշտրների սաեղծման խնդիրներին, որոնց անտեսումը հանդեսնում է բնության զինամիկ հագուստակշռության խափանմանը, անդարձելի զնասակար պրոցեսների և մարդկությանը կանգնեցնում է ջրի զգվարին պրոբեմի առաջ:

Գիրքը նախատեսված է բնության պահպանության բնագավառի աշխատազների, ջրաերկրաբանների, ինժեներ-երկրաբանների և ջրաշինարարների ամառ:

1904060000

Ա —————— 129-87

701 (01) 87

ԳՄԴ 26.22

2502617 934

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Երջապատող միջավայրի պահպանությունը դարձել է ներկա ժամանակի կարևոր պրոբլեմներից մեկը։ Վերջին 15—20 տարում Սովետական Միության կոմունիստական կուսակցությունն ու կառավարությունը բաղմիցս անդրադարձել են բնության պահպանության խնդիրներին, իսկ նոր Սահմանադրությունը դրանց օրենքի ուժ տվեց։ «Սոցիալիզմը իր արտադրության պլանային կազմակերպությամբ և մարդասիրական աշխարհայացքով,— ասված է ՍՄԿԿ ՀԽՎՀ Համագումարի քաղաքական գեկուցման մեջ,— ընդունակ է ներդաշնակություն մտցնել հասարակության ու բնության փոխհարաբերություններում»¹։

Ստորերկրյա ջրերի պահպանությունը սերտորեն շաղկապված է շրջապատող միջավայրի ընդհանուր պրոբլեմի հետ և նրա լուծումը հնարավոր է միայն կոմպլեքս մոտեցման դեպքում։ Երկիր մոլորակի ջրային պատյանը (Հիդրոսֆերան)՝ համարվում է շրջապատող միջավայրի ամենազգայուն տարրը, այդ պատճառով նրա պահպանության ու ռացիոնալ օգտագործման խնդիրներին հսկայական ուշադրություն է դարձվում։ Մեր երկրում 1972 թվականից գործողության մեջ է դրվել Զրային օրենսդրությունը, որը սահմանում է ջրօգտա-

¹ Մ. Ա. Գորբաշով, ՍՄԿԿ Կենտրոնական Կոմիտեի քաղաքական գեկուցումը Սովետական Միության կոմունիստական կուսակցության ՀԽՎՀ Համագումարին, «Հայաստան», 1986, էջ 82։

գործման, ինչպես նաև ստորերկրյա ու մակերեսութային ջրաշին ուսուրաների պահպանության հիմնական դրույթները:

Զուրբ՝ բնության այդ անգինահատելի պարզեց, ակադ. Ա. Պ. Կարպինսկին անվանել է կենարար արյուն, որի առկայությունը կյանք է ստեղծում ամենուր: Զուրբ հագեցնում է մեր ծարավն ու բաժանմ, մաքրում ու լինուած է օրդանիկավոր, արտադրությունից կորցում է ավելարդ, խանգարող ջերմաթյունն ու տաքացնում է մեր կացարանները, ջրաբբիացնում է հոգն ու շահագործում երկրի բնդերը... Մի խոսքավ, այս կենացեր հեկուկը բնության մեջ կատարում է մի այնպիսի անելի աշխատանք, որին միայն ինքն է բնդունակ:

Վերջին տասնամյակներում ջրօգտագործման պրակտիկայում ավելի ակնայտ է զառնում ստորերկրյա ջրերի օդագործման ավելացման միտումը: Բանն այն է, որ ստորերկրյա ջրերը մակերեսութային ջրերից շահեկանորեն տարրերվում են իրենց քիմիական կազմով ու ֆիզիկական հատկանիշներով, զերծ են մեխանիկական ու օրգանական խառնուրդներից, սառնորակ են ու ավելի կալու ուժիմ ունեն: Այնուհետեւ, արդի պայմաններում, երբ բնության ազականումը տարեցտարի ավելի է ծավարիւմ, ստորերկրյա ջրերը նվազ չափով են ենթակա քիմիական աղտոտման, մանրէարանական ու ռազիստակտիվ վարակումների:

Ներկայումս աշխարհի շատ զարդացած երկրներում, այդ թվում նաև Սովետական Միությունում, բազարների կենտրոնացված ջրամատակարարումը կատարվում է զերազանցապես ի հաշիվ ստորերկրյա ջրերի: Ջրասակավ Հայաստանում, օրինակ, մայրաքաղաք Երևանը և գրեթե բոլոր բնակավայրերը մատակարարվում են բնդերքի քաղցրահամ ջրերով:

Ստորերկրյա ջրերի զերք մեծ է, նաև չորային զոտիներում սոսոգելի հողագործություններ զարգացնելու և արտավայրերը ջրաբբիացնելու գործում: ԱՄԿ 1984 թ. հոկտեմբերյան պլենումը առանձնահատուկ կարեռություն տվեց հողերի մելիորացիայի և ոռողելի հողագործության զարդացմանը: Հատկանշական է, որ Հայաստանում բույսերի վեգետացիայի ժամանակաշրջանում հողերի ոռոգման համար օգտագործվում է 35—40 մ³/վրկ գումարային ծախսով ստորերկրյա քաղցրահամ ջուր:

Հանրահայտ է ստորերկրյա հանքային ջրերի դերը առողջապահության բնագավառում, ուր հանքաջրաբուժունը (բայնեռլոգիան) զգայի նվաճումների է հասել: Վերջին տարիներին խորը հորիզոնների ստորերկրյա ջրերը, որոնք հաճախ օժտված են լինում բարձր ջերմությամբ և պարունակում են մեծ քանակությամբ օգտակար բաղադրիչներ (Լ, Եր, Բ, ՆաԸ և այլն), հաջողությամբ օգտագործվում են որպես ջերմության ստացման աղբյուր և հեղուկ հանքանյութ:

Եշված հանգամանքները կարեոր ու այժմեական են դարձնում հիդրոերկրաբանական գիտելիքների տարածման ու խորացման հարցը: Այս նկատառումով գրքում շարադրվում են ստորերկրյա ջրերի ծագման, տարածման ու շարժման օրինաշափությունները, դիտարկվում են հիդրոերկրաբանական ուսումնաթրությունների հիմնական մեթոդներն ու խնդիրները, քննարկվում են ստորերկրյա ջրերի ու շրջապատող միջավայրի այլ բաղադրատարրերի փոխազդեցության ասպեկտները՝ կախված մարդու հարածուն տնինուգն գործունեության հետ:

Կարելի է նուսալ, որ հայերեն լեզվով առաջին անգամ հրատարակվող այս գիրքը օգտակար կլինի հիդրոերկրաբաններին, ինձեներ-երկրաբաններին, ջրաշխնարարներին և շատ այլ մասնագետների, որոնք առնչվում են ջրօդտագործման հարցերի հետ: Հեղինակները երախոտապարտ կլիննեն բնթերցողին՝ առաջարկների ու դիտողությունների համար:

ՍՏԱՐԵՐԿՐՅԱ. ԶԲԵՐԻ ԽԱԳՈՒՄԸ

Զրի՝ այդ կենսաբեր և գարմանահրաշ հեղուկի ծագման հարցը վաղուց ի վեր Հետաքրքրել է մարդուն: Եվ եթե մակերեսութային ջրերի՝ գետերի ու լճերի գոյացումը առաջին պարզ մոտեցման դեպքում ակներեւ էր, քանի որ նրանք առաջանում են անձրեի, ձնալքի ջրերի և ընդերքից դուրս եկող աղբյուրների հաշվին, ապա անհասկանալի էր մնում ստորերկրյա ջրերի ծագումը: Հարկ է նշել, որ այս հարցի լուծման գործում, գիտական նվաճումների հետ մեկտեղ, այսօր էլ դեռևս մնում են շլուծված խնդիրներ ու տարակարծություններ, որոնք համարվում են ընդհանուր հիդրոերկրաբանության տեսական բամնի պրոբլեմներից:

Փորձենք նախ բացատրել մեր երկիր մոլորակի վրա ջրի ծագման ընդունված տեսությունը: Համաձայն առավել ճանաչում գտած ժամանակակից վարկածի, Թրկիր մոլորակը տուացացել է տիեզերական ուսոր գաղափոշու ամպերի խտացրմից: Այդ խտացված ամպերի կազմը պայմանականորես նմանեցվում է երկնային ասուպների կազմին, որոնք պարունակում են $0,5-1,0$ տոկոս կապակցված ջուր: Հաշվառենք, որը ցույց են տվել, որ ջրի այդ քանակության նույնիսկ փոքր մասը միանգամայն բավարար է երկրի ջրային պանդանի (հիդրոսֆերայի) գոյացման համար: Պրոֆ. Ֆ. Ա. Մակարենկոյի հաշվումների համաձայն, եթե ջրահեղուկ գանգվածից առաջացած երկրակեղեկի ծավալը ընդունվում է մոտավորապես 900 մլրդ կմ³ և նրանում ջրի պարունակությունը կազմում է միայն $0,5$ տոկոս, ապա մոլորակի ողջ խոնավության քանակը կկազմի մոտ $4,5$ մլրդ կմ³: Դա նշանակում է, որ երկրի ջրային պատյանի ազատ (գրավիտացիոն) ջրի

քանակը, որն ընդունվում է մոտ 1,45 մլրդ կմ³, կազմում է ողջ հաշվարկային խոնավության ընդամենը 1/3 մասը:

Սակայն որպեսզի մեր մոլորակի վրա առաջանային երկրապատյանները, այդ թվում ջրային պատյանը, որի գոյացման համար հարկավոր էր կապակցված ջրի անջատումը սկզբնանյութից՝ հսկայական քանակության էներգիա էր անհրաժեշտ: Ներկայումս գիտնականների մեծամասնությունը գտնում է, որ այդ պրոցեսներում որոշիչ դեր է կատարել մոլորակի ներքին ռադիոգեն ջերմությունը, որը ստացվում է ի հաշիվ ռադիոակտիվ էլեմենտների տրոհման էներգիայի:

Ակադ. Ա. Պ. Ակինոգրադովի վարկածի համաձայն, երկրի պատյանների տարանջատումը կատարվել է զոնալ (շերտավոր) և ուժան սկզբունքով: Մոլորակի եռացող ընդերքում, դոմենյան վառարանի նման, հրահեղուկ զանգվածը շերտավորվել է դժվարահալ ու դյուրահալ նյութերի: Առաջինները, որ ավելի ծանր են, հանգուվանել են ներքեւում և աստիճանաբար վերածվել են պինդ ապարների (պայմանականորեն՝ բաղադրատների), իսկ դյուրահալ, գագեբով հագեցված նյութերը բարձրացել են վերև և որոշակի խորություններում սառչել են, բյուրեղացել և ենթարկվել դեգազացիայի (գազանջատման): Արդյունքում առաջացել են գրանիտային ապարներ (նույնպես պայմանականորեն): Այս պրոցեսների ընթացքում սկզբում գոլորշու, ապա ջերմաստիճանի նվազմանը դուգընթաց, հեղուկ-կաթիլի ծեռվ անջատվել է «կուսական» ջուրը:

Ենթադրվում է, որ սկզբնապես համաշխարհային օվկիանոսը ծածկել է մոլորակի գրեթե ողջ մակերեսութը, այնուածետե տեկտոնական շարժումների հետևանքով տեղի են ունեցել քարային պատյանի բեկորազատումներ, տեղաշարժեր, ցամաքի բարձրությունների և օվկիանոսի խորությունների նիշերի բազում տատանումներ: Այդ տատանումների հետևանքը եղել է այն, որ երկրարանական անցյալում օվկիանոսային ջրերը բազմիցս գրավել են ջամարի այս կամ այն հատվածը և ապա նահանջել, իսկ ընդհանուր առմամբ ջամարի տարածքը մեծացել է ի հաշիվ համաշխարհային օվկիանոսի: Ի վերջո, վերին չորրորդականում երկրի ջրային պատյանն ստացել է ժամանակակից եզրագծերը, սակայն այսօր էլ ցամաքի ու ծովի «անհաշտ պայքարը» շարունակվում է:

Արեգակից ստացվող էներգիայի շնորհիվ սկսվել է բնության մեջ ջրի շրջանառության պրոցեսը, առաջացել են մթնոլորտային խոնավությունը, մակերևությային ջրերը, ինչպես ստորև ցույց կտրվի, ստորերկրյա ջրերը:

Երկրի վրա քաղցրահամ ջրի առաջացումը տեսի և ունենում համաշխարհային օվկիանոսի և Յամաքի մակերևութից կատարվող գոլորշիացման հաշվին. գոլորշիները բարձրանալով վեր, մթնոլորտի վերին շերտերում խտանում են և հեղուկ կամ կարծր տեղումների ձեռով թափվում երկրի վրա. Բնության մեջ կյանքի, մասնավորապես բուսականության ծագման հետ և կապվում մթնոլորտի թթվածնով հարստացումը. իսկ վերջինս էլ նպաստել է քաղցրահամ, թթվածնով հագեցած ջրերի առաջացմանը:

Այսպիսով, մեր մոլորակի վրա ջրի նախատիպը հանդիսանում է ասուպակերպ նյութի բիմիապես կապակցված ջուրը. որը մի շարք բարդ երկրարանական վերափոխումներ կրելուց հետո, կուտակվելով, հանգեցրել է համաշխարհային օվկիանոսի առաջացմանը: Ուշագրավ է, որ մի շարք խոշոր երկրարանների կարծիքով երկրի քարային պատյանի (լիֆոսֆերայի) աճը և ջրի զանգվածի ավելացումը շարունակվում է նաև ներկա ժամանակներում: Լենինգրադի հիդրոերկրարանը. Յ. Դեբայ-Նոլցի մակարդակը մեկ հազարամյակում բարձրանում է 1 մետրով (տարեկան՝ 1 մմ):

Մի խումբ դիտնականներ ենթադրում են, որ մեր մոլորակի ջուրը կարող է ունենալ նաև «տիեզերական» ծաղում: Տիեզերքից առաքվող պրոտոնները թափանցելով մթնոլորտի վերին շերտերը, «զուգակցվում» են լենկտրոնների հետ ու վերածվում են ջրածնի ատոմների: Այնուհետև, ջրածնի ատոմները միանում են թթվածնի ատոմների հետ և առաջանում է H_2O , որը մթնոլորտային տեսքումների ձեռով թափվում է երկրի վրա: Ենթադրվում է, որ այս ճանապարհով մոլորակութարեկան կարող է ստանալ մինչեւ 1,5 կմ՝ ջուր: Սակայն աչափակածը դեռևս գիտափորձնական հիմնավորում չի ստացել, իսկ վարկածի հակառակորդները պնդում են, որ տեսի ունի նաև հակառակ պրոցես՝ մթնոլորտի խոնավության «ցնդումը» դեպի տիեզերական տարածություն:

Երկիր մոլորակի վրա ջրի ծագման տեսության համառոտակնարկից չետո դիտարկենք ստորերկրյա ջրերի ծագման հարցերը։ Հեղբուրերկրարանությունում պատմագիտականորեն ձեավորվել են ստորերկրյա ջրերի ծագման 4 տեսություններ։

1) ինֆիլտրացիոն (ներծծման)՝ մթնոլորտային և մակերեսութային ջրերի ներթափանցման,

2) կոնդենսացիոն՝ մթնոլորտային գոլորշիների ներթափանցման-խտացման,

3) սեղմմենտացիոն՝ նստվածքագոյացման պրոցեսում օվկիանոսային ջրերի պարփակման և,

4) մագմածին կամ յուլենիլ (Կուսական)։

Ինֆիլտրացիոն (ներծծման) տեսություն։ Հնուց ի վեր մարդը նկատել է, թե ինչպես մթնոլորտային տեղումները տեղանքի որոշակի պայմաններում հեշտությամբ ներթափանցում են Երկրի ընդերք, կամ ինչպես լեռնային ջրասատ գետակները դուրս գալով տափարակային տեղանք, անհետ կորչում են։ Դիտելով այս երեսույթները, Հոռմեացի զիտնական Մարկ Վիտորովի Պոլին դեռևս մ. թ. առաջին դարում սկիզբ դրեց ստորերկրյա ջրերի ծագման ինֆիլտրացիոն (ներթափանցման) տեսությանը։ XVIII դարի սկզբին Գրանսիացի Ֆիլիկոս է. Մարիոսը Հիմնավորեց ինֆիլտրացիոն տեսությունը, Համաձայն որի մթնոլորտային տեղումները ներթափանցելով ապարների ձեղքերով ու ծակոտիներով, երկրի ընդերքում առաջացնում են ստորերկրյա ջրերի կուտակումներ։

Տեսություր ունեցավ նաև իր հակառակորդները։ Դեռևս Հոռմեացի փիլիսոփա Սենեկան և մինչեւ մեր դարակորդից շատ գիտնականներ, մասնավոր դիտումներից ելնելով, ապացուցում էին, որ մթնոլորտային տեղումները թափանցում են Հնին խորություններ, և Հավանարար, գոլորշիանալով՝ նորից վերադառնում են մթնոլորտ։ Սակայն 1904—1905 թթ. կատարած գիտափորձնական Հիմնավոր ուսումնասիրություններով ուսւածավոր բնագետ Ա. Ֆ. Լերեզեր վերջ դրեց ստորերկրյա ջրերի ինֆիլտրացիոն ծագման վերաբերյալ կասկածներին և, այսուհետեւ, գիտնականները նպատակամղվեցին ուսումնասիրել ինֆիլտրացիոն պրոցեսի բարդ գործոններն ու առանձնահատկությունները։

‘Մթնոլորտային ջրերի ինքիլտրացիոն սլրոցեսի ընական գործուներից են տեղանքի ֆիզիկաւշխարհագրական (մթնոլորտային տեղումների քանակն ու ինտենսիվությունը, օդի չերմաստիճանը, հարաբերական խոնավությունը, բուսածածկի առկայությունը և այլն), երկրաբանական (ապարների կազմը, դասավորությունը, ծակոտկենությունը, ձեղքավորվածությունը) և գեոսորֆոլոգիական (սելիկի ընույթը, թեքությունը, կտրտվածությունը) սլայմանները:

Այս շարքում առավել կարեոր գործուներից են մթնոլորտային տեղումների քանակը, ապարների ձեղքավորվածության ու բաց ծակոտկենության աստիճանը: Հայտնի է, որ կախված տեղանքի աշխարհագրական լայնությունից ու բացարձակ բարձրությունից, մթնոլորտային տեղումների քանակը խիստ փոփոխվում է: Օրինակ, ՍՍՀՄ Եվրոպական մասի հյուսիսային լայնություններում տարեկան տեղումների քանակը հասնում է 700—800 մմ-ի, իսկ Աստրախանի լայնությունում՝ 200—250 մմ-ի: Հայաստանում, Արարատյան հարթավայրում տեղումների տարեկան նորման չի գերազանցում 300 մմ-ից, իսկ Արագածի մերձգագաթային մասերում՝ 800 մմ-ից ավելի է: Պարզ է, որ տեղումների քանակի այսպիսի տարբերության գեպքում էապես տարբեր կլինի նաև ներթափանցման ճանապարհով ստորերկրյա ջրերի սնումը:

Այս գործում կարեոր են նաև երկրաբանական գործուները: Մթնոլորտային տեղումները գերազանցապես կծախսվեն ստորերկրյա ջրերի սնման համար, ինչ տեղանքի վերին շերտերը ներկայացված են փուլս-բեկորային կամ ձեղքավոր ու ծակոտկեն ապարներով: Օրինակ, Հայաստանի Կենարոնական հրաբխածին բարձրավանդակում մեծ տարածում ունեն բարացրոնները (չինգիլները) և ձեղքածակոտկեն բազալտները, որոնք միանգամայն բարենպաստ պայմաններ են ստեղծում մթնոլորտային տեղումների ներծծման համար:

Հարկ է նշել, որ ներթափանցման պրոցեսն ավելի ինտենսիվ է ընթանում կարստավորված և խիստ ձեղքավորված ապարներում: Այս գեպքում այն անվանվում է մթնոլորտային ջրերի ինֆլուացիա (ներհոսք):

Կոնդենսացիոն (խտացման) տեսություն: Գեռես մ.թ.ա. IV դարում հույն փիլիսոփա Արիստոտելը միտք է հայտնել

որ բնդերքի ջրերը կերապանցապես առաջանում են ի հաշիվ մթնոլորտային օդի գոլորշիների՝ լեռնալանջերին հպվող աճպերի, որոնք ներթափանցում են երկրակեղեկի ապարների սառը դատարկությունները՝ Այսպիսի մտքի կարելի էր հանգել ամենապարզ դիտումներով. բավական էր տեղահան անել հողում կիսաթաղված քարարեկորները և նրա տակ հայտնարերվում է թացույթ (խոնավություն՝ հաճախ կաթիլի ձեվով): Այս տեսակետը 1877 թվականին վերստին առաջ է քաշել գերմանացի ինժիներ Օ. Ֆոլգերը: Բայտ նրա, տաք օդի հետ ջրային գոլորշիները ներթափանցում են երկրակեղեկի վերին մասի ավելի սառը ապարների մեջ, խտանում ու վերածվում են ջրային կաթիլների, որոնք ժամանակի ընթացքում կուտակվելով, առաջացնում են վերնաջրեր կամ գրունտային ջրերի հորիզոններ:

Ֆոլգերի տեսակետը ևնթարկվեց իշխան քննադատության ավարտիացի օգերեսութարանների կողմից: Ընդդիմախոսներն ապացուցում էին, որ հենց տաք օդում գոլորշիների պարունակությունն ավելի քիչ է (չորային գրտիներում օդի հարաբերական խոնավությունը չի գերազանցում 40 տոկոսից) և, հետեւաբար, կոնդեսնասցիոն պրոցեսը դանդաղում է: Բացի այդ, ձմռանը պետք է, որ հակառակ պրոցեսը կատարվեր, այսինքն՝ հողի խոնավությունը պետք է նորից օդ վերադարձվեր: Հաշվումները ցույց տվեցին, որ հողում ընդամենը 2 մմ-անոց ջրաշերտ գոյանալու համար 1 մ² տարածքից տաք կեսօրին պետք է ներթափանցի 1000 մ³ օդ, որը միանգամայն անհնար է: Հետագայում ոռուս նշանավոր գիտնական Ա. Ֆ. Լեբեգերը բազմամյա փորձարարական աշխատանքների տվյալներով հիմնավորեց խտացման եղանակով ջրագոյացման տեսությունը և ապացուցեց, որ ջրային դուրշու տեղաշարժի գործում բոլորովին էլ անհրաժեշտ չի օդի ներթափանցումը ապարների մեջ՝ այն էլ այդպիսի քանակությամբ: Ինորշու շարժումը դեպի երկրակեղեկի ապարներ և հակառակը կատարվում է մթնոլորտում և ապարների ծակոտիներում եղած ջրային գոլորշիների առածդականության տարբերության շնորհիվ: Այսինքն՝ այն միջավայրը, որտեղ ջրային գոլորշու առածդականությունը բարձր է, գոլորշին տեղափոխվում է ցածր առածդականության միջավայր

մինչև Հավասարակշռված պայմանների ստեղծումը, ըստ որում գոլորշու առաջականությունը պայմանավորված է չերմաստիճանով՝ Փորձերով ցույց արվեց, որ ապարների ծակոտիներ ներթափանցած օդային գոլորշիները նախ վերածվում են ապարի մասնիկների հետ սերտորեն կապված հիգրոսկոպիկ և թափանթացին ջրատևակների (աե՛ս էջ 50), ապա աստիճանաբար կուտակվելով, վերածվում են աղատ՝ գրավիտացիոն կաթիլների։

Այսպիսով, խտացման եղանակով ստորերկրյա ջրերի առաջացումն ակներեւ է։ Դրանում հեշտ է համոզվել, զիտելով ջրածանային մասերում նույնիսկ մթնոլորտայրն տեղումների երկարատես բացակայության գեպքում գործող աղբյուրները կամ տերիկոններից (ածիւահների շահագործումից առաջացած «պարապ» ապարների արհեստական բլուրներ) սկիզբ առնող փոքր, թույլ ջրահոսքերը։ Սակայն այս պրոցեսին մասնակցող բնական շատ գործոնների դերը դեռևս վերջնականորեն պարզված չի։ Այսպես օրինակ, Հայտնի է, որ օդտակար հանածոների հանրավայրերի շահագործման ժամանակ ստորերկրյա փորմածքների մեջ մեծ քանակությամբ օդ է ներթափանցում (բնական կամ արհեստական օդափոխություն), որի ժամանակ, կախված մի շարք կիրայական ու երկրաբանական գործոններից, օդի գոլորշիների խտացումից փորմածքներում այս կամ այն քանակությամբ չուր է գոյանում։ Օրինակ, ջրակլանման հիգրոսկոպիկ հատկանիշներով ապարների ու միներալների հետ օդի շփումից փորմածքներում կարող է առաջանալ օրական հարցուրավոր մը չուր, իսկ ոչ ջրաթափանց քարաղի հետ շփումից առաջանում է աննշան ջրաքանակ։

Տեխնիկայի զարգացմանը համընթաց նոր ջրաշապի սարքերը (լիգիմետրեր և այլ խոնավաշափ սարքեր) առաջիկացնում հնարավորություն կտան որակալիքն ու քանակապես ձիշտ գնահատել խտացման ճանապարհով ստորերկրյա ջրերի սնումը։ Այս հարցի լուծումը կիրառական խիստ կարևորություն ունի հատկապես չորային շրջանների համար։ Ներծծըման և խտացման ճանապարհով ստորերկրյա ջրերի առաջացման պրոցեսները հաճախ հանդես են գալիս համատեղ, սովորաբար առաջինի գերիշխմամբ, լրացնում են միմյանց և,

ըստ էության, երկուսն էլ բացատրում են ստորերկրյա ջրերի սթնոլորտային ծագումը:

Աեղիմնենտացիոն (նստվածքագոյացման) տեսուրյունն Այս տեսությունը, ինչպես նաև բննարկված նախորդ տեսությունները, ծնունդ են առել Հին ժամանակներում, երբ գիտակից մարդը փորձում էր կապ գտնել օվկիանոսային, միջնոլորտային և ստորերկրյա ջրերի միջին: Մ.թ.ա. VI դարում փիլիսոփայական՝ միլեթյան դպրոցի ներկայացուցիչ Թալեսը՝ առաջին բնագետներից մեկը, բնության նախահիմքը՝ ամարել է ջուրը և մշուշոտ ձեռվ կարծիք է հայտնել, որ ստորերկրյա ջրերը համաշխարհային օվկիանոսի ծնունդ են: Ավելի ուշ, Վերածննդի դարաշրջանում, Լեռնարդո դա վիճշին գտնում էր, որ ծովի ջուրը ներծծվում է ցամաքի դանգվածի մեջ, ապարների ձեղքվածքներով բարձրանում է լեռնագագաթներ և արտավիճակներով, նորից հոսում է դեսպի ծով: Եթե բացառենք չափազանցությունները, որոնք ժամանակի սահմանափակություններն ել չիմքից զուրկ չեն:

Հայտնի է, որ նստվածքագոյացման (սեղիմնենտացիայի) ժամանակ օվկիանոսի հատակում կուտակվող օբյանական և անօրգանական ծագման նստվածքների մեջ որոշակի բանակությամբ ջուր է մնում: Այսպես, ծովային տիղմում ներթափանցված (թաղված) ջուրը կարող է կազմել նրա ծավալի 80 տոկոսը: Այնուհետեւ, նստվածքների նորության մեծացմանը զուգընթաց տիղմը ևնթարկվում է սեղմման և հոսում մեջ ներփակված ջրի մի մասը անջատվում է: Սակայն այս պրոցեսը շատ դանդաղ է ընթանում (երկրաբանական պրոցես է), և նույնիսկ միլիոնավոր տարիներ առաջ գոյացած ե արդեն հարյուրավոր մետր խորություններում տեղադրված նստվածքները պարունակում են մինչև 50 տոկոս ջուր:

Սեղիմնենտացիոն ջրերի առանձնահատկությունն այն է, որ դրանց էվոլյուցիան սերտորեն կապված է նստվածքների վերափոխման հետ: Այսպես, տիղմը կավի վերափոխվելու հետ զուգընթաց փոխվում է ապարի միներալային կազմը, միաձամանակ փոխվում է նաև անջատված ջրի քիմիական կազմը և ջուր—ապար փոխկապակցվածությունը: Հետագայում, ջերմային ու ճնշման այլ պայմաններում ապարները

նոր փոփոխություններ են կրում: Կավիր դիցուք, մեծ խորություններում կարող է վերածվել թերթարի՝ անչափելով ևս 10—15 տոկոս ջուր: Կամ գիպսը ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 80—90% ջերմության տակ վերածվում է անհիդրիդի և 1 տ զիպսի ջրազրկումից անջատվում է մոտ 210 լ ջուր:

Հաճախ սեղիմենտացիոն ջրերի տիպին են դառվում նաև ծովային ավազանից ափագոտու ապարների մեջ ներդրված (ինտրուզիվ) ջրերը, որ ավելի մեծ մասշտարներով կատարվում է ծովի մակընթացության ժամանակ: Այս ճանապարհով առաջացած ջրերը ծովային ժագման են, բայց խիստ մոտեցմամբ՝ սեղիմենտացիոն չեն, որովհետեւ նստվածքագոյացման հետ կապ չունեն:

Շովի նահանջից կամ տեղանքը ցանաքի վերածվելուց հետո լեռնային ապարներում սեղիմենտացիոն ստորերկրյա ջրերը, որ երբեմն կոչվում են նաև թաղված կամ մնացորդային ջրեր, կարող են մնալ նստվածքներում մինչեւ այնքան ժամանակ՝ քանի ունի չեն տեղակայվել-փոխարինվել ներծծման ծագման ջրերով: Բանն այն է, որ ի հակառակություն ներծծման ծագում ունեցող մշտապես վերականգնվող ջրերի, սեղիմենտացիոն ծագման ջրերը ունեն ստատիկ պաշարներ և, բնականարար, երկրաբանական ժամանակներում միախառնվում, կամ՝ լրիվ տեղակալվում-փոխարինվում են ներծծման քաղցրահամ ջրերով:

Մագմածին կամ յուվենիլ (կուսական) տեսություն: XVI դարում գերմանացի գիտնական Ագրիկուլան միտք հայտնեց, որ երկրակեղեում կարող են խտանալ ջրային գոլորշիները, որոնք հավանաբար բարձրանում են ընդերքի մեծ խորություններից: Այդ ենթադրությունը իր ժամանակին պաշտպանություն և ղարգացում չստացավ:

1902 թ. ավստրիացի երկրաբան Էդվարդ Զյուսը հանդես էկավ ստորերկրյա ջրերի ծագման յուվենիլ (մագմածին) տեսությամբ: Էստ Զյուսի, հանքային և թերմալ ջրերի ծագումը տեղի է ունենում ի հաշիվ հրահեղուկ մագմայից անջատվող գոլորշիների, որոնք խտանալով ավելի սարք երկրակեղեում, տեկտոնական ճեղքերով և խղվածքներով վեր են բարձրանում և երկրի մակերեսութին հանդես են գալիս հանքային աղբյուրների և հելուների ձևով՝ Աչա այս ճանապարհով

առաջացած ստորերկրյա ջրերը, որոնք ծագման ընույթով կուսական են (առաջին անգամ են մուտք գործում երկրակեղեն), անվանվեցին յուվենիլ կամ մագմածին ջրեր:/Այսպիսի հետեւյության համար հիմք է ծառայում նախ հրարիսային արտավիճումների կազմի ուսումնասիրությունը, որոնց զանգվածի մեջ ջրային գոլորշիների պարունակությունը հասնում է 6—8 տոկոսի:

Սովորական խոշոր հիդրոերկրաբանների (Ն. Ն. Սլավյանով, Ա. Մ. Օվչիննիկով, Օ. Կ. Լանգե և ուրիշներ) հետակա պանրակրկիտ ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ հանրային և թերմալ ջրերը իրենց կազմով ավելի նման են Երկրակեղենի վերին շերտերի ջրերին և հավանաբար ունեն մթնոլորտային կամ ծովային ծագում: Բայց պրոֆ. Օ. Կ. Լսնակի, Երկրակեղենի վերին շերտերի ապարներն ու միներալները, որոնք կարող են մինչև 50—60 տոկոսի շափով կապակցված ու ազատ ջուր պարունակել, տեսկոգենեկի հետեւյանքով կարող են հայտնվել մեծ խորություններում: Այստեղ տիրող բարձր ճնշման ու ջերմաստիճանի պայմաններում ապարները ևնթարկվում են մետամորֆիզմի, որի հետեւանը ջրային մասնիկները վերածվում են գոլորշու և վերադառնում են երկրակեղենի վերին շերտեր՝ ծնունդ տալով հանքային ու թերմալ ջրերին:

Ներկայումս հիդրոերկրաբանների ճնշող մեծամասնությունը ընդունում է ստորերկրյա ջրերի մագմածին ծագումը՝ հատկապես ակտիվ հրարիսականության գոտիներում: Անկայն այս ճանապարհով առաջացած ջրերի բաժինը ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր հաշվեկշռում հավանաբար աննշան է: Անկասկած, երկրաբանական անցյալում, երբ հրարիսային գործունեությունը ծագվալվել է գլոբալ մասշտաբներով, մագմածին ծագման ջրերը գերիշխել են: Ավելին, ինչպես դիտարկվեց վերենում, համաձայն ակադ. Ա. Պ. Վինոգրադովի Երկրակեղենի ձեավորման վարկածի, «Երկիր» մոլորակի ջուրը ի սկզբանե յուվենիլ ծագման է:

Այսպիսով, դիտարկեցինք ստորերկրյա ջրերի ծագման վերաբերյալ հիդրոերկրաբանությունում գոյություն ունեցող չորս հիմնական տեսությունները, որոնց իմացությունը ունի ոչ միայն տեսական, այլ նաև գործնական մեծ նշանակու-

թյուն: Սագումնարանական հարցերի իմացությունը Յիդրաբրկրաբաններին հնարավորություն է ընձեռում ավելի հեշտ քմրոնելու ստորերկրյա ջրերի տեղադրության ու շարժման օրինաչափությունները, նրանց ֆիզիկա-քիմիական առանձնահատկությունները և, հետեւարար, այդ կենսարեր նեղուկը ավելի բանիմաց ձեռվ ի սպաս դնելու մարդու կարիքներին:

Ինչպես երեաց բերված հակիրճ բնութագրումից, այս տեսությունները հեշտությամբ չեն ստեղծվել, նրանք անցել են պատմաերկրաբանական դժվարին ուզի: Հաճախ որիէ տեսության հիմնադիրները գնացել են մյուս տեսությունները բացառություն և իրենց տեսությունը բացարձակացնելու ճանապարհով, դրանով իսկ ստեղծելով տեսության խոցելիություն: /

Ժամանակակից հիդրոերկրաբանությունը, ի տարրերություն նախորդ ժամանակների, խաղաղասիրացար ընդունում է ստորերկրյա ջրերի ծագման բոլոր չորս տեսությունները: Դրանք իրարամերժ տեսություններ չեն, բնության մեջ հանդիպում են և ներծծման ու ծծանցման (վերցերս դրանք հաւատել են դիտվում) և նստվածքագոյացման ու մագմածին ծագման ստորերկրյա ջրեր, իսկ ավելի հաճախ՝ դրանց սէախատնված տիպը, որում, այնուամենայնիվ, գերիշխում են ներծծման ջրերը:

ՄԱԿԱՐԱԿԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԶՐԱՔԱՆԱԿԱ ԵՎ ԶԲԻ ԾՐՑԱՆԱՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵջ

Զուրը բնության մեջ ամենատարածված միացությունն է Այն H₂O մոլեկուլի կամ O և H ատոմների ձեռվ մտնում է երկրակեղեր կաղմող միներալների բաղադրության մեջ, ազատ ձեռվ տարածված է լեռնային ապարների ճեղքերում ու ծակոտիներում, երկրակեղեր վերին շերտերում և հողարուսական ծածկում, օվկիանոսներում, ծովերում, լճերում ու գետերում, կարծր (սաղցի ու ձյան) ձեռվ՝ բենուային ու բարձրեռնային շրջաններում, առավելապես գոլորշու ձեռվ՝ օդային պատյանում, որոշակի քանակությամբ զուր կա նաև բուսապատյանում:

Պատահական չէ, որ երկիրը հաճախ անվանվում է «Կապույտ» մոլորակ։ Երա տարածքի ավելի քան 70 տոկոսը ծածկված է առելի խորությունների համար համաշխարհային վկիանոսով։ Տիեզերական թռիչքներից վերադարձող տիեզերագնեցները այն գդացումն են ունենում, որ համատարած է ապուլտի մեջ դժվար կլինի վայրէք կատարել ցամաքի վրա։ Զուրբ կենդանական աշխարհի ցանկացած օրգանիզմում բանակապես գերիշխող բաղկացուցիչ մաս է։ Խսկապես, բուսական ու կենդանական օրգանիզմների ավելի քան 2/3 մասը կազմում է ջուրը, որի պարունակությունը կարող է տատանվել 60 տոկոսից (ցամաքային օրգանիզմներում) մինչև 99,5 տոկոս (ջրային օրգանիզմներում)։ Մարդը իր քաշի 71 տոկոսի չափով բաղկացած է ջրից, իսկ արյան մեջ այն գերազանցում է 90 տոկոսից։ Խզուր չէ, որ ֆրանսիացի Յուշակովը կենդանարան է։ Ռայմոն-Դյուրուան ողջ կենդանականը կոչել է «[Ա]ռան առնեք»— կենդանացված ջուր։

Ինչքա՞ն ջուր կա երկիր մոլորակի վրա և ինչպե՞ս է տեղաբաշխված այն տարրեր երկրասպատաններում։ Այս Յարցերի պարզաբանումը կապված է զգալի դժվարությունների հետ, քանի որ ջուրը, ի տարրերություն այլ օգտակար հանածոների, շարժունակ է և գտնվում է բնական անընդհատ շրջանապության մեջ։

Անհրաժեշտ է նշել, որ համաձայն ուսու խոշորագույն երկրաբան ակադ. Վ. Ի. Վերնադսկու ուսմունքի, մեր մոլորակի բոլոր ջրերը միմյանց հետ սերտորեն կապված են և նրանց քանակական գնահատման հարցում բնական ջրերը պետք է դիտել մեկ ընդհանուր համակարգի մեջ։

Վերջին 2—3 տասնամյակում երկրի ջրաքանակի գնահատման հարցում համաշխարհային մասշտաբով զգալի աշխատանքներ կատարվեցին։ Անհրաժեշտ եղավ միավորներ նաև շատ երկրների մասնագետների ուժերը, որոնք մասնավորապես արդյունավետ հետազոտական տվյալների հասան, աշխատելով Միջազգային Հիդրոլոգիական տասնամյակի (ՄՀՏՀ) ծրագրով, որը կենսագործվեց ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի կողմից 1966—75 թթ. ընթացքում։ Այս գործում իրենց զգալի ավանդը ներդրեցին սովորական մասնագետները, մասնավորապես պրոֆ. Մ. Ի. Լվովիչը։

Ամփոփելով ՄՀՏ-ի ծրագրով կատարված աշխատանքները, Մ. ի. Լվովիչը երկրի ջրային միաժամանակյա պաշարները (առանց վերստեղծվող ուսուրսների կամ վերաշրջանառության) գնահատում է հետեւյալ կերպ (տես աղյուսակ 1):

Աղյուսակի տվյալները վկայում են, որ ջրերի գերիշող ծագալը գտնվում է համաշխարհային օվկիանոսում, ապա Երկրակեղեում և բնեռային ու բարձրեռնային սառցաշերտերում: Համարի մակերեսությային ջրերն ու մթնոլորտային խոնավությունը կազմում են ընդամենը 0,02 տոկոս:

Երկրի վրա բաղցրահամ ջրերի անունի շտեմարաններ են սառցակուտակումները, որոնք պրակեցնում են ավելի քան 16 մլն կմ² տարածք (ցամաքի մակերեսի շուրջ 11 տոկոսը): Սառցագետների տվյալներով, առավել հզոր սառցաշերտերը գտնվում են Անտարկտիդայում, որտեղ նրանց միջին հզորությունը կազմում է 2000 մ, իսկ առավելագույն հզորությունը հասնում է 4200 մ-ի: Եթե երկրի ողջ սառուցները հալվեն, ապա համաշխարհային օվկիանոսի մակարդակը կրարձանա 64 մ-ով, իսկ մակերեսը կտվիլանա շուրջ 1,5 մլն կմ²-ով:

Ստորերկրյա ջրերի պաշարները գնահատելիս Մ. ի. Լվովիչը հիմք է ընդունել պրոֆ. Ֆ. Ա. Մակարենկոյի կողմից

Աղյուսակ 1.

Հիդրոսֆերայի մասերը	Ջրի ծավալը, հազ. կմ ³	Բնդիմության տոկոսը	Ծավալի համարը
Համաշխարհային օվկիանոս	1370323	94,203	
Սառուցներ	60000	4,125	
Այդ թվում՝ ակտիվ շրջանառության գոնայի	(19530)	(0,72)	
Սառուցներ	24000	1,65	
Հ ճ ե ր	230	0,016	
Հողաբուսական խոնավություն	75	0,005	
Մթնոլորտային գոլորշիներ	14	0,001	
Գետային ջրեր	1,2	0,0001	
Ամբողջ հիդրոսֆերային ջրեր	1454653	100	
Այդ թվում՝ բաղցրահամ ջրեր	35029	2,41	

կատարված հաշվարկները, համաձայն որի աղյուսակում բերված թիվը (60 մլն կմ³) փերարերում է միայն երկրակեղեկի մինչև 5 կմ խորության ապարներում պարունակված աղատ (գրավիտացիոն) ջրերին: Եթե հաշվառվին նաև միներալների հետ բիմիապես կապված ջուրը, ապա 60 մլն կմ³-ին պետք է ավելացնել եռ 24,4 մլն կմ³:

Երկրակեղեկի 16 կմ խորությունում պարունակվող ընդհանուր ջրաքանակը ակադ. Վ. Ի. Վերնադսկին գնահատել է 450—500 մլն. կմ³: Ամերիկացի երկրաբան Ջ. Է. ալպի հաշվարկներով (1951 թ.) ողջ երկրակեղեսում պարունակվում է 840 մլն կմ³, իսկ Վ. Ֆ. Դերպալցի հաշվումների, երկրակեղեսում պարունակված ջրաքանակը գրեթե համարժեք է համաշխարհային օվկիանոսի ծավալին: Սակայն պարզ է, որ այս հաշվումները մոտավոր բնույթ են կրում և երկրակեղեկի կառուցվածքի ու կազմի վերաբերյալ գիտելիքների խորացմանը դուգընթաց, բնդերքի ջրաքանակի հաշվումները ավելի կճշգրտվեն:

Հարկ է նշել, որ Կոլա թերակղում հորատվող գերխորհորածանցքը, որի խորությունը արդեն գերազանցում է 12,5 կմ-ը, կարեոր տվյալներ է տալիս ընդերքում կատարվող փոփոխությունների օրինաչափության վերաբերյալ: Սակայն հորատանցքի եղակիությունը դեռևս հնարավորություն չի տալիս գիտական ընդհանրացումներ կատարել: Դա հնարավոր կլինի հավանաբար մոտ ապագայում, գերխորհորածանցքերի քական ու տիեզերական ուսումնասիրությունների կատարելագործման շնորհիվ:

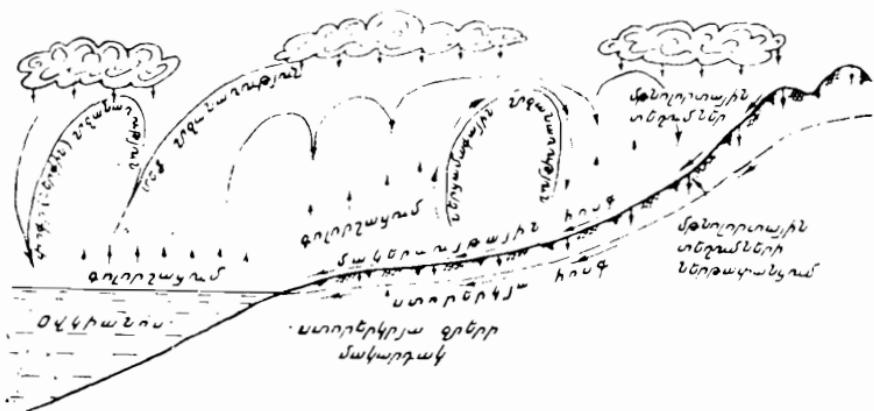
Հայտնի է, որ մարդու տնտեսական կարիքների համար անհրաժեշտ է քաղցրահամ ջուր, որի 1 լիտրում լուծված աղերի քանակը կազմում է մինչև 1 գ (բացառիկ դեպքերում՝ մինչև 3 գ): Հետեարար, համաշխարհային օվկիանոսի ջուրը, որ կազմում է մոլորակի ջրային պաշարների ավելի քան 94 տոկոսը, տնտեսական կարիքների համար պիտանի չի այն պարզ պատճառով, որ նրա 1 լիտրում միջին հաշվով պարունակվում են 35 գ աղերի:

ՄՀՏ-ի ծրագրով կատարված ուսումնասիրությունների ժամանակակից ամաձայն, երկրագնդի քաղցրահամ չըերի պաշարները կազմում են 3-5 մլն կմ³-ից մի փոքր ավելի, այսինքն՝ ամրող ջրաքանակի մոտ 2,41 տոկոսը։ Դրանք նաև սառցակուտակումներում ե երկրակեղեցի ակտիվ շրջանառության կոնայում պարփակված ջրերն են, ինչպես նաև գետերը, լճերը, մթնոլորտում ե հողարտւական ծածկոցի մեջ եղած խոնավությունը։

Ինչպես նշեցինք, աղյուսակում բերված տվյալները վերաբերում են երկրագնդի վրա տեղաբաշխված ջրերի միաժամանակյա կամ ոտատիկ պաշարներին։ Սակայն, ինչպես ընդգծել է ակադ. Վ. Ի. Վերնագսկին, բնության մեջ բոլոր տեսակի ջրերը փոխադարձ կապի մեջ են և գտնվում են մըշտական շրջանառության մեջ։ Բնության մեջ ջրերի մշտական շրջանառությունը կատարվում է արեղակի ջերմացին էներգիայի և ծանրության ուժի ազդեցության տակ (նկ. 1)։ Գոլորշիանալով օվկիանոսների, ծովերի, գետերի, լճերի, բուսածածկի ու ցամաքի մակերեսից, խոնավությունը բարձրանում է մըթնոլորտի վերին շերտեր։ Օդային դանդվածների տեղաշարժի պրոցեսում ջրային գոլորշիները նույնպես տեղափոխվում են և որոշակի պայմաններում խոտանալով՝ անձրւի ու ձյան տեսքով թափվում են երկրի վրա։

Ցամաքի վրա թափված տեղումները մասամբ տարիում են գետերի կողմից, մասամբ՝ գոլորշիանում, մասամբ՝ կլանվում լուսածածկի կողմից, իսկ մի մասն էլ ներծծվում է հողի ու ապարների շերտերի մեջ և սնում ստորերկրյա ջրերի հորիզոնները։ Վերջիններս կարող են տեղանքի ցածրադիր մասերում կամ երովին խրվածքներում աղբյուրների ձևով դուրս գալ երկրի մակերեսույթ, կամ ստորերկրյա հոսքի ձևով բեռնաթափվել գետերի, լճերի ու ծովերի մեջ։

Այսպիսով, բնական շրջանառությանը մասնակցում են օվկիանոսային, մակերեսութային, մթնոլորտային և ստորերկրյա ջրերը, ըստ որում՝ այս շրջանառությունը որոշիչ գերէ խաղում երկրակեղեցի վերին շերտերում ստորերկրյա ջրերի ուսուրաների ձևավորման գործում։ Անհամեշտ է նշել, որ անընդհատ շրջանառության շնորհիվ քաղցրահամ ջրերի պա-



Նկ. 1. Բնուրյան մեջ քերի շրջանառության սխեմա:

շարները մշտապես վերականգնվում են և դրանով իսկ պայմանավորում կյանքի հարատեսությունը:

Տարբերում են զրի շրջանառության հետեւյալ սխեմաները. մեծ, փոքր (ներքին) և ներցամաքային շրջանառություններ (նկ. 1): Մեծ շրջանառության գեպքում խոնավությունը մըթնոլորտում տեղափոխվում է մեծ տարածություններ. օվկիանոսից գոլորշիանալով, այն օդային հոսանքներով տարվում է ցամաքի վրա, տեղումների ձևով թափվում և գետերով կամ ստորերկրյա ճանապարհով նորից հասնում 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:

Զրի շրջանառության քանակական արտահայտությունը որեւէ գետային զրահավաք ավաղանի, ուկիոնի կամ ողջ երկրագնդի համար իրենից ներկայացնում է զրային հաշվեկշիռը (բալանսը): Երկարատես ժամկետում (բաղմամյա կտրվածքում) երկրագնդի վրա կատարվող գոլորշիացումը հավասար է մթնոլորտային տեղումների քանակին և բատ Մ. ի. կվովիչի հաշվարկի, տարեկան կազմում է մոտավորապես 520 հազ. կմ³: Բնդ որում, եթե այդ զրաքանակը ընդունենք 100 տոկոս, ապա երկրագնդի տարեկան զրային հաշվեկշիռի բա-

Վայրը	Տեղումներ, տոկոս	Գոլորշիացում, տոկոս
Համաշխարհային օվկիանոս	79,2	86,2
Ցամաք	20,8	13,8
	100	100

դադրիչները կարտահայտվեն հետեւյալ թվերով (աղյուսակ 2):

Տեղումների և գոլորշիացման տարրերությունը, որ կազմում է 7 տոկոս, բաժին է ընկնում մակերևութային և ստորերկրյա հոսքին:

Որևէ գետային ջրահավաք ավաղանի կամ ուգիոնի ջրային հաշվեկշիռը կարելի է արտահայտել հետեւյալ պարզեցված բանաձևով. $P = S + U + E$, որտեղ՝

P -ն մթնոլորտային տեղումների քանակն է, մմ կամ հազ. մ³,

S -ը մակերևութային հոսքն է,

U -ն ստորերկրյա հոսքն է,

E -ն գոլորշիացման քանակն է:

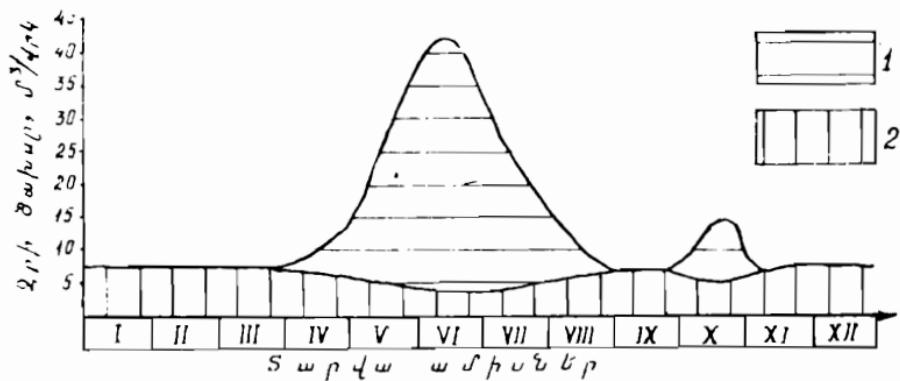
Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչներից ամենադժվար որոշվողը ստորերկրյա հոսքն է, այդ պատճառով էլ այն հաշվարկում են բայց տարրերության՝ $U = P - (S + E)$:

Սովորաբար ջրաօդերեկութաքանական տեղեկագրքերից ցանկացած տեղանքի համար կարելի է վերցնել P -ի, S -ի և E -ի վերաբերյալ բավական ճշգրիտ տվյալներ, որոնք տեղադրելով բանաձեռնելու մեջ, կարելի է որոշել U -ի՝ ստորերկրյա հոսքի, քանակը: Սակայն, այս դեպքում թույլ ենք տալիս մի վերապահում, որ մակերևութային և ստորերկրյա ջրահավաք ավաղանները համընկնում են: Բնության մեջ դա հազվադեպ է պատահում և, որպես կանոն, ստորերկրյա հոսքը որոշելու համար անհրաժեշտ է լինում կատարել հատուկ հիդրո-էրկրաբանական հետազոտական աշխատանքներ (տե՛ս էջ 83—93):

Մշտակրով կատարված հետազոտությունների ճշգրտված տվյալներով գետերի հոսքը տարվա ընթացքում վերականգնվում է 23 անգամ: Երկրագնդի գետերի տարեկան մի-

զին հոսքը կազմում է շուրջ 47 հազ. կմ³, որից ստորերկրը յա սնման բաղադրիչին բաժին է ընկնում մոտ 15 հազ. կմ³, այսինքն գետերը զբեթե չեն չափով իրենց սնումը ստանում են ի հաշիվ ստորերկրյա հոսքի: Մակերեսութային և ստորերկրյա հոսքիրի փոխադարձ կապը պարզելու համար հիդրոերկրաբանները հաճախ կազմում են գետերի հիդրոգաֆ, որի պարզեցված սխեման բերված է նկ. 2-ում:

Իրականուն գետային և ստորերկրյա հոսքերի կապը շատ ավելի բարդ է: Սովորաբար ստորերկրյա ջրերը համարյա ողջ երկարությամբ սնում են այն, սակայն որոշ տեղերում, որոշակի հիդրոերկրաբանական պայմաններում կատարվում է նաև հակառակ պրոցեսը: Մակերեսութային և ստորերկրյա ջրերի փոխաբերությունը ավելի է բարդանում նրանց ոեմիմի սեղոնային փոփոխությունների, հատկապես գետի վարաբուժների հետեանքով: Այդ պատճառով անհրաժեշտ է լինում կատարել ավելի մանրակրկիտ ջրաչափական և հիդրոերկրաբանական հետազոտական աշխատանքներ:



Նկ. 2. Գետի սխեմատիկ հիդրոգրաֆ:

1— գետի հոսք՝ ի հաշիվ մինուլուտայրն աեղումների և ձնհալքի (գուտ մակերեսութային հոսք), 2— գետի հոսք՝ ի հաշիվ ստորերկրյա ջրերի:

Դիտարկելով Երկրագնդի ջրային հաշվեկշիռը (աղյուսակ 1), համոզվեցինք, որ մարդու տնտեսական կարիքների համար պիտանի քաղցրահամ ջրերի միաժամանակյա պաշարները կազմում են ընդամենը 35 մլն կմ³: Սակայն դրա մոտ 70

տոկոսը բաժին է ընկնում լեռնային գոտիների սառցակուտակումներին, որոնց միշտ և մեծ չափերի օգտագործումը հավանաբար գործնականորեն անհնար է: XX դարի 2-րդ կեսի մարդը փորձեր կատարեց Արկաֆիկայից այսրերգներ հասցնել հասարակածային գոտու անջուր երկրները և համովքեց, որ այդ աշխատանքը համեսայն դեպս մեր զարաշքացանում տեխնիկապես դժվար է իրականացվում և տնտեսապես շատ թանկ է: Սակայն ամերիկայի մասնագետների հաշվարկներով, որոշ երկրների համար այս ձանապարհով ստացվող ջաւրը շատ ավելի է ճան կարող է նստել, քան ծովի չրի աղաղերծումը:

Քաղցրահամ ջրերի պաշարների մնացած մասը խիստ անհավասարութափ է տեղարաշիված Յամաքի վրա՝ թէ՛ նրա մակերեսութիւն, թէ՛ ընդերքում: Այսպէս, օրինակ, շուրջ 37 մին. կմ² ընդհանուր տարածքով անապատային ու կիսաանապատային գոտիները համարյա կուրկ են մակերեսութային հոսքից. իսկ հավերժական սառցութիւնի գրեթե անմարդարնակ գոտիներին բաժին է ընկնում քաղցրահամ ջրերի պաշարների զգալի մասը, կամ ստորեկրյա քաղցրահամ ջրերը մեծամասամբ բնական ելք չոնեն դեպի երկրի մակերեսութեա տեղադրված են օգտագործման համար դժվարամատչելի խորությունների վրա:

ՄՀՏ-ի ծրագրով կատարված ուսումնասիրությունների համաձայն, ժամանակակից մարդկային հասարակության ժողովրդատնտեսական ու կենցաղային կարիքների համար հիմնականում մատչելի է վերականգնվող գետային հոսքը, որը ստուգանում է ի հաշիվ մթնոլորտային տեղումների և ստորեկրյա ջրերի: Ինչպես վերենում նշվեց, ջրի այդ բանակը կազմում է շուրջ 47 հազ. կմ³, որը լիսվին կարող է բավարարել ժամանակակից մարդկաւթյան պահանջները: Զէ՞՛, որ մոտ 4,8 մլրդ աղբաբնակչություն ունեցող մոլորակի լուրաքանչյուր բնակչին միջին հաշվով տարեկան բաժին է բնկնում շուրջ 10 հազ. մ³ քաղցրահամ ջուր: Այսօր էլ շատ հորդառատ գետերի հոսքեր օգտագործվում են չնչին քանակությամբ, բնական շատ աղբյուրներ դեռևս մնում են անօգտագործելի:

Հատկանշական է, որ 1 ավստրալիացուն, օրինակ, բաժին է ընկնում 12 անգամ ավելի ջուր, քան եվրոպացուն,

անգամ ավելի, քան Հյուսիսամերիկացուն և 1,3 անգամ ավելի, քան Հարավամերիկացուն:

Սակայն, ինչպես ստորև ցույց կտրվի (տե՛ս էջ 122—137), ջրային ուսուբաների ոչ ուսցիսնալ օգտագործման և դրանց աղտոտման պատճառով ժամանակակից հասարակությունը, կարելի է ասել զլորար մասշտարով, կանգնել է, քաղցրահամ ջրի պրորլեմի առցե: Բանն այն է, որ գիտատեխնիկական հեղափոխություն իրականացնող մարդր իր կարիքների համառ անհամեշտ քանակից տասնապատիկ ու հարյուրապատիկ անգամ շատ ջուր է աղտոտում, դրանով իսկ հսկայական վնասներ պատճառում էկոհամակարգերի մաքրությանը: Ծունակորդում է դետային հոսքը, որի հետ կապված ոչնչանում է կենդանական աշխարհը, հսկայական վնաս է հասցում լճերի, ծովերի, նույնիսկ օվկիանոսի մաքրությանը:

Ամփոփելով ջրային ուսուբաների լունակին և տեղաբաշխմանը նվիրված հարցերի անմասսա քննարկումը, հարկ ենք հնք համարում նշել ջրօգտագործման հարցի հետ կապված մի կարեռ հանդամանք: Բնդիանուր առմամբ, համաշխարհային մասշտարով, ջրօգտագործման պրակտիկայում մակերեսի ջրերի տեսակարար կշիռն ավելի մեծ է, քան ստորերկրյա ջրերինը: Սակայն վերջին տասնամյակներում բուն թափ է ապրում ստորերկրյա ջրերի օգտագործման միտումը: Փամանակակից մարդր ավելի շատ է ձգտում օգտվել ստորերկրյա ջրերի թեկուղ հեռու գտնվող աղբյուրներից: Կամ համեմատաբար ոչ խորը տեղադրված (մի քանի տասնյակ կամ 1—2 հարյուր մ) ստորերկրյա ջրերի հորիզոններից: Եվ դա սյատահական չէ: Ստորերկրյա ջրերը շահեկանորեն տարբերվում են գետային ջրերից իրենց քիմիական կազմով ու ֆիզիկական հատկանիշներով, զերծ են մեխանիկական ու օրգանական խառնուրդներից, ունեն ավելի կայուն ուժիք: Ստորերկրյա ջրեր հանդիպում են նաև հոսքագուրկ (անապատային) գոտիներում, ի տաքրերություն գետային հոսքի, կտրուկ սեղոնային փոփոխությունների շեն ենթարկվում և ունեն ավելի կայուն պաշարներ: Այնուհետեւ, արդի պայմաններում, երբ բնության ապականումը տարեց-տարի ավելի է ծավալվում, ստորերկրյա ջրերը լապես նվազ շափով են են-

թակա քիմիական աղտոտման, մանրէարանական և ռազիոակտիվ վարակումների:

Նշված հանգամանքները առավել ես կարեոր ու այժմեական են դարձնում հասարակության լայն շրջաններում՝ իդուռերկրարանական գիտելիքների տարածման ու խորացման, ստորերկրյա ջրերի պահպանության և ռացիոնալ օգտագործման խնդիրներն ու հարցերը:

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՖԻՇԻԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Նախքան ստորերկրյա ջրերի ֆիզիկական հատկությունների պարզաբանումը համառոտակի ծանոթանանք բնության մեջ ամենակարեոր ու անփոխարինելի օգտակար հանածոյի՝ ջրի, ուսումնասիրության պատմությանը:

Հավանաբար ջրի ամենուրեք տարածված լինելը, այդ կենսատու հեղուկին մարդու հավիտյանս-հայլիտենից վարժվածությունը ծնել է նրա նկատմամբ առերեսույթ, անհոգի վերաբերմունք. «Չուր» բառը հաճախ օգտագործվում է որպես անմիտ, անրովանդակ, ի վերուստ պարզ ու հայտնի իրերի ու երեսույթների հոմանիշ: Իր բարոնումների հավաստիացման համար մարդը սովորաբար ասում է, «ջրի նման պարզ է», «ջրի նման հասկանալի»: Բայց արդյո՞ք ջուրն իրականում «պարզ ու հասկանալի է», արդյո՞ք այն մատերիայի պարզունակ ձևերից է: Գիտության ժամանակակից նվաճումները ապացուցում են հակառակը, որ ջուրը առեղծվածային, «տարօրինակ» ֆիզիկա-քիմիական առանձնատկություններով օժտված միացություն է:

Դեռևս 1783 թ. անգլիացի ֆիզիկոս Հ. Կավենդիշը իր փորձերի ժամանակ նկատեց, որ ջրածնի ու թթվածնի միացումից էլեկտրական կայծ բռնկվելիս՝ ջուր է առաջանում: Երկու տարի անց ֆրանսիացի մեծ գիտնական Ա. Լավուազյեն, բազում անգամ կրկնելով այդ փորձերը, ապացուցեց, որ ջուրը հանդիսանում է ջրածնի ու թթվածնի այրման արդյունք: Ահավասիկ, ջրի առաջին տարօրինակությունը, քիմիայից քաջ հայտնի այրող (ջրածնին) ու այրվող (թթվածին) տարրերի միացությունը տալիս է հանգցնող նյութ՝ ջուր:

Ավելի մանրակրկիտ ուսումնասիրությունների շնորհիվ 1805 թ. գերմանացի Ա. Հումբոլդտը և ֆրանսիացի Գլյուկուսակը հայտնաբերեցին, որ ջուրը բաղկացած է երկու ծավալ զրածնից և մեկ ծավալ թթվածնից, նրա քիմիական բանաձևն է. H_2O , իսկ մոլեկուլային կշիռը :ավասար է 18-ի:

Այս հայտնագործումից հետո, ավելի քան մեկ հարյուրամյակ տիրապետում էր այն կարծիքը, որ ջուրը «իսպառ և անաշված է», բաղադրությունը վերջնականապես պարզված: Սակայն, 1931 թ. քիմիկոսներ Խ. Բերժեն ու Դ. Մենցելը, խորամուխ լինելով այս հարցում, բնական ջրում հայտնաբերեցին 2 ատոմական կշռով ջրածնային իզոտոպ՝ դեյտերիում: Ավելի ուշ հայտնաբերվեցին նաև 3 ատոմական կշռով ջրածնի իզոտոպը՝ տրիտիումը, և թթվածնի մի քանի իզոտոպներ՝ 14-ից մինչև 19 ատոմական կշռով (սովորականը 16 լ.): Դա նշանակում է, որ կարող են լինել նաև ջրածնի ու թթվածնի այլ միացության ձևեր: Սովետական գիտնական ի. Պետրյանովի կարծիքով կարող են լինել ջրի 42 միացություններ, որոնցից 9-ը կայուն ձևեր են: Առաջիմ գրանցից առավել ուսումնասիրված են 2 ձևերը. «ծանր» ջուրը՝ գեյտերիումի միացությունը, և «գերծանր» ջուրը՝ տրիտիումի միացությունը: Եվ եթե «գերծանր» ջուրը խիստ աննշան չափով կարող է լինել (մոլորակի ողջ ջրային պաշարներում՝ ընդամենը 15—20 կգ), ապա «ծանր» ջուրը բավական շատ է (1 տ. բնական ջրում՝ 160 գ.): Վերջինս արդեն իր կիրառությունն է գտել տեխնիկայում, հատկապես այնպիսի պրոցեսներում, որոնք տեղի են ունենում ֆիզիոլոգիապես իներտ միջավայրում: «Ծանր» ջուրը, որն իսկապես ավելի մեծ տեսակարար կշիռ ունի ($1,035$ գ սմ³), քան սովորական ջուրը ($1,0$ գ սմ³), հաճախ անվանվում է նաև «մեռած» ջուր, քանի որ, ի տարբերություն մեր գիտցած կենսատու ջրի, այն իներտ է ու օրգանական աշխարհի համար նույնիսկ թունավոր:

Մեծ հիմքեր կան պնդելու, որ «ծանր» ջուրը ապագայում կփոխարինի բնական վառելանյութի շատ տեսակների, որոնց պաշարները գնալով սպառվում են: Բանն այն է, որ դեյտերիումը, ի տարբերություն սովորական ջրածնի, կարող է թերմոդինամիկ ուսակցիայի մեջ մտնել՝ առաջացնելով հսկա-

յական քանակի ատոմային էներգիա: Ըստ որում, այդ էներգիան մոտավորապես 3—10 անգամ ավելի մեծ է, քան ծանր ռադիոակտիվ տարրերի (ուրան, պլուտոնիում) միջուկների տրոհման հետեւանբով անջատվող էներգիան: Գուցե այս հանգամանքն էլ պարտադրի մարդուն հրաժարվել ջրի հանար արձամար ։ ական՝ «չուր ծեծեր», «փոթորիկ՝ բաժակ ըրում» արաւաչարություններից, որոնք սովորաբար օդուազործվում են ապարդուն աշխատանքը որակավորելիս: Եթե մեզ հաջողվի ջուրը «ծեծեր» այնպես, որ նրա մի բաժակից անջատենք աննշան քանակի դեյտերիումը, ապա կատացվի այնքան էներգիա, որքան ստացվում է 300 լիտր բենզինի այրումից: Փորձենք ծանոթանալ ջրի այլ խոտորիչ (անոնալ) համարվող հատկանիշների հետև կհամոզվենք, թե նա ինչ-քան տարօրինակաւթյուններ ունի:

Մեր մոլորակի վրա ջուրը միակ նյութն է, որ սովորական չերմային ու ձնշան պայմաններում հանդիս է զալիս միամամանակ Յ վիճակներով՝ պինդ, հեղուկ և գոլորշի: Չմունք ջրավաղանները ծածկվում են սաղցակեղեռվ, որի տակ ջուրը գտնվում է հեղուկ վիճակում, իսկ նրանից վերև, օղում՝ տնտեսանելի գոլորշու ձևով: Հայտնի է, որ բնության մեջ տարրեր քիմիական տարրեր ունեն որոշակի հատկանիշներ ու նրանց հետ կատարվող ֆիզիկա-քիմիական փոփոխությունները, համաձայն Դ. Մենդելեևի պարբերական աղյուսակի, Ենթարկվում են որոշակի օրինաչափությունների: Այդպես էլ ջրածնի սիացությունները պարբերական աղյուսակի 6-րդ խմբի տարրերի (Տօ, Տօ, S) հետ ունեն որոշակի ֆիզիկա-քիմիական հատկանիշներ, բացի Օ-ի հետ միացությունից՝ չըրից: Եթե ջուրը Ենթարկվեր հիշյալ խմբի միացությունների օրինաչափություններին, ապա նրա համար հերմաստիճանը պետք է լիներ — 90, իսկ հոման ջերմաստիճանը՝ — 70: Մինչդեռ դրանց փաստարի արժեքները համապատասխանաբար կազմում են 0° և + 100°: Ի դեպ, ջրի նշված ցուցանիշները գենես 1665 թվականից հոլանդացի գիտնական Ք. Հյուգենսի առաջարկով դրվել են ջերմաստիճանային բաժանման հիմքում: Հասկանալի է, որ եթե ջուրը իրև «նորմալ» ձևով դրանուրեր, ապա երկրի վրա այն գոյություն կունենար միայն գոլորշու ձևով: Այս ջրի այդ խոտորիչ հատկանիշն էլ պաշմանավորում

Ե կյանքի գոյությունը, քանի որ այն սուանց չեղուկ ջրի, բնականարար, անհնարին է:

Այնուհետև, ջուրն աշխարհում միակ նյութն է, որը սպառվելիս ոչ թե խտանում, այլ ընդարձակվում է: - 4^o-ի դեպքում ջուրը ձեռք է բերում առավելագույն խտություն (1,0 գ/սմ³), իսկ 0^o-ի դեպքում, երբ ջուրը բյուրեղանում է (վերածվում է սառուցիչ), նրա ծավալը միանգամից ավելանում է շուրջ 10 տոկոսով: Մինչդեռ մյուս բոլոր հեղուկների բյուրեղացումը ուղեկցվում է խտության ավելացմամբ, հետեաբար, ծավալի փոքրացմամբ: Այս այս է պատճառը, որ գետերն ու ջրային ավաղանները նույնիսկ ամենացորդ հղանակներին սառցակալում են միայն մակերեսից: Սառցածածկությը ավելի թեթև լինելու պատճառով ներքեւ իջնել չի կարող, որի շնորհիվ ջրային ավաղաններում օրգանական կյանքը պահպանվում է: Այս երեսութքը բացասական հետեանքներ է ունենում հավերժական սառցութիւննաներում, որտեղ ստորերկրյա ջրերը տարվա ընթացքում հեղուկ վիճակից անցնում են կարծըր վիճակի և հակառակը: Սառցի վերածվելիս, ստորերկրյա ջրերը առաջացնում են հիդրոլակուֆտներ, որոնք ուղիեֆի վրա արտահայտվում են տարբեր չափի բլրակների ձևով: Տաք կիսատարում հիդրոլակուֆտները հալվում են, որի հետեանքով տեղանքի ուղիեֆը դգալի դէֆորմացիաներ է կրում և լանդշաֆտը խստ վնասվում է:

Ջուրը բնութագրվում է նաև արտակարգ մեծ ջերմատարողությամբ, այսինքն սառչելիս ջուրը անջատում է ավելի շատ ջերմություն, քան նույն քանակության այլ կարծըր կամ հեղուկ նյութ: Ջրի այս խոտարիչ հատկանիշի շնորհիվ համաշխարհային օվկիանոսը վերածվել է ջերմային հզոր կուտակիչի: Բավական է նշել, որ 1 մ³ ջուրը 1^o-ով սառչելիս անջատում է այնքան ջերմություն, որը կարող է 1^o-ով տաքացնել մոտ 3000 մ³ օդային դանդված: Այստեղից պարզ է դառնում. թե ծովերն ու օվկիանոսները ինչպիսի կարենոր դեր են խաղում մեր մոլորակի կլիմայի կարգավորման գործում՝ մեղմացնելով տաք ու ցուրտ կիսատարիների կամ գիշերվա ու ցերեկվա ջերմաստիճանային կտրուկ անցումները: Պատահական չեն, որ կլիմատոլոգները համաշխարհային օվկիանոսը համարում են եղանակի թափանիվ:

Ավելի ակնբախ են զրի հալման ու եռման կրիտիկական չերմաստիճանի շեղումները: Այսպես օրինակ, 1 գ սառուցի հալման համար անհրաժեշտ է 80 կալորիա չերմություն, որն անհամեմատ ավելի շատ է, քան 1 գ կապարի (6 կալ.), անագի (14 կալ.), կամ պղնձի (51 կալ.) հալման համար: Եթե զրի այս ցուցանիշը ցածր լիներ, դիցուք, այնքան, ինչքան անաղինն է, ապա դա աղետալի հետեանքներ կարող էր ունենալ ողջ մոլորակի համար: զարունը բացվելիս ամրողջ ձյունը կարող էր հալվել ընդամենը մի քանի օրում, որի հետեանքով ողջ Ցամաքը ջրհեղեղի կմատնվեր: Կամ, 1 գ չուրը գոլորշու վերածվելիս անհրաժեշտ է, շուտ ավելի մեծ չերմաքանակ (539 կալ.), քան ցանկացած այլ հեղուկին: Իսկ եթե վերջինս փոքր լիներ, ապա ջրային ավազանները ամռան շոգին կարող են խսպառ գոլորշիանալ:

Մյուս րոլոր հեղուկների համեմատությամբ, բացի սընդիկից, չուրն ունի առավել մեծ մակերեսութային լարվածություն: Ջրավազանների ջրային հայելին իրենից ներկայացնում է միմյանց հետ մեծ ուժով կապված մոլեկուլների նուրբ շերտիկ: Մակերեսութային մեծ լարվածության շնորհիվ գրունտային ջրերը կարողանում են «մազլցել» ապարների մաղական (կապիլյար) անոթներով և սնուցել հողարուսական ծածկոցը: Անոմալ է նաև զրի մածուցիկության հատկանիշը. ի հակադրություն մյուս հեղուկների, ձնշման ու չերմության բարձրացման դեպքում նրա մածուցիկությունը նվազում է:

Թվարկածով զրի տարօրինակությունները չեն սպառվում, բայց ասվածից ել պարզ է դառնում, թե այդ տարօրինակությունները ինչ կարեոր դեր են կատարում մեր մոլորակի կենսոլորտի դարպացման գործում: Այսօր աղեն հայտնի են զրի բաղմաթիվ խոտորիչ, բայց չափաղանց կարեոր հատկանիշներ, որոնք հաջողությամբ ծառայեցվում են մարդուն պատակների համար: Այսպիս օրինակ, մագնիսականացված ջուրը օգտագործվում է չերմակաթսաներում նստվածքային աղածածկույթը վերացնելու համար, ցածր չերմաստիճանում չսառչող աղաջուրը՝ ցուրտ գոտիներում մեքենաների հովացման համար, ձնհալքի ջուրը, որը դեռևս հագեցված է սառցի բյուրեղիկներով, որոշ բույսերի աճը արագացնելու և ընտանի կենդանիների մսատվությունն ու կաթնատվու-

թյունը բարձրացնելու համար և այլն: Սակայն, կասկածից վեր է, որ հետագա ուսումնասիրությունները ջրի նոր «որակներ» կհայտնաբերեն, որոնք կարող են նոր ու հետաքրքիր անակնակալներ մատուցել:

Ստորերկրյա ջրերի որակական գնահատման ժամանակ մեծ նշանակություն է տրվում նրանց ֆիդիկական հատկությունների ուսումնասիրությանը: Դրանցից առավել կարևոր են համարվում ջրի ջերմաստիճանը, թափանցիկությունը, գույնը, հոտը, համը, խտությունը, լեկտրահաղորդականությունն ու ուղղուակտիվությունը, որոնք որոշվում են համաձայն 18963—73 ԳՕՍ-ի: Թվարկվածներից մի քանիսը օժտված են օրգանոլեպտիկ հատկանիշներով, այսինքն սրությամբ ընկալվում են մարդու դգայական օրգաններով:

Ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը տատանվում է մեծ սահմաններում և կախված է նրանց տեղադրման խորությունից ու սնման ռեժիմից, տեղանքի երկրարանական կառուցվածքից և ֆիդիկաաշխարհագրական պայմաններից: Հավերժական սառցուցիչ գոտում աղացրերը ունենում են բացասական ջերմաստիճան՝ մինչև $-20^{\circ}3$ սահմաններում: Միջին գոտիներում ոչ խորը տեղադրման ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը, կախված կրիմայական պայմաններից, փոփոխվում է $5-15$ -ի, հասարակածային գոտիներում՝ $15-25^{\circ}$ -ի սահմաններում: Երիտասարդ հրարխականության մարզերում, ինչպես նաև տեկտոնական կոտրատված տեղերում, որտեղ ստորերկրյա ջրերը բարձրանում են խորը հորիզոններից, հայտնի են աղբյուրներ, որոնց ջրի ջերմաստիժանը հաճախ գերազանցում է $100^{\circ}3$ (թերմեր, հեյզերներ): Գեոթերմալ գոնաներում խորը հորատանցքերով երեկոն հայտնաբերվում են գերտաք ջրեր մինչև $250^{\circ}3$ ջերմությամբ (տե՛ս էջ 108):

Ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը, հատկապես դրանց ոչ լրիվ խորը տեղադրման դեպքում, տարվա ընթացքում որոշակի փոփոխության է, ևնթարկվում: Խսկ տեղանքի հասաւատուն ջերմաստիճանային գոտուց ($15-20$ մ) ներքեւ, ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը ավելանում է ըստ գեոթերմիկ աստիճանի (միջին հաշվով յուրաքանչյուր 33 մ խորությանը՝ $1^{\circ}3$):

Ք Խմելաջուրը առավել հաճելի ու թարմացնող է, եթե նրա շերմությունը կազմում է 7—11° 8: Բուժման, մասնավորապես լոգանքների բնդունման համար բարենպաստ է ջրի 35—37° Յ ջերմությունը, որը մոտ է մարդու սարմնի ջերմաստիճանին:

Ջերմաստիճանը զգալի ազդեցություն է գործում երկրակեղեում բնթացող ֆիզիկարիմիական սրբացեսների և ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի վրա: Ստվարաբար ջերմաստիճանի ավելացման հետ ջրում դիֆուզիայի արագությունը և աղերի լուծման աստիճանը ավելանում են, իսկ գագերի լուծունակությունը նվազում է:

Հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ ալգրյուրների ջրի ջերմաստիճանը չափվում է անմիջապես ելքի մոտ, իսկ շատրվանող հորատանցքերի կամ արտամղումների ժամանակ՝ ջրթափ հարմարանքի վրա: Ուշագրավ է, որ ժամանակակից երկրաֆիզիկական սարքերը հնարավորություն են տալիս ուսումնասիրել խորը հորատանցքերում ջրի ողջ սյան ջերմաստիճանային փոփոխությունները՝ նույնիսկ տասնորդական աստիճանի ճշտությամբ:

Ստորերկրյա ջրերը ըստ ջերմաստիճանի ստորաբաժանվում են.

գերսաւոր՝ 0° -ից ցածր,
շատ սառը՝ $0-4^{\circ}$,
սառը՝ $4-20^{\circ}$,
գոլ՝ $20-37^{\circ}$,
տաք՝ $37-42^{\circ}$,
շատ տաք՝ $42^{\circ}-100^{\circ}$,
գերտաք (β էրմեր)՝ 100° -ից բարձր:

Ստորերկրյա ջրերի վնիտությունը կախված է ջրում լուծված հանքային նյութերի քանակից, մեխանիկական խառնուրդների, օրգանական նյութերի ու կոլորիդների պարունակությունից:

Ըստ վճիտության դանագանվում են վճիտ, թույլ պղտորե շատ պղտոր ստորերկրյա ջրեր: Ի տարբերություն մակերեւվութային ջրերի, ստորերկրյա ջրերը առավելապես վճիտ են:

Ջրերի վճիտությունը որոշվում է դլանաձեռ թափանցիկ

ապակյա անոթի միջոցով։ Նրա մեջ լցված զրի սյան բարձրությամբ, որը դեռ հնարավորություն է տալիս ընթերցել դլանի տակ դրված որոշակի տառաշարը, որոշվում է նրա վճիտությունը։ Յանկալի է այդ դիտումները համագրել աղաղերծված (ստերիլ) չրի նմուշի հետ։

Ստորերկրյա չրերի գույնը կախված է նրանց քիմիական կազմեց և խառնուրդների առկայությունից։ Այն որոշվում է անդեն աշքով, ինչպես չրի վճիտությունը։

Սովորաբար ստորերկրյա չրերն անգույն են, սակայն կոշտ չրերը երկնագույն երանգ են ստանում, Երկաթն ու ծծմբաշրածինը չրին հաղորդում են կանաչակապտավուն երանգ, հումինային օրգանական միացությունները՝ դեղնավուն, իսկ կախված միներալային մասնիկները՝ մոխրավուն երանգ։

Ստորերկրյա չրերը սովորաբար հոտ չունեն, սակայն երբեմն այն որոշակիորեն զգացվում է։ Պարզված է, որ չրի հոտը առավելապես պայմանավորված է մանրէների կենսական գործունեությամբ։ Ոչ խորը անդադրման գրունտային չրերը, ճահճային չրերի հետ հաղորդակցվելիս, ձեռք են բերում «ճահճային» հոտ, քիչ օգտագործվող չրչորերում, որոնք ամրակապված են փայտով, չուրը տհաճ հոտ ունի, իսկ ծծմբաշրածնով հարուստ չուրը օժտված է նեխած ձվի հոտով։ Խմելացուրը հոտ չպետք է ունենա։ Այն որոշելու համար շահի մեջ լցված տաքացած չուրը, մի քանի անգամ թափահարում են և անմիջապես հոտ քաշում։

Ստորերկրյա չրերի համբ պայմանավորված է չրի մեջ հանքային միացությունների, գաղերի և այլ խառնուրդների պարունակությամբ։ Այսպես օրինակ, կալցիումի ու մագնեզիումի չրակարբոնատների, ինչպես նաև ածխաթթվի պարունակությունը չրին հաճելի համ են տալիս, օրգանական նյութերը չուրը քաղցրացնում են, երկաթի իոնները չրին հաղորդում են ժանգի յուրօրինակ համ, սուլֆատները չուրը դարձնում են դառնահամ, իսկ նատրիումի քլորիդը՝ աղահամ։

Չրի համը որոշվում է գոլ չուրը զգայարաններով փորձարկելով։ Հարկ է նշել, որ չրի համ ու հոտի զգացողությունները սուրյեկտիվ են, կապված են մարդու փորձից ու որակավորումից։

Չրի խտուրյունը քանակապես որոշվում է որոշակի չեր-

մաստիճանում նրա զանգվածի և ծավալի չարաբերությամբ:
Արպես չափի միավոր ընդունված է աղավերձված (ստերիլ) չքի խտությունը 4 Ց ($1,0000$ գր./մ³):

Ջրի խտությունը կախված է նրա չերմաստիճանից, լուծված աղերի ու զագերի, ինչպես նաև մեխանիկական խտությունների պարունակությունից: Ստորերկրյա ջրերի խտությունը տատանվում է $1,0 - 1,4$ գ./մ³ սահմաններում և առաջին հերթին պայմանավորված է նրանց հանքայնացումով (միներալացումով):

Ջրի խտությունը չեշտությամբ որոշվում է արեոմետրի կամ պիկոնոմետրի միջոցով, որոնք աշխատում են մինչեւ $0,001$ ձշտությամբ: Օրինակ, աղային հանրավայրերի տարածման շրջաններում «պայուն» արեոմետրերով չեշտությամբ կարելի է որոշել աղացրերում նատրիումի քլորիդի պարունակության տատանումները: Այսպիս, աղացրի $1,1$ գ./մ³ խտության դեպքում նրա 1 լիտրում պարունակում է $1,128$ գ նատրիումի քլորիդ, $1,111$ գ սմ³ խտության դեպքում՝ 141 գ:

Ստորերկրյա ջրերի լիեկտրահաղորդականությունը պայմանավորված է նրանով, թե ջրերը ինչքանով են լիեկտրոլիտային լուծույթ հանդիսանում, այսինքն էլեկտրահաղորդականությունը ուղղակի կապի մեջ է ջրուն լուծված աղերի քանակից: Էլեկտրահաղորդականության մասին գատում են ջրերի տեսակառար լիեկտրական զիմաղրությամբ, որը չափվում է օնմ. մետրերով: Քիմիապես մաքուր (թորված) ջուրը լիեկտրահաղորդիչ չի, իսկ ստորերկրյա ջրերի տեսակառար լիեկտրական զիմաղրությունը տատանվում է $0,02 - 1,00$ օնմ. և սահմաններում: Ջրի այս հատկությունը կարելոր չափանիշ է ծառայում ստորերկրյա ջրերի երկրաֆիզիկական մեխոդներով ուսումնասիրության ժամանակ:

Ստորերկրյա ջրերի ռադիոակտիվությունը պայմանավորված է գրանցում ուրանի, ոսղիումի և ոսղոնի (ոսղիումի գաղային էմանացիայի) պարունակությամբ: Հաղվագյուտ բացառությամբ, բոլոր ստորերկրյա ջրերը այս կամ այն չափով ուղիուակտիվ են:

Արպես ուղիուակտիվության միավոր ընդունված է կյուրին, որը հավասար է նշութում 1 գ ուղիումի հետ ուղիուակ-

սիկ հավասարակշռության մեջ գտնվող ռադոնի քանակին, Քանի որ 1 կյուրին շատ մեծ քանակություն է, ապա օգտվում են ավելի փորբ չափման միավորներից, մասնավորապես Էման-ից ($1 \text{ Էման} = 1.10^{-10}$ կյուրի):

Հստ ջրում ռադիումի և անացիաների պարունակության, Ա.Ս. Բուրկսերը առաջարկում է օգտվել ստորերկրյա ջրերի հետեւալ դասակարգումից։
(Էմաններով)։

շատ ուժեղ ռադիոակտիվ— 10000 և ավելի,
ուժեղ ռադիոակտիվ— 1000—10000,
ռադիոակտիվ— 100—1000,
թույլ ռադիոակտիվ— 10—100,
շատ թույլ ռադիոակտիվ— 10-ից պակաս։

Ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրության ժամանակ հիդրո- ներկրարանները սովորաբար սահմանափակվում են թվարկված ֆիզիկական հատկանիշների հետազոտմամբ։

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՔԵՄԻԱԼԱՆ ԿԱԶՄՆ ՈՒ ՀԱՏԿԱՆԻԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ջրի բարձր լուծելիության հատկանիշը հանրահայտ է։ Ստորերկրյա ջրերը, շրջանառելով երկրակեղեկի տարրեր խորություններում, շփման և փոխգործունեության մեջ են մըտնում լեռնային ապարների հետ և հարստանում տարրեր տեսակի քիմիական միացություններով ու տարրերով։ Այդ կապակցությամբ ստորերկրյա ջրերի որակական գնահատման համար անհրաժեշտ է դառնում մանրամասն ուսումնասիրել դրանց քիմիական կազմն ու հատկությունները։

Ստորերկրյա ջուրն իրենից ներկայացնում է շատ բարդ ֆիզիկա-քիմիական համակարգ, որը, կախված աղերի կազմից, նրա բաղադրիչների ակտիվությունից և թերմոդինամիկական պայմաններից, ենթակա և բրոշակի փոփոխության։ Ստորերկրյա ջրերի իոնային-աղային համակցությունը ներկայացվում է մակրո և միկրոբաղդրիչներով, ինչպես նաև ռադիոակտիվ տարրերով։ Բացի այդ, դրեթե ցանկացած

բնական ջրում պարունակվում են օրգանական նյութեր և միկրոօրգանիզմներ, լուծված գաղեր, ինչպես նաև կորիդուներ ու մեխանիկական խառնուրդներ:

Ջրի սրոշակի քանակությունում (1 լ) հանքային աղերի և այլ միացությունների ընդանուր պարունակությունը բնույթունված է անվանել ջրի հանքայինացում (միներալիկացիա): Նրա մասին դատում են մեկ լիտր ջրի գոլորշիացումից հետո ստացվող կարծր (չոր) մնացորդով: Չոր մնացորդը բնդունված է արտահայտել դիմորերով կամ մզլիմորերով: Եթե մնացորդը էաշված էանքայնացումը կարող է ոչ էականորեն չհամրնենել չոր մնացորդի քանակի հետ, քանի որ ջրի գոլորշիացման ժամանակ սրոշ հշտ լուծելի բաղադրիչները ցնդում են, օրգանական նյութերը օրսիդանում են այլի:

Ստորերկրյա ջրերի հանքայնացումը կարող է տառանվել մի քանի առանցյակ մզլից մինչև 600 գլ: Համաձայն գործուղ նորմերի խմելու ջրի հանքայնացումը չպետք է գերազանցի 1 գլ, սակայն չորային շրջաններում օգտագործվում են նաև մինչև 2—3 գլ չոր մնացորդով ջրեր (իշարկե, եռացնելուց հետո):

Բայտ հանքայնացման բնական ջրերը ստորարաժանվում են 5 խմբի (գլ-երով):

Գերքաղցրահամ՝ մինչև 0,2,

Քաղցրահամ՝ 0,2—1,0,

Բույլ աղահամ՝ 1,0—3,0,

աղահամ՝ 3,0—10,0,

աղի ջրեր՝ 10,0—35,0,

աղաջրեր՝ 35,0 և ավելի:

Ջրերի բիմիական կազմի մեջ մտնող այն իոններն ու միացությունները, որոնք հանդիպում են ավելի հաճախ ու առավել մեծ քանակություններով և որոշում են դրանց տիպն ու հիմնական հատկությունները, անվանվում են մակրոբաղադրիչներ կամ գլխավոր իոններ: Դրանցից են Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} անիոնները և Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} կատունները:

Երբեմն այս շարքին են դասվում նաև աղոտի միացություններն ու որոշ տարրեր (Կ, Si, Fe և Ա), որոնք լախորեն տարածված են երկրակեղեռում և որոշակի պայմաններում ձեավորում են ստորերկրյա ջրերի շատ քիչ հանդիպող առանձինատուկ տիպեր:

Սովորաբար քաղցրահամ և թույլ աղածամ ջրերում գերիշխում են HCO_3^- և Ca^{2+} իոնները, բարձր հանքայնացման ջրերում՝ Cl^- և Na^+ իոնները, իսկ SO_4^{2-} և Mg^{2+} իոնները ավելի բնորոշ են միջին հանքայնացում ունեցող ստորերկրյա ջրերին: Այս երեսութիւնից պարզեցված բացատրությունը կայանում է հետեւյալում:

Ca-ի կարբոնատային աղերի թույլ լուծելիությունը պայմանավորում է փերոկարբոնատ և կարբոնատ իոնների փորբը կոնցենտրացիան՝ 1000 մգ/լ-ից ոչ ավելի: Ca-ի սուլֆատի համեմատարար թույլ լուծելիությունը սահմանափակում է սուլֆատ իոնի պարունակությունը որոշակի սահմաններում: Ամենաբարձր լուծելիությունը նկատվում է բլորիդային աղերի մոտ, որի հատեանքով բնական ջրերում բլորի պարունակությունը կարող է հասնել բարձր կոնցենտրացիայի:

Լաբորատոր կամ դաշտային պայմաններում քիմիական անալիզների միջոցով ջրում որոշված գլխավոր իոնների պայունակությունը սովորաբար ցույց է տրվում աղյուսակի ձևով և արտահայտվում է մգ/համարժեք եղանակով, այսինքն մգ/լ-երով, մ/գ համարժեքներով, մգ/համարժեք տոկոսներով (աղյուսակ 3):

Անիոնների ու կատիոնների պարունակության արտահայտման համարժեքային ձեզ հնարավորություն է տալիս ճիշտ դատել ջրում լուծված աղերի կազմի մասին և հսկել քիմիական անալիզի կատարման ճշգրտությունը: Ճշգրիտ անալիզի դեպում ջրում պարունակվող կատիոնների մգ/համարժեքների գումարը պետք է համապատասխանի անիոնների մգ/համարժեքների գումարին: Մգ/լ-երի վերահաշվարկը մգ/համարժեքների կատարվում է մգ/լ-երը բարեմապատկելով տվյալ իոնի հաշվարկային գործակցով (աղյուսակ 3), որն իրենից ներկայացնում է իոնի համարժեքային կշռի հակադարձ մեծությունը, իսկ վերջինս իրենից ներկայացնում է իոնի

Ի ն ն ե ր	dq/l	$\frac{\text{Հաշվարկային}}{\text{գործակից}}$	$dq/\text{համարժեք}$	$dq/\text{համարժեք}$
Կ ա տ ի ո ն ն ե ր				
K ⁺	15,5	0,0256	0,40	3,78
Na ⁺	45,1	0,0435	1,66	18,50
Mg ⁺	42,4	0,0822	3,48	32,86
Ca ²⁺	95,3	0,0499	4,75	44,86
գումարը	198,3		10,59	100,00
Ա ն ի ո ն ն ե ր				
Cl ⁻	18,9	0,0282	0,39	3,68
SO ₄ ²⁻	3,2	0,0208	0,09	0,84
HCO ₃ ⁻	617,0	0,0164	10,11	95,48
գումարը	639,1		10,59	100,00

ատոմական (կամ մոլեկուլային) կշռի և արժեքականության հարաբերությունը: Քիմիական անալիզի տվյալները ավելի արտահայտիչ են դառնում մգ-համարժեք տոկոսների տեսքով: Այս դեպքում անիոնների ու կատիոնների մգ-համարժեքների գումարը առանձին-առանձին ընդունվում է 100 տոկոս և ապա յուրաքանչյուր անիոնի ու կատիոնի համար հաշվարկվում է նրա տոկոսային պարունակությունը:

Ստորերկրյա ջրի կոշտությունը պայմանավորված է նրանում Ca²⁺ և Mg²⁺ իոնների առկայությամբ: Տարրերում են ջրի ընդհանուր, ժամանակավոր (վերացվող) և մշտական (մնացորդային) կոշտություններ:

Ընդհանուր կոշտությունը արտահայտվում է ջրում լուծված Ca²⁺-ի և Mg²⁺-ի բոլոր միացությունների պարունակությամբ, որը որոշվում է քիմիական անալիզների միջոցով: Ժամանակավոր կամ վերացվող կոշտությունը պայմանավորված է Ca-ի և Mg-ի կարգունատ-հիդրոկարբոնատային միացությունների պարունակությամբ, որոնց մի մասը ջրի հոացման դեպքում նստում է: Մշտական կոշտությունը իրենից ներկայացնում է ընդհանուր և ժամանակավոր կոշտությունը:

տությունների տարրերությունը, այսինքն՝ ջրում պարունակվող Ըա-ի և Ագ-ի այն քանակը, որ մնում է այն եռացնելուց հետո:

Ներկայումս ջրի կոշտությունը արտահայտում էն 1 լիտրում Ըա-ի և Ագ-ի մզ-ամարթերներով, ընդ որում՝ 1 մզ-ամարթեր կոշտությանը համապատասխանում է 20,04 մզ/Ըա-ի կամ 12,16 մզ/Լ Ագ-ի պարունակություն:

Ստորերկրյա ջրերի որակի գնահատելիս, հատկապես կենցաղին ջրամատակարարման համար, ջրի կոշտությունը դիտվում է որպես շատ կարեսը համեստից: Հայտնի է, որ կոշտ ջրում օճառը դժվար է փրփրում, նրանում սննդամթերքը (միսը, բանջարեղենը) դժվար է եփվում, շոգեկաթսաներում առաջանում են նստվածքներ և այլն: Այդ պատճառով կոշտ ջուր չի կարելի օգտագործել կաթսայատներում, սնրնդարդյունարերության, դեղագործության և այլ բնագավառներում: Խմելագրերում թույլատրելի է համարվում մինչև 7 մզ-համարժեք կոշտությունը:

Ստորերկրյա ջրերի միկրոբաղադրիչների շարքին են դասվում այն քիմիական տարրերն ու միացությունները, որոնց պարունակությունը սովորաբար չի գերազանցում 10 մզ/Լ-ից: Մակայն որոշակի հիգրոերկրարանական պայմաններում, մասնավորապես խորը հորիզոնների բարձր հանքայնացման ջրերում, որոշ միկրոբաղադրիչների (Եր, Լ, Բ, ՏՌ, Վա և այլն) պարունակությունը կարող է տասնապատիկ և հարյուրապատիկ անգամ գերազանցել նշված նորմը: Օրինակ, Բաշկիրիայի, Գրովնոտ, Բարքի և այլ նավթարեր մարդերի ստորերկրյա ջրերում (այսպես կոչվող «նավթային» ջրերում) Եր-ի, Բ-ի, Լ-ի պարունակությունը հասնում է հարյուրավոր և նույնիսկ հաղարավոր մզ/Լ-երի:

Ստորերկրյա ջրերում միկրոբաղադրիչների բարձր պարունակությունը նարավորություն է տալիս դրանք օգտագործել որպես հանքային (միներալային) հումք՝ որոշ օգտակար տարրեր (Յ, Եր, Բ, Լ և այլն) կորպելու համար: Բացի այդ, միկրոբաղադրիչների բարձր պարունակությունը ստորերկրյա ջրերում օգտագործվում է որպես տվյալ օգտակար հանածոյն որոնման չափանիշ: Միկրոբաղադրիչների մի որոշակի խումբ պայմանավորում է հանքային ջրերի բուժիչ հատկություն-

Ները: Բժշկագիտությանը վաղուց հայտնի է, որ խմելաջրի մեջ այս կամ այն բաղադրիչի ավելցուկը կամ պակասը պատճառ է հանդիսանում որոշ շրջաններում բնորոշ հիվանդությունների տարածմանը։ Օրինակ, վահանաձև գեղձի հիվանդությունը՝ էնզեմիկ դորը, կապված է խմելաջրում յոդի պակասի հետ, ֆտորով աղքատ խմելաջրությունում է ատամների կարիեսի, իսկ դրա խոռորիչ մեծ պարունակությունը՝ ատամների էմալի քայլայման։

Ստորերկրյա ջրերը հաճախ այս կամ այն չափով պարունակում են նաև օրգանական նյութերից առավել շատ հանդիպում են հումինային ու ճարպային թթուները, բիտումները, ֆենոլները, ինչպես նաև օրգանական ածխածինն ու աղոտը։ Օրգանական նյութերի մեծ պարունակություն դիտվում է 2 գեպքում։ 1) երբ ստորերկրյա ջրերը տեղադրված են մակերեվութին մոտ և ներթափանցման ջրերի հետ դրանք հարստանում են կենդանական ու բուսական ծագման օրգանական նյութերով, 2) երբ ստորերկրյա ջրերի հորիզոններին հարակից տեղադրված են նավթագաղարեր շերտախմբեր։ Որպես կանոն, օրգանական նյութերի պարունակությունից ստորերկրյա ջրերի որակը վատանում է և իմելու ու չեռուցման (կաթսայատների) նպատակների համար դառնում են ոչ պիտանի։

Ստորերկրյա ջրերում միկրոօրգանիզմներից լինում են միաբջիջ, հազվադեպ բազմաբջիջ մանրէներ։ Մրանց աւարածման սահմանը հավանաբար հասնում է մինչև այն խորությունները ($4-5$ կմ), որտեղ ջրի ջերմությունը գերազանցում է $+100^{\circ}$ ։ Մարդէները ակտիվորեն մասնակցում են ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձեւվորմանը, իրենց կենսագործունեության ընթացքում վերամշակության ևնթարկելով օրգանական ու անօրգանական միացությունները։

Մարդու օրգանիզմի համար մանրէները վնասակար են և կարող են զանազան համաձարակային հիվանդությունների պատճառ դառնալ։ Այդ կապակցությամբ, ստորերկրյա ջրերի մանրէարանական կազմի մանրամասն ուսումնասիրությունը պարտադիր է դառնում, հատկապես խմելու նպատակներով օգտագործելիս։ Հայտնի է, որ ջուրը հանդիսանում է մի շարք

վարակիչ հիվանդությունների (զիգենտերիա, աղիքային տիֆ. խոլերա և այլն) ամենաակտիվ տարածողը: Զրի սանիտարական վիճակի գնահատականը տալու համար բուժանիտարական լարորատորիաներում կատարվում էն հատուկ մանրէանական անալիզներ: Որպես վարակվածության ցուցանիշ՝ ծառայում է ջրում աղիքային ցուպիկ (colic) կոչվող մանրէի առկայությունը: Վերջինս թեև օրգանիզմի համար վնասակար չի, սակայն նրա առկայությունը վկայում է ալ հիվանդարեր մանրէների առկայության մասին:

Զրի մանրէանական վարակվածությունը որոշվում է կոլի-տիարով կամ կոլի-տեսառվ: Կոլի-տիտրը արտահայտում է ջրի ծավալը սմ³-ով, որը պարունակում է 1 աղիքային ցուպիկ, իսկ կոլի-տեսառը արտահայտում է 1 լիտր ջրում եղած ցուպիկների քանակը: Զուրբ բացարձակապես առողջ է համարվում, եթե նրա 1 լիտրում ցուպիկների քանակը չի գերազանցում 3-ից, իսկ եթե այն հասնում է 20—40-ի, ապա այդ ցուրբը միանգանայն հիվանդարեր է:

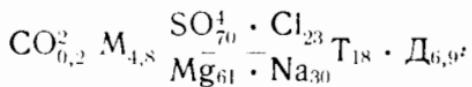
Սովորաբար ստորերկրյա ջրերը գգալի քանակությամբ գագեր են պարունակում: Դրանցից առավել շատ տարածված են թթվածինը (O_2), ածխաթթուն (CO_2), ծծմբաջրածինը (H_2S), մեթանը (CH_4), ջրածինը (H_2), ազոտը (N_2), ծանր ածխաջրածինները և աղնիի գաղերը:

Ստորերկրյա ջրերում գագերը կարող են գտնվել ինչպես լուծված, այնպես էլ աղատ (սպոնտան) վիճակներում: Մեծ խորություններից բարձրացող ստորերկրյա ջրերում լուծված գագերը, ձնշման նվազման հետեանքով, կարող են անցատվել, ինչը հաճախ դիտվում է հանքային ջրերի ելքերի տեղում: Գաղերը ստորերկրյա ջրերում լինում են մթնոլորտային, կենսաքիմիական, ուղիղոգեն, մետամորֆածին և մագմածին ծագման: Որոշ գաղերի օգնությամբ (H_2 , Ar) որոշվում է ստորերկրյա ջրերի հասակը, դրանց մի մասը ջրին հաղորդում է բուժիչ հատկություններ (հանքային ջրեր), իսկ CO_2 -ը՝ բետոնի նկատմամբ ագրեսիվ (քայլքայիչ) հատկություն:

Հիգրոերկրաբարանական ուսումնասիրությունների ժամանակ ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմն ու հանքայնացումը հետազոտվում են քիմիական անալիզների միջոցով: Բատ

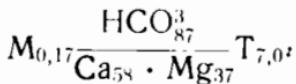
որում, հետազոտությունների մանրամասնությունը որոշվում է ելնելով ստորերկրյա ջրերի օգտագործման նպատակներից: Դիցուք, խմելու կամ բուժիչ նպատակների համար այդ հետազոտությունները կատարվում են ամենայն մանրամասնությամբ, իսկ ոռոգման կամ տեխնիկական նպատակների համար ջրերում որոշվում են դրանց բնդանուր հանքայնացումը և մակրոբաղադրիչների կազմն ու պարունակությունը:

Հիդրոերկրաբանության մեջ կիրառվում են ստորերկրյա ջրերի բիմիական կազմի արտահայտման բազմաթիվ ձեեր՝ աղյուսակներ, դիագրամներ, գրաֆիկներ և բանաձեեր: Վերջիններից առավել պարզ ու պատկերավոր է համարվում Մ. Գ. Կուլովի առաջարկած բանաձեեր: Այն իրենից ներկայացնում է կեղծ կոտորակ, որի համարիչում ցույց են տրվում անիոնների, հայտարարում՝ կատիոնների պարունակությունը մզ համարժ. տոկոսներով, ձախից-աջ բանակի նվազման կարգով, բատ որում՝ բանաձեեում չեն նշվում այն իոնները, որոնց բանակը փոքր է 10 մզ/համարժ. տոկոսից: Կոտորակի գծից ձախ, Ա տառի մոտ զրվում է ջրի բնդանուր հանքայնացման արժեքը (գ. 1), Ա տառից ձախ նշվում է գաղերի և առանձնահատուկ միկրոբաղադրիչների պարունակությունը (գ. 1)՝ նույնպես ձախից-աջ նվազման կարգով: Կոտորակից աջ հաձախ ցույց է տրվում ջրի ջերմաստիճանը (Տ° Ց) և դիարկվող հորատանցքի, ջր՛որի կամ աղբյուրի ջրի ծախսը (Δ մ³/օր): Օրինակ՝

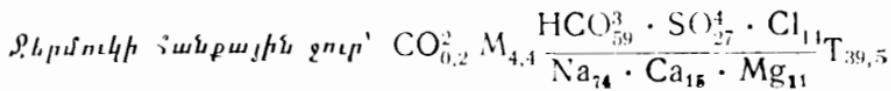
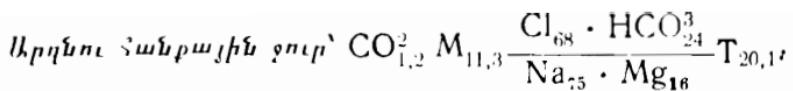


Ասվածը ավելի պարզ դարձնելու համար բերենք Հայաստանում տարածված ասավել տիպական ստորերկրյա ջրերի բնդանընացված բիմիական կազմը՝ արտահայտված Մ. Լ. Կուլովի բանաձեեով:

Արովյանի շրջանի Քառասունակնի խմբի աղբյուրների՝



Մեծամորի աղբյուրի՝ $\text{M}_{0,37} \frac{\text{HCO}_{61}^3 \cdot \text{SO}_{23}^4 \cdot \text{Cl}_{16}}{\text{Ca}_{45} \cdot \text{Mg}_{34} \cdot \text{Na}_{21}} \text{T}_{11,5}$



Օրինակ, Ջերմուկի հանքային ջրի կազմը՝ արտահայտված Մ. Գ. Կուռովի բանաձևով, պետք է հասկանալ հետեւյալ կերպ. ջրի ընդհանուր հանքայնացումը կազմում է 4,4 գ'/լ, այն պարունակում է աղատ CO_2 գազ՝ 0,2 գ'/լ, քիմիական կազմում գերիշխում են HCO_3 (59 մգ համարժ.%) և Na (74 մգ. համարժ.%) իոնները, ջրի ջերմությունը 39,5° է ըստ Ցելսիուսի:

ԼԵՒՆԱՅԻՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԶԲԱՖԻՉՈՒԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ ՈՒ ԶՐԵՐԻ ՏԵՍԱԿԱՆԵՐԸ

Լեռնային ապարների հիդրոերկրաբանական գլխավոր հատկանիշներից են ծակոտկենությունն ու ճեղքավորվածությունը: Հաստատված է, որ բեկորային և հատիկավոր կազմի ապարներին առավել բնորոշ է ծակոտկենությունը, իսկ ապառաժային ապարներին՝ ճեղքավորվածությունը: /Կան նաև ջրում հեշտ լուծվող ապարներ (քարաղ, զիպս, կրաքար և այլն), որոնց հատուկ են կարստային ուղիներն ու դատարկությունները:/

Ապարների ճեղքերի, ծակոտիների և դատարկությունների ողջ հանքագումարը ընդունված է անվանել ընդհանուր ծակոտկենություն: Հասկանալի է, որ ինչքան խոշոր են ծակոտիները, ճեղքերն ու դատարկությունները, այնքան մեծ է ապարի ջրատարության հատկանիշը: Լեռնային ապարներում ստորերկրյա ջրերի շարժման համար մեծ կարևորություն ունեն դատարկությունների շափերը: Մանր ծակոտիներում ու հեղքերում ջրի շփման մակերեսը պատերի հետ մեծ է, որի հետեանքով, օրինակ, կավային և մանրահատիկ ապարներում ջրի շարժումը խիստ դանդաղում է, իսկ տեկտոնապես կոտրատված կամ կարստային դանգվածներում ջրի շարժումը կարող է հշշեցնել գետային հոսքի:

Այն դեպքում, եթք ծակոտիների ու ճեղքերի չափերը փոքր են 1,0 մմ-ից, կոչվում են մաղական (կապիլյար) ճեղքածակոտիներ։ Այդպիսի ընդհանուր ծակոտինությամբ օժտված են մանրահատիկ նստվածքային և նուրբ ճեղքավոր ապահովային ապարները։ Տարբերվում են նաև մերձապական (սուրկապիլյար) ճեղքածակոտիներ, որոնց չափերը 0,0002 մմ-ից (0,2 միկրոնից) փոքր են։ Վերջիններս հատուկ են կապային և առողջ գանգվածային ապարներին, որոնցում թեև ընդհանուր ծակոտինությունը կարող է մեծ լինել, սակայն ջրի շարժում պրակտիկորեն չի կատարվում։ Եթք ճեղքերի ու ծակոտիների չափերը գերազանցում են 1 մմ-ից, դրանք կոչվում են ոչ մաղական։

Էնդհանուր ծակոտկենությունը (γ_1) քանակապես որոշվում է ապարում եղած բոլոր դատարկությունների ծավալի ($V_{\delta\eta}$) և նրա ընդհանուր ծավալի (V) հարաբերությամբ՝ արտահայտված տոկոսներով. $\eta = \frac{V_{\delta\eta}}{V} \cdot 100$ տոկոս։ Ընդհանուր ծակոտկենությունը բնութագրվում է նաև ծակոտկենության գործակցով (ε), որն իրենից ներկայացնում է ծակոտիների ծավալի ($V_{\delta\eta}$) և ապարի կմախիքի ծավալի ($V_{\eta\eta}$) հարաբերությունը՝ արտահայտված միավորի մասերով։

$$\varepsilon = \frac{V_{\delta\eta}}{V_{\eta\eta}},$$

Փուիր բեկորային և հատիկավոր ապարներում ծակոտկենությունն ապահովում էն միջմասնիկային դատարկությունները, որոնց չափերը կախված են մասնիկների մեծությունից, ձերից և դասավորության բնույթից։ Ապառաժային ապարներում ջրի շարժումը կատարվում է հաղորդակցվող ճեղքերի ու ծակոտիների միջոցով։

Հեռային ապարների ընդհանուր ծակոտկենությունը կարող է տատանվել մեծ սահմաններում՝ տասնորդական տոկությունը մինչև 90 տոկոս։ Այսպիս օրինակ, զանգվածային գրանիտի, գնեյսի, մարմարի, ործաքարի ընդհանուր ծակոտկենությունը չի գերազանցում 1 տոկոսից, իսկ ճեղքավոր բա-

զալտի, ավաղաբարի մոտ այն կարող է հասնել 15—20 տոկոսի, տուփի ու խայրամի մոտ՝ մինչև 50—60 տոկոսի: Սովորական կավային ապարները ունենում են 35—55 տոկոս ծակոտկենություն, ծռվային նորագուացումները, մասնավորապես տիղմը՝ մինչև 90 տոկոս:

Հեռնային ապարների ընդանուր ծակոտկենությունն ու լիթոլոգիական կազմը պայմանավորում են նրանց հիմնական ջրաֆիզիկական հատկությունները, որոնցից կարեորներն են խոնավատարությունը, ջրատվությունը, ջրաթափանցելիությունն ու մաղականությունը:

Վեպարի ջուր կլանելու և այն իր մեջ պահելու ունակությունը կոչվում է խոնավատարություն: Տարրերվում են լրիվ, մաղական, առավելագույն մոլեկուլյար և հիգրոսկոպիկ խոնավատարություն:

Հրիվ խոնավատարությունը համապատասխանում է ապարի այն վիճակին, երբ նրա մեջ եղած լոլոր գատարկությունները լրիվ չազեցած են ջրովք Քանակապես այն հավասար է ապարի ընդհանուր ծակոտկենությանը և արտահայտվում է տոկոսներով: Մաղական խոնավատարության տակ հասկացվում է ջրի այն քանակը, որը պահպանվում է ապարի մաղական ծակոտիների կողմից: Առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունը ապարում ֆիզիկապես կապված ամրող ջրաբանակն է, իսկ հիգրոսկոպիկ խոնավատարությունը՝ ապարի շղից կլանած, կապակցված (հիգրոսկոպիկ) ջրի քանակը:

Որոշ ապարների լրիվ և առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունների միջին արժեքները բերված են աղյուսակ 4-ում:

Աղյուսակ 4

Ապարներ	Հրիվ խոնավատարություն, տոկոս	Առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարություն, տոկոս
Խոշորահատիկ ավագ	20—60	1—2
Մանրահատիկ ավագ	26—31	1,5—2,5
Կավագագ	30—33	5—8
Ավագակագ	32—35	15—20
Կավ	40—46	32—40

/ Սանրության ուժի ազդեցության ռակ ջրառագեցված ապարների ջուր տալու (անջատելու) բնույնակությունը կոչվում է ջրատվարյուն/ Թվապես այս ավասար է լրիդ և առավելագույն մոլեկուլար խոնավատարությունների առարկերությանը: Ջրատվության մեծությունը որոշվում է ապարից աղատ կերպով (գրավիտացիայով) անջատված (աբտագրաված) ջրի ու ապարի ծավալների հարարերությամբ և արտահայտվում է միավորի մասերով: Ապարների այս հատկության մասին որոշակի պատկերացում կողմելու համար բերենք Օ. Բ. Սկիրգելովի և ուրիշների կողմից առավել լավ ուսումնասիրված որոշակի ապարների ջրատվության տրվալյալները (աղյուսակ 5):

Աղյուսակ 5

Ապարներ	Ջրատվությունը, միավորի մասեր
Խոշորահատիկ ավագ	0,25—0,35
Մանրահատիկ ավագ և կավագագ	0,1—0,2
Ավագակավ և տորֆ	0,05—0,1
Կավային շաղախով ավագաքար	0,02—0,03
Ճեղքավորված կրաքար	0,01—0,1

Բերված տվյալները վկայում են, որ ապարների ջրատվությունը տատանվում է մեծ սահմաններում: Խոշորահատիկ և բեկորավոր ապարները օճտված են մեծ ջրատվությամբ, իսկ կավերի, տորֆի և այլ մանրահատիկ ապարների մոտ գործնականում ջրատվություն չի նկատվում: /Ջրի ճնշման առկայության դեպքում ապարի իր միջով ջուր բաց թողնելու հատկությունը կոչվում է ջրանցքիկություն կամ ջրաբափանցելիություն: /Վերջինիս մեծությունը կախված է ոչ միայն ապարների ընդհանուր ծակոտկենությունից, այլ նաև ճեղքերի ու ծակոտիների չափերից և հաղորդակցման աստիճանից:

Համաձայն ակադ. Ֆ. Պ. Սավարենսկու պայմանական դասակարգման, լեռնային ապարները ըստ ջրաթափանցելիության ստորաբաժանվում են 3 խմբի. ջրաթափանց, թույլ

ջրաթափանց և ոչ ջրաթափանց կամ ջրամերժ: Ջրաթափանց ապարների շարքին են դասվում փոխրրեկորային և խոշորագույն նստվածքները (ավաղներ, խիձ, զլարար, գետափար և այլն), ինչպես նաև ձեղքավոր ու բեկորատված ապառաժային ապարները (բաղալտներ, խարամ, կոտրատված գրանիտ, թերթարարեր և այլն): Մանրահատիկ և կավով շաղախված նստվածքները (ավաղակավ, կավավագ, լյուս), ինչպես նաև թույլ ձեղքավորված ապառաժային ապարները թույլ ջրաթափանց են: Վերջապես, կավերն ու դանդվածային (ոչ ձեղքավոր) ապառաժային ապարները կարող են գործնականում ոչ ջրաթափանց լինել և ջրատար ապարների համար ծառայել որպես ջրամերժ հիմք:

Ապարների ջրաթափանցելիությունը թվապես գնահատվում է ծծանցման (Փիլտրացիայի) գործակցությունում: Վերջինս հավասար է ապարի միջով ջրի շարժման արագությանը, եթե ջրի ճրնշման գրադիենտը հավասար է 1-ի: Ծծանցման գործակիցը շափակում է սմ/վրկ-երով կամ մ/օր-երով: Մի շարք ապարների համար նրա միջինացված արժեքները բերված են աղյուսակ 6-ում: Ջրաթափանց ապարների ծծանցման գործակիցը մեծ է 1 մ/օր-ից, թույլ ջրաթափանցներինը՝ 0,001—1,0 մ/օր սահմաններում է, իսկ ոչ ջրաթափանցներինը՝ փոքրը է 0,001 մ/օր-ից, այսինքն ապարում գործնականությունը ջրի շարժում չի կատարվում:

Ապառաժային ապարների ծծանցման գործակիցը տատանվում է մեծ սահմաններում և էապես կախված է դրանց ձեղքավորվածության աստիճանից: Այսպես օրինակ, ամուռ զանգվածային բազալտների ծծանցման գործակիցը կարող է կազմել ընդամենը միավորի տասնորդական ու հարյուրերորդական մասեր, իսկ ձեղքավոր ու խարամի պարունակությամբ բազալտներինը կարող է կազմել 1—100 մ/օր և ավելի: Ջրաթափանցության բարձր հատկանիշներով են օժտված նաև կարստավորված ապարները, եթե դրանցում կարստային դաշտը հասել է մեծ զարգացման: Օրինակ, կարստավորված կրաքարերի ծծանցման գործակիցը կարող է տատանվել 50—500 մ/օր և ավելի սահմաններում:

Եռնային ապարների փոքր ծակոտիները սովորաբար մաղանոթների հատկություն ունեն: Մակերևությային լարվա-

ծության ուժերի շնորհիվ գրունտային ջրերը ապահնեն մաղանոթներով վեր ևն բարձրանում և առաջացնում են մաղական ջրերի սրոշակի բարձրության նորիկոններ: Մաղականության ցուցանիշներն են մաղական բարձրացման աշագությունն ու մակարդակը: Դրանք կախված են ապարի մեխանիկական կազմից, մասնիկների ձևից, խտությունից:

Աղյուսակ 6

Ապարներ	Սծանցման գործակից, մ/օր
Կավեր	0,001
Ավագակավ	0,001—0,01
Կափափաղ	0,01—0,5
Մանրահատիկ ավաղ	0,5—5,0
Խոշորահատիկ ավաղ	5,0—60,0
Գլաքար ավագային լիցքով	20—100
Գլաքար և գետաքար	100

Աղյուսակ 7

Ապարներ	Կապիլյար բարձրացում, սմ
Խոշորահատիկ ավաղ	10—35
Մանրահատիկ ավաղ	35—100
Կափափաղ	100—200
Ավագակավ	200—400
Կավեր	400—600

ու դասավորությունից, ինչպես նաև ջրի ջերմաստիճանից ու հանքայնացումից: Ինչպես վկայում են ստորև բիրված աղյուսակի (7) տվյալները, խոշորահատիկ ապարներում մաղական բարձրացումը փոքր է, իսկ մանրահատիկ ապարներում՝ մեծ: Որոշ տեսակի կավերում մաղական բարձրացումը կարող է հասնել 10—12 մ-ի: Ապացուցված է, որ ջրի ջերմաստիճանի բարձրացման դեպքում մաղական բարձրացումը նվազում է, իսկ հանքայնացման բարձրացման դեպքում՝ ավելանում: Դի-

տումները ցույց են տվել, որ խոշորագույնիկ ապարներում մազական բարձրացումը վերջնականապես ավարտվում է 60—100 օրում, իսկ ծանր կավերում՝ 360—475 օրում: Մազական բարձրացումը սկսվում կատարվում է մեծ արագությամբ, ապա խիստ դանդաղում է:

Լեռնային ապարներում մազական բարձրացման երեսությունները հաճախ գործնական մեծ նշանակություն ունեն՝ Մազական ջուրը կարող է սնուցել բույսերին, եթե հասնում է արևատներին: /Սակայն, եթե մազական ջուրը բարձրանում է սինչև երկրի մակերևույթ ու գոլորշիանում է, ապա տեսական պրոցեսի դեպքում զգալի շափով աղեղ են կուտակվում և հողերը վերածվում են աղուտների: Մազական ջրերը բացասական ազդեցություն են ունենում նաև ինժեներական կառուցների վրա. շենքերի նկուղային հարկերում խոնավությունը մեծանում է, աղեղը քայլայում են կառուցների հիմքերը և այլն:

Ինչպես վերեսում նշվեց, բնության մեջ ջուրը միակ միացությունն է, որ հանդիս է զալիս չ ապրեզատային վիճակներով՝ հեղուկ, կարծր և գոլորշի: Լեռնային ապարներում ջուրը տարբեր ձևով ու վիճակով պարունակվում է դրանց և եղբերում ու ծակոտիներում, միներալների ու ապարների մասնիկների շրջակայքում, ինչպես նաև առանձին միներալների քիմիական կազմում:

Հեռնային ապարներում ու միներալներում ջրի տեսակների դասակարգման բարդ հարցերով մանրամասնորեն զբաղվել է Ա. Ֆ. Լերեղեր: /Այդ դասակարգումը, որ հետազուրկ ճշգրտվել ու լրացվել է Ա. Ի. Գոլգովի, Վ. Ա. Պրիկոնսկու, Ա. Ա. Ռոդեի, Ե. Մ. Մերգենի և ուրիշների աշխատանքներով, կարելի է ներկայացնել հետեւյալ կերպ:

+ 1-ին. գոլորշու ձեռվ:

2-րդ. ֆիզիկական կապակցված ջուր: Տարբերում են լումուր կապակցված (աղսորցված կամ հիդրոսկոպիկ) և թույլ կապակցված (թաղանթային) ջրատեսակներ:

3-րդ. ապատ կամ զրավիտացիոն ջուր: Տարբերում են մազական (մակերեսութային լարվածությամբ կապված) և միանգամայն ապատ ջրատեսակներ:

Դ-րդ. կարծի (սաոցի) ձեռվ ջուր:

Տ-րդ. միներալներում բիմիապիս կապակցված ջուր Տարրերում են բյուրեղային (Կրիստալիկացիոն), կառուցվածքային (Կոնստիտուցիոն) և ցեղիտային ջրատեսակներ:

/ Գոլորշու ձեռվ ջուրը օգի հետ միասին պարունակվում է աերացիայի զոնայի լեռնային ապարների ճեղքերում ու ձակոտիներում: Այն գտնվում է դինամիկ հավասարակշռության մեջ ինչպես մթնոլորտային գոլորշու, այնպես էլ ապարների այլ ջրատեսակների հետ: Ջրային գոլորշիների շարժումը ապարներում կատարվում է առաձգականության գրադիենտի առկայության դեպքում, որը հիմնականում պայմանավորված է տարբեր տեղամասերի ջերմաստիճանային տարբերությամբ: Չմունք ջրային գոլորշիները շարժվում են ներքեից-վերե, իսկ ամոռանք՝ հակառակ ուղղությամբ: Մի տեղում ջրի գոլորշիացումը, մեկ այլ տեղում այլ գոլորշիների խտացումը (Կոնդենսացիան) կարող են զգալի դեր խաղալ ապարներում և հողարուսական ծածկոցում խոնավության տեղարաշիման գործում:

/ Ֆիզիկապիս կապակցված ջուրը գերազանցապես տարածված է մանրահատիկ կամ կավային ապարներում: Հայտնի է, որ փոքր շափերի կավային մասնիկների մակերեսվույթին առաջանում է բացասական լիցրով էլեկտրաստատիկ դաշտ: Վերջինս ձգում է ջրի մոլեկուլներին, որոնք իրենցից ներկայացնում են դիպոլներ, և այս ձեռվ ապարի մասնիկների շուրջ կուտակվում են այս կամ այն քանակի ջրային մոլեկուլներ: Եթե այդ մոլեկուլների կուտակման հաստությունը չի գերազանցում 1 մոլեկուլից, ապա առաջանում է ամուր կապակցված կամ հիգրոսկոպիկ ջուր: Այն կապակցված է մասնիկի հետ հսկայական շափերի մոլեկուլյար ու էլեկտրաստատիկ ձգողական ուժերով (մինչև մի քանի հազար մըթ-Նոլորոտ) և կարող է տեղաշարժվել միայն րարձը ջերմաստիճանում ($100-120^{\circ}$ Ց) գոլորշիացման ճանապարհով:

Ամուր կապակցված ջրային մոլեկուլները կարող են ծածկվել ավելի հաստ շերտով կամ թաղանթային ջրով, որն ավելի թույլ է կապակցված ապարի մասնիկների հետ: Թաղանթային ջուրը որոշակի հաստության դեպքում ընդունակ է դանդաղորեն շարժվել դեպի հարեան ավելի բարակ թաղանթում:

թով մասնիկները: Եարժման արագո թյունը կախված է ապարի մասնիկների միներալային կազմից, միջավայրի ջերմաստիճանից և ջրի ռանքայնացման աստիճանից: Իւղանբային ջուրը փերոստատիկ ձնշում չի հաղորդում, ընդունակ է որոշ քանակի աղեր լուծել և թուլացնում է կավային ապարների առաջական հատկանիշները:

Ազատ կամ գրավիտացիոն ջուրը ստորաբաժանվում է 2 տեսակի: Լևոնային ապարների ջրային հատկությունները վերեսում դիտարկելիս որոշակի պատկերացում կաղմեցինք սաղական ջրերի մասին, իսկ միանգամայն աղատ կամ գրավիտացիոն ջուրը հիդրոերկրաբանության խնդրու առարկան է և նրա ըստ ամենայնի դիտարկումը կարվի հետագա շարադրանքում:

Աարձեր (սառցի) ձեռվ ջուրը լեռնային ապարներում պարունակվում է առանձին բյուրեղների կամ սառցային շերտերի տեսքով: Կախված տեղանքի կլիմայական պայմաններից, սառցի ձեռվ ջուրը կարող է ցուրտ ժամանակաշրջանում սարածվել որոշակի խորություններում, իսկ հավերժական սառցույթի գոտիներում այն մշտապես գոլություն ունի և ընդգրկում է առողջի խորություններ: Սառցի ձեռվ ջուրը կարծրացնում է բոլոր տեսակի գրունտների միջմասնիկային կապերը, նույնիսկ փուխր բեկորային ու հոսուն գրունտները վերածվում են ապառաժային ապարների, որոնք կապես այլ ֆիզիկամեխանիկական հատկանիշներ են ձեռք բերում:

Քիմիապես կապակցված ջուրը մտնում է միներալների քիմիական կազմի մեջ: Բյուրեղային (կրիստալիկացիոն) ջուրը մտնում է միներալների բյուրեղային ցանցի մեջ առանձին մոլեկուլների կամ դրանց խմբի ձեռվ: Այս ջուրը միներալից կարելի է անջատել $250-300^{\circ}\text{C}$ ջերմային պայմաններում կամ միներալի քայլայման դեպքում: Առավել շատ բյուրեղային ջուր պարունակող միներալներից կարելի է նշել սոդան՝ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ (ջուրը կազմում է 42ոի 63 տոկոս), միրարիլիտը՝ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ (55,9 տոկոս), բիշոֆիտը՝ $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ (53,2 տոկոս), գիպսը՝ $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (20,9 տոկոս) և այլն:

Կառուցվածքային (կոնստիտուցիոն) ջուրը միներալների բյուրեղային ցանցում ներկայացվում է OH^- , H^+ և H_3O^+

ի խոնների ձևով։ Այս ջուրը կարելի է անջատել ավելի բարձր չերմաստիճանում ($300-1300^{\circ}$ Ց) կամ միներալի բյուրեղային ցանցի լրիվ բայրայման դեպքում։ Որպես օրինակ կարող են ծառայել (Al_2O_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ հիդրօքսիդները և այնպիսի տարածված միներալներ, ինչպիսիք են դիասպրը՝ $\text{AlO} \cdot \text{OH}$, տոպազը՝ $\text{Al}_2(\text{OH})_2\text{SiO}_4$ և այլն։

Ցեղիտային ջուրը միներալի հետ շափաղանց թույլ է կապված, նրա քանակի փոփոխությունը չի աղդում բյուրեղային ցանցի կառուցվածքի վրա։ Ցեղիտային ջուրը միներալից անջատվում է $80-120^{\circ}$ -ում։ Այս ափի ջուրը պարունակող բնորոշ միներալ է օպալը՝ $\text{SiO}_2 \cdot \text{nH}_2\text{O}$ ։

ԱՏԱՐԵՐԿԻՑԱ ԶԲԵՐԻ ՏԱՐԱԾՄԱՆ ՕՐԻՆԱՋԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ ՈՒ ՏԻՊԵՐԸ

Լեռնային ապարների ջրաֆիզիկական հատկությունները դիտարկելիս պարզ դարձավ, որ կախված ապարների լիթոլոգիական կազմից ու ընդհանուր ծակոտկենությունից, դրանք կարող են իրենց դրսերել որպես ջրատար կամ ջրամերժ միջավայրեր։

Կախված երկրակեղեռում ջրատար ու ջրամերժ ապարների տեղաբաշխությունը, դրանցում կարող են առաջանալ այս կամ այն քանակի ջրային կուտակումներ, որոնց համակցությունը առաջացնում է երկրակեղենի ստորերկրյա ջրային պատյանը կամ «անտեսանելի օվկիանոսը»։ Ստորերկրյա ջրային պատյանի ստորին սահմանը, բայց պրոֆ. Ա. Մ. Օվշիննիկովի, պայմանականորեն կարող է հասնել մինչև $12-16$ կմ խորությունները, այսինքն կրիտիկական չերմաստիճանի ($+374^{\circ}$ Ց) խորությունները, որտեղ ջրի հեղուկ վիճակում գոյությունը անհնար է։ Որոշ գիտնականներ (Ֆ. Ա. Մակարենկո, Վ. Ս. Խլյան) գտնում են, որ գեղոտեկտոնական առանձնահատկություններով պայմանավորված, երկրակեղենի որոշ մասերում այն կարող է հասնել մինչև $70-100$ կմ խորությունները։ Սակայն հիդրոերկրաբանական գործնական խնդիրների լուծման տեսակետից կարելի է սահմանափակվել մինչև

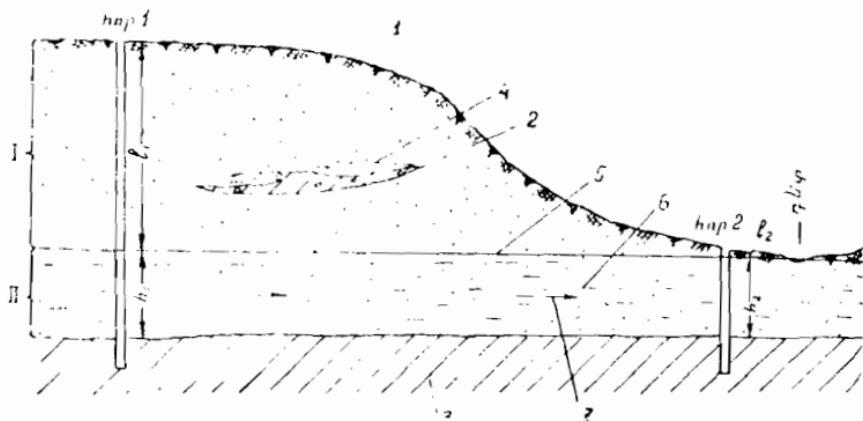
Տ կմ՝ խորության երկրակեղեռվ, ինչպես դա տրվում է ստոր-
երկրյա ջրերի ընդհանուր պաշարները կնանատելիս:

Ստորերկրյա ջրային պատյանի վերին սահմանը երկրի
մակերևույթից հաշված կարող է տատանվել մի քանի մետ-
րից մինչև 100 մ: Առանձին դեպքերում, մասնավորապես
Հումիդ (խոնավ) կլիմայական պայմաններում, ստորերկրյա
ջրերը կարող են ընդուապ մոտենալ մակերեսույթին կամ նույ-
նիսկ «արտահայտվել» մակերեսույթի վրա՝ ճահիճների ձևով:
Երկրակեղեի կտրվածքի ամենավերին հատվածը, որը
գուրկ է ստորերկրյա ջրերի կայուն կուտակներից և ապար-
ների դատարկություններում առկա է օդը, կոչվում է Խեւա-
ցիայի զոնավ(նկ. 3): Վերջինի հզորությունը կախված է տե-
ղանքի կլիմայական պայմաններից, ջրամերժ ապարների
լին շերտի տեղադրման խորությունից և, ինչպես ասացինք,
կարող է հասնել մինչև 100 մետր հզորության:

Երացիայի զոնան մեծ դեր է կատարում գրունտային
ջրերի սննման ու ծախսման գործում, նրա միջոցով է իրա-
կանացվում ստորերկրյա ջրերի ու մթնոլորտի կապը, այսին-
քըն այս զոնան կատարում է մի տեսակ թափաբեկի (րու-
ֆերի) դեր: Ելազես, անձրեային և ձն հալքային ջրերը, անց-
նելով աերացիայի զոնան, սնում են ստորերկրյա ջրային հո-
րիզոնները, իսկ չորային գոտիներում, ստորերկրյա ջրերի ոչ
խորը տեղադրման դեպքում (մինչև 3 մ) այս զոնայի միջով
է կատարվում գոլորշիացումը:

Երացիայի զոնայից ներքե տարածվում է հազեցման
զոնան(նկ. 3), որտեղ ապարների ճեղքերն ու ծակոտիները
ամբողջապես լցված են աղատ (գրավիտացիոն) ջրով: Հա-
զեցման զոնան մայրցամաքում գրեթե համատարած բնույթ
ունի, հանդիպում է նույնիսկ տափաստանային ու անապա-
տային մարգերում, սակայն ավելի մեծ խորությունների
վրա (տասնյակ և հարյուրավոր մետրեր): Այս զոնայի մեծ
խորություններում, սկսած 1,5 կմ-ից, ֆիդիկապես կապված
ըրերը նույնպես անցնում են շարժուն վիճակի, իսկ 4—5
կմ-ից մեծ խորություններում, որտեղ թափավորում են
բարձր ճնշումն ու ջերմաստիճանը, հեղուկ վիճակի են անց-
նում նաև քիմիապես կապված ջրերը:

Կախված ջրատար ապարների կառուցվածքային առանձ-



Նկ. 3. Վերնաշրեթ ու գրունտային ջրերի տևզադրման սխեմա.
1—ամբաղջայի զսնա, II—նոգեցման զսնա. I—ափակ, 2—գլաբա-
րով ավազակավ, 3—կավ, 4—վերնաշրեթ, 5—գրունտային ջրեր, 6—
գրունտային ջրերի մակարդակ, 7—գրունտային ջրերի հոսքի ուղղություն,
h₁, h₂—գրունտային ջրերի հոսքի հոսքավանցքերում, i₁, i₂—գրու-
տային ջրերի տեղադրման խորությունը:

նահատկություններից, ստորերկրյա ջրերը կարող են ունենալ
տարածման բազում ձևեր, սակայն առավել շատ հանդիպում
են շերտաձև կուտակները, Խոնավ կլիմայական պայմաննե-
րում ստորերկրյա ջրերի կուտակները կարող են անոելի չա-
փերի ծովային ավազաններ հիշեցնել, իսկ շորային գոտինե-
րում՝ «լցնել» միայն թաղված չին սելինֆի (պալեոռելինֆի)
ցածրագիր մասերը: Ակատ ջրերը կուտակվելով ջրատար
ապարներում, որոնք տեղադրված են ջրամերժ ապարների
շերտի վրա, կամ վերելից ու ներքեից պարփակված են ջրա-
մերժ շերտերով, առաջացնում են ջրատար հորիզոններ: Հա-
ճախի երկրակեղենի ուղղաձիգ կտրվածքում հանդիպում են մի
քանի ջրատար հորիզոններ, որոնք միմյանցից անջատված են
ջրամերժ շերտով: Այսպիս օրինակ, Արարատյան արտեկոյան
ավազանում գոյություն ունեն ճեղքավորված բազալտների և
գետաձային բեկորավոր նստվածքների հետ կապված առ-
նվազն 3 ջրատար հորիզոններ, որոնք միմյանցից անջատ-
ված են կավային ու ավաղային շերտերով:

Հիդրոերկրաբանների կողմից մշակվել են ստորերկրյա
ջրերի բազմաթիվ դասակարգումներ, որը բացատրվում է այդ

չրերի բազմարնույթ բնական առանձնահատկություններով: Որպես դասակարգման հիմք բնողունքում են ստորերկրյա չրերի ծագումը, նրանց տեղադրման ձեւը ու պայմանները, հիդրոդինամիկ ցուցանիշները, որակական կազմը, ջրատար ապարների լիթոլոգիական կազմն ու հասակը և այլն: Դիտարկենք պրոֆ. Ա. Մ. Օվչիննիկովի ընդհանրացված գաւակարգումը, որի համաձայն ստորերկրյա ջրերը բաժանվում են 3 խոշոր տիպերի՝ վերնաջրեր, գրւունտային և արտեկյան չրեր:

Վերնաջրեր կոչվում են այն ստորերկրյա ջրերը, որոնք փոքր, ոչ համատարած կուտակների ձևով տեղադրված են երացիալի դոնայում: Սովորաբար դժ.անք կապված են երիտասարդ նստվածքների հետ (մանրահատիկ ավագներ, ավազակավեր, լյոս և այլն), որոնց համար ջրամերժ հիմք են ծառայում կավալին ոսպնյակներն ու շերտիկները (նկ. 3): Վերնաջրերին են դասվում նաև «կախված» ջրերը, որոնք մակերեսույթից թափանցելով աերացիալի դոնա, ջրի ոչ բավարար քանակի պատճառով չեն հասնում գրւունտային ջրերին, բայց և չեն հասցըել գոլորշիանալ:

Վերնաջրերին բնորոշ են հետեւյալ հատկանիշները. պլանում դրանք ունեն ոչ մեծ տարածում և տեղադրված են փոքր խորությունների վրա, պաշարները մեծ չեն և ունեն սեղոնային բնույթ (սովորաբար տաք կիսատարում վերանում են): Խոնակ գոտիներում վերնաջրերը ունենում են փոքր հանքայնացում և մեծամասամբ հիդրոկարբոնատային կալցիումային կազմի են, իսկ չորային գոտիներում հանքայնացումը բարձր է, քիմիական կազմում գերիշխում են Ը և Նա իոնները:

Տեղադրման փոքր խորությունների հետեւնքով վերնաջրերը հակված են շուտ աղտոտվելու, հատկապես՝ բնակավայրերի շրջակայքում:

Վերնաջրերը կարենոր գեր են խաղում բույսերի սնման գործում և թերևս այդ պատճառով էլ կրում են սեղոնային բնույթ: Մարդու տնտեսական կարիքների համար այդ ջրերը մեծամասամբ պիտանի չեն, բայց չորային գոտիներում դրանք երբեմն օգտագործվում են նաև խմելու համար: Վերնաջրերը երբեմն կարող են վնասակար գործոն հանդիսանալ շինարարական և լեռնատեխնիկական աշխատանքների

ծավալմանը, այդ պատճառով անհրաժեշտ է լինում կատարել բորացման (գրենաժի) ղմփարին աշխատանքներ:

Գունադարձության կոչվում են երկրի մակերևույթից հաշված տոսացին տարածուն ջրամերծ շերտի վրա տեղադրված ջրերը սրոնք դրադեցնում են ընդարձակ տարածքներ և մշտակի գոյություն ունեն: Գրունտային ջրերը հորիզոնը սովորաբար ջրամերծ ապարներով ծածկված չեն, իսկ ջրատար շերտը ջրով ամրողությամբ չի լցված (նկ. 3): Գրունտային ջրի մակերևույթը վերեից սահմանափակված չի, այդ պատճառով դրանք համարվում են աղատ, ոչ ճնշումային: Հորատանցքով կամ ջրհորով գրունտային ջրերի հորիզոնը հատելիս նրա այլելին կանգնում է սկզբնապես լացված մակարդակի վրա:

Առանձին տեղամասերում, որտեղ գրունտային ջրերը վերելից պարփակված են լոկալ ջրամերծ շերտով, դրանք ձևով են բերում տեղական փոքր ձնշում: Որպես կանոն, գրունտային ջրերի սնման և տարածման մարգերը համընկնում են: Տափաստանային ու անապատային գոտիներում սնման մարգերը կարող են ծգվել դեպի մոտակա բարձրադիր լեռները: Իսկ որոշ միջլեռնային գոգավորություններում, ինչպես օրինակ, Արարատյան արտեղյան ավազանում, գրունտային ջրերը սնվում են առավելապես խորքային հորիզոններից, որոնք իրենց հերթին սնվում են գոգավորությունը և գրավորող լեռնաշղթաներից:

Մշտական պաշարներով բնորոշվող գրունտային ջրերը ընության մեջ ունեն լայն տարածում: Դրանք գերազանցապես կուտակվում են շորրորդական հասակի նորագոյացումներում: Ինչպես նաև արմատական ապարների հողմնահարման կեղեռում: Գրունտային ջրերի տեղադրման պայմանները բագավակի են և պայմանավորված են տեղանքի ֆիդիկաշխարհագրական, երկրաբանական-լիթոլոգիական, գեոմորֆոլոգիական և այլ գործուներով:

Գրունտային ջրերը բավական դգայուն են մթնոլորտում տեղի ունեցող փոփոխական պրոցեսների նկատմամբ: Կախված մթնոլորտային տեղումների քանակից, գրունտային ջրերի մակարդակը զգալի փոփոխություններ է կրում: անձրևադրական եղանակներին և չորային տարիներին այն զգալիորեն իշնում է, իսկ անձրևային եղանակներին և խոնավ տարինե-

րին՝ բարձրանում։ Մակարդակի տատանումների հետ զուգընթաց է ական փոխոխովլյունների ևն ենթարկվում նաև գրուտային ջրերի ֆիզիկա-քիմիական հատկանիշները։

Գրունտային ջրերը մարգու կարիքների համար առավել մատչելի ստորերկրյա ջրերն են։ Դյուղական բնակավայրերում լայնորեն տարածված է ոչ խորը ջր՝որերի միջոցով դրանց շահագործումը։ Սակայն գրունտային ջրերի ոչ խորը տեղադրման պատճառով դրանք հաճախ ենթակա են աղտոտման և վարակման։

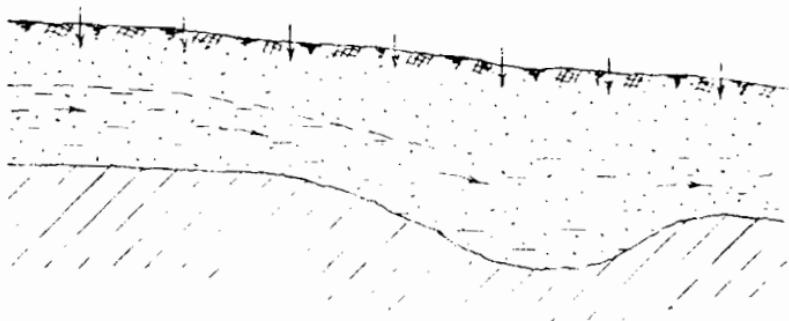
Գրունտային ջրերի աղատ մակերեսույթը կոչվում է հայելի կամ սփոռոց։ Քանի որ այն ենթակա է տատանումների, ապա օգտագործվում է գրունտային ջրերի մակարդակ հասկացողությունը, որը նշանակում է ջրերի հորիզոնի վերին և համանի տեղադիրքը՝ աշխածերժ շերտից։ Գրունտային ջրերի մակարդակը պայմանափորում է ջրատար հորիզոնի հորությունը (1) և տեղադրման խորությունը (1)՝ հաշված երկրի մակերեսույթից (նկ. 3)։

Գրունտային ջրերի հայելին որոշակի կախման մեջ է տեղանքի ուղիելքից, ջրատար ապարների համասեռությունից և ջրամերժ ապարների ուղիելքից (պալեոռիլիելքից)։ Հաճախ այդ հայելին իրենից ներկայացնում է թույլ ալիքավոր մակերեսույթ, որի բնդհանուր թերությունը ուղղված է դեպի տեղանքի մոտակա ցածրությունները (ձորակները, գետահովտները և այլն)։ Համասեռ ապարներում գրունտային ջրերի մակերեսույթը կարող է կատարյալ հարթ լինել, իսկ հարթավայրային տեղանքներում գոզավոր ջրամերժ հիմքի դեպքում ունենան հորիզոնական դիրք։ Վերջին դեպքում հորիզոնին անվանում են գրունտային ջրերի ավաղան։

Բնության մեջ ավելի հաճախ գրունտային ջրերի հայելին որոշակի թերություն ունի, որի շնորհիվ ստորերկրյա ջրերը շարժվում են դեպի տեղանքի ցածրությունները և էրոզիոն խրվածքներում դուրս գալիս երկրի մակերեսույթ։ Այս դեպքում արդեն գործ ունենք գրունտային ջրերի հոսքի հետ։ Հոսքի արագությունը կախված է ապառների ջրաթափանցելիությունից և գրունտային ջրերի հայելու թերությունից, որը կոչվում է նաև իդրավլիկ թերության կամ ճնշման գրադիենտ։

Երեմն բնության մեջ հանդիպում են գրունտային չըրել ավաղանների և գրունտային հոսքերի զուգորդումներ (նկ. 4): Ջրամերժ հիմքի զոգավորություններում գրունտային չըրել բր գտնվում են կանգուն վիճակում, իսկ վերելից տեղի է ունենում գրունտային չըրելի աղատ հոսք:

Մանրության ուժի շնորհիվ գրունտային չըրելը շարժվու են բարձրադիր տեղամասերից (սկսած գրունտային չըրել շրրածանից) զեղի ցածրությունները, ըստ սրում՝ ապարների և եղբերում ու ծակոտիններում չուրը կատարում է բարդ և տարրեր բնույթի շարժում: Գետահովիտներում, հատկապե մերձհունային հատվածում գրունտային չըրելի շարժման ուղղ դությունը համընկնում է մակերեսութային հոսքի ուղղությանը:



Նկ. 4. Գրունտային հոսքի ու գրունտային ավագանի զուգորդման սխեմա. 1— ավագ, 2— ջրատար ավագ, 3— ջրամերժ կազ, 4— գրունտային չըրելի մակարդակ, 5— գրունտային չըրելի շարժման ուղղություն, 6— ներծծում:

Բառ Ե. Ա. Ջամարինի տվյալների, գրունտային չըրելի մակերեսույթի հաճախ դիտվող $0,001\text{--}0,01$ հիղբավլիկ թեքությունների զեղբում ստորելիքյա չըրելի շարժման արագությունը կարող է կազմել՝ զլաբարելում՝ $2,0\text{--}5,0$ մ/օր, խոշորահատիկ ավագներում՝ $1,5\text{--}2,5$ մ/օր, մանրահատիկ՝ $0,8$

ավագներում՝ 0,5—1,5 մ/օր, ավագակավերում՝ և լյոսերում՝ 0,1—0,5 մ/օր:

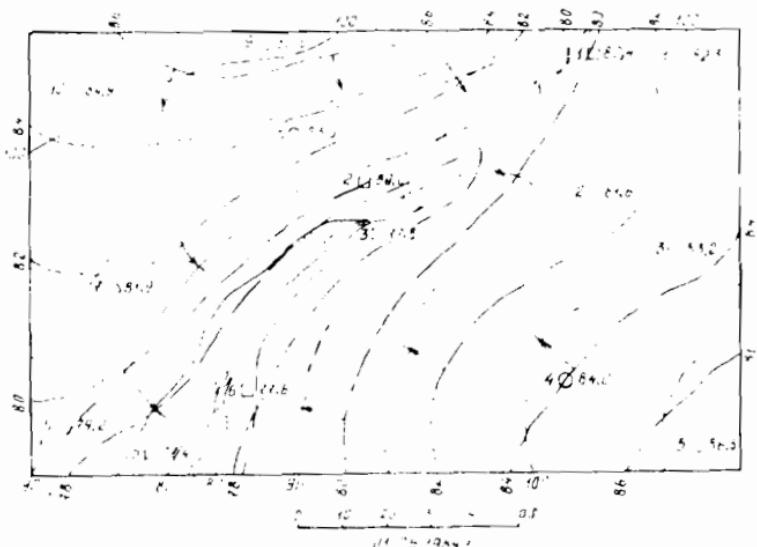
Տեղանքի ցածրադիր մասերում, որտեղ գրունտային ջրերի հորիզոնը հատվում է գետահովտներով և այլ երողիոն խրվածքներով, այդ ջրերը բնոնաթափվում են աղբյուրների և թացույթների ձևով: Գրունտային հոսքերի հետ կապված աղբյուրները սովորաբար ունենում են վարրնթաց բնույթ: Գրունտային ջրերի տեղադրման, սննման ու շարժման պայմանները ժամանակի ընթացքում փոփոխական են, որի հետեւնքով փոխվում են նաև դրանց մակերեսույթի ընույթը, շարժման առագությունը, ջրերի ֆիզիկական հատկանիշները, քիմիական կազմը և այլն: Քանի որ գրունտային ջրերը մարդու կյանքում հսկայական կարենություն ունեն, ապա վաղուց ի վեր ուսումնասիրվում են նշված փոփոխությունները պայմանավորող օրինաչափությանները: Ստեղծվել է հիդրոերկրանության հասուկ րածին, որն ուսումնասիրում է ստորերկրյա ջրերի ուժիմը: Վերջինիս տակ հասկացվում է ստորերկրյա ջրերի վարքը (որուկական ու քանակական փոփոխությունները) ժամանակի ընթացքում՝ կախված երկրարանական ու ֆիզիկաաշխարհագրական գործուններից և մարդու անտեսական դորժունեությունից:

Գրունտային ջրերի ուժիմի վրա հիմնականում ազդում են դրանց սնման պայմանները, որոնք իրենց հերթին կախված են տեղանքի կլիմայական, ուղիելքային, հողարուսական, լիթոլոգիական և այլ գործոններից:

Ուսումնասիրելով տեղանքի աղբյուրները, ջրհորերն ու հորատանցքերը, իդրոերկրարանները կազմում են գրունտային ջրերի իզոգծերի (հիդրոիզոհամերի) քարտեղ՝ որոշակի ժամանակահատվածի համար: Հիդրոիզոհամերը կազմվում են ուղիելքի հորիզոնականների (իզոգծերի) անալոգիալով՝ սահուն գծերով միացնելով ստորերկրյա ջրերի հավասար մակարդակներ ցույց տվող կետերը (նկ. 5): Անենալով հիդրոիզոհամերի քարտեղը՝ համազրված ուղիելքի իզոգծերի վրա, քարտեղի ցանկացած կետում այդ շիշերի տարրերությամբ կարելի է որոշել գրունտային ջրերի տեղադրման խորությունը, դրանց հայելու թեքությունը և շարժման ուղղությունը:

ինչպես վերևում նշեցինք, գրունտային ջրերի քանակը՝ սրակը և տեղադրման խորությունը կախված են ոչ չիալն երկրարանական գործոններից, այլ նաև շրջանի ֆիզիկա-աշխարհագրական, մասնավորապես կլիմայական պայմաններից: Գրունտային ջրերի կապը կլիմայական գոնալականությունից առաջինը հայտնաբերել է ռուս ականավոր դիտական Վ. Վ. Դոկուչաևը: Հետագայում նրա աշակերտներ Պ. Վ. Օտոցկին ու Վ. Ս. Իլյինը, իսկ ավելի ուշ, ճանաչված Յիդրուերկուարաններ Օ. Կ. Լանգեն, Գ. Ն. Կամենսկին և ի. Վ. Գործոնովը մահրումանորեն քարտեզահանել են Սովետական Միտթյան ամբողջ տարածքի գոնալ գրունտային ջրերը:

Հարկ է նշել, որ ըստ տարածման պայմանների միզրո-



Նկ. 3. Հիգրոիզոնիպսերի սինէմատիկ հարակ.

- 1 — ուղիեթի հորիզոնական, 2 — հեղորիզոնական (հիգրոիզոգին), 3 — գրունտային ջրերի շարժման ուղղություն, 4 — հորատանցք, Թթվերի նշանակությունը, ձախից — հորատանցքի համար, աջից — գրունտային ջրերի մակարդակի բացարձակ նիշը (մետր), 5 — ջրանոր (թվերի նշանակությունը նույն է):

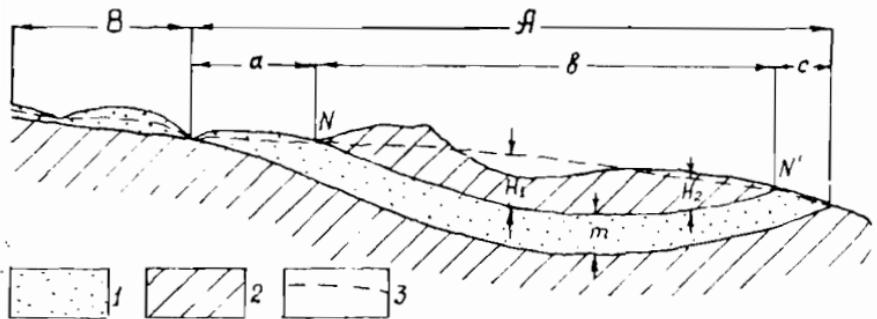
Երկրարաններն առանձնացնում են գրունտային ջրերի մի շարք տեսակներ, որոնք են պետք տարբերվում են իրենց առանձնահատկություններով: Այսպես օրինակ, դանազանում 10

Են գրունտային ջրեր, որոնք տարածված են տափաստանային, անապատային, լեռնային և հավերժական սառցույթի շրջաններում, կամ տեսակներ, որոնք կապված են գետահովիտների, արտարերման կոների, սաղցամորենային նստվածքների և ծովափնյա ավազաթմբերի հետ։ Գրունտային ջրերի թվարկած տեսակները աչքի են ընկնում մի շարք առանձնահատկություններով, որոնց մասին կարելի է սպառիչ տեղեկություններ ստանալ : Իդրոերկրաբանական հատուկ գրականությունից կամ ուսումնական ձևանարկներից։

Այն ստորերկրյա ջրերը, որոնք տեղադրված են վերեից ու ներքեից ջրամերժ շերտերով պարփակված ջրատար ապարներում և օծուկած են Հիդրոստատիկ ճնշումով, կոչվում են արտեզյան ջրեր։ Հորատանցքերով կամ այլ փորմածքներով սրտեղյան ջրերը հատելու դեպքում ջուրը բարձրանում է ջրատար ապարների առաստաղից վերև և եթե տվյալ կետում ճնշումային մակարդակը բարձր է երկրի մակերեսույթից, ապա տեղի է ունենում ջրի ինքնահոս բեռնաթափում կամ շատրվանում (նկ. 6)։ Արտեղյան ջրերն իրենց անվանումը ստացել են Հարավային ֆրանսիայի Արտուր (Հնում լատիներեն՝ Արտեզիա) նահանգի անունից, ուր 1126 թ. առաջին անգամ փորված հորատանցքերը տվյալին շատրվանող ջուր։

Արտեղյան ջրերի տարածման համար նպաստավոր են սինեկլիզները, ձկվածքները, նախալեռնային իջվածքների միաթիր կառուցվածքները, միջլեռնային գոգավորությունները, տեկտոնական խզվածքները, գրաբենային իջվածքները և այլն։ Արտեղյան ջրերը սովորաբար կապված են հին հասակի, երբեմն նաև չորրորդական հասակի հար շերտախմբերի հետ։ Ինչքան արտեղյան ջրերի հոսքի մարդը ցածր է սրնման մարգի նկատմամբ, այնքան դրանց հիդրոստատիկ ճնշումը մեծ է։ Բերված սխեմայում (նկ. 6) XX¹ ուղիղը արտահայտում է հիդրոստատիկ ճնշման մակարդակը, ըստ որում, եթե այն վեր է երկրի մակերեսույթից, կոչվում է դրական ճնշում (H₁), իսկ եթե ցածր է՝ բացասական ճնշում (H₂)։

Սովորաբար արտեղյան ջրերը տեղադրված են գրունտային ջրերից ներքեւ։ Ի հակադրություն գրունտային ջրերի, դրանց սնման (a) ու տարածման (b) մարգերը չեն համ-



Նկ. 6. Արտեզյան ջրերի տեղադրման սխեմա.

1— ջրատար պավագների շերտ, 2— ջրամերժ կավացին ապարներ, 3— ստորերկրյա ջրերի մակարդակ, A — արտեզյան ջրերի տարածման գոտի, a — սննման մարզ, B — ձնչման մարզ, c — բեռնաթափման մարզ, B' — գրունտավագին ջրերի տարածման գոտի, H_1 — որական ձնչման մակարդակ, H_2 — բացասական ձնչման մակարդակ, NN' — ձնչման մակարդակ, m — ջրատար շերտի հզորություն:

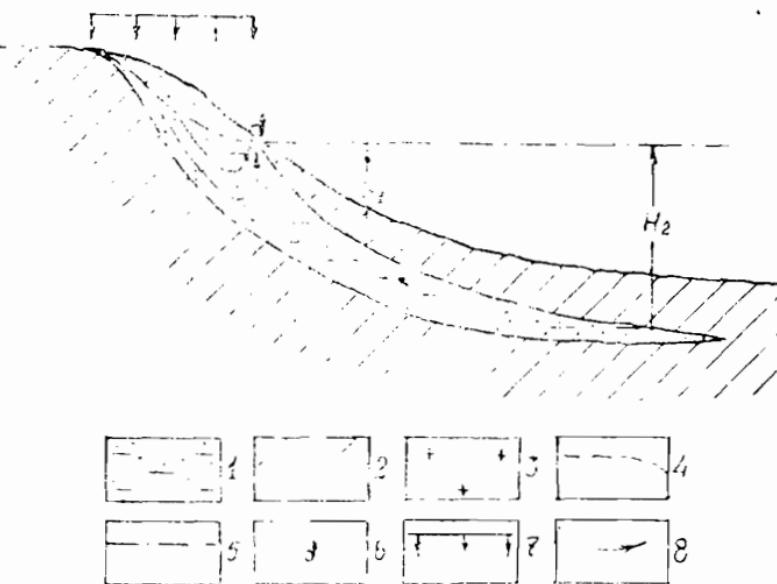
ընկնում: Արտեզյան ավաղանի սննման մարզը, որը տեղադրված է ավելի բարձր, սովորաբար ստուվում է տարածման ու բեռնաթափման (c) մարզերից մեծ հեռավորությունների վրա:

Ըստ արտեզյան ջրերի տեղադրման պայմանների առանձնացնում են արտեզյան ավաղաններ, արտեզյան լանջեր և մերձարտեզյան (սուբարտեզյան) ավաղաններ: Արտեզյան ավաղան անվան տակ հասկանում ենք արտեզյան ջրատար հորիզոնների համակարգ, որոնք տեղադրված են դերական-ցապես սինկրինալացին, ճկնվածքացին ստրոկտուրաններում: Մասնավոր դեպքում արտեզյան ավաղանը կարող է ներկայացված լինել միայն մեկ ձնշումացին ջրատար հորիզոնով, ինչպես ցուց է տրված բերված սինմայում (նկ. 6):

Արտեզյան լանջը, ըստ Ա. Մ. Թվէիննիկովի, արտեզյան ջրերի յուրաքանչառուկ ասիմետրիկ ավաղան է, որը սովորաբար հանդիպում է մոնոկլինալ տեղադրված, դեպի խորը սեպածել վերջացող ջրատար հորիզոնների ձեռվ (նկ. 7): Մերձարտեզյան ավաղանը, ըստ ակադ. Ֆ. Պ. Սավարենսկու բնորոշման, ներկայացվում է ձնշումացին ջրերի հորիզոնով, որը վերելից համատարած ջրամերժ շերտով չի մեկուսացված և

տեղ-առեղ հաղորդակցվում է զբերիում տեղադրված գրունտային ջրերի կամ աւրացիոն գոտու հետ (նկ. 8):

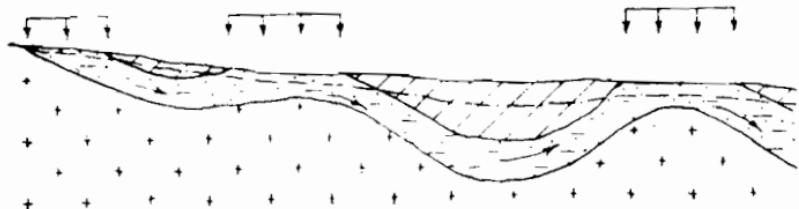
Արտեզյան ջրերի բնութագրման համար, գրունտային ջրերի իզոիդակտին նման, կազմվում է հիդրոիզոպիեզների կամ պիեզոիդունիքսերի քարտեղ: Վերջինս համադրելով տեղանքի ուղիղեֆի ու ծածկող ջրամերժ շերտի հատակի քարտեզների հետ, կարելի է արտեզյան ավաղանի ցանկացած կետում որոշել հորիզոնի տեղադրման խորությունը, ձնշման մեծությունը, շատրվան ստանալու հնարավորությունը, հիդրավլիկ թեքությունն ու ջրերի շարժման ուղղությունը:



Նկ. 7. Արտեզյան լանջի սխեմա.

1— ջրատար ավաղներ, 2— ջրամերժ կամեր, 3— բլուրեղային հիմքի ջրամերժ ափարներ, 4— ձնշումագուրկ ջրերի մակարդակ, 5— պիեզոմետրիկ մակարդակ, 6— վերընթաց աղբյուր, 7— մթնոլորտային տեղումների ծծանցման տեղամասեր, 8— ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն:

Պլատֆորմների խոշոր արտեզյան ավաղանների ստորերկրյա ջրեղի ձևագորումը սկսվում է սովորաբար լիոնային ապարների և տեկտոնական ստրուկտորաների առաջացմանը զուգընթաց: Ավաղանի ջրերի մի մասը կարող է սեղիմենտացիոն ծագման լինել: Հետագայում արտեզյան



Ակ. 8. Խեձարտուղյան չըեթի տառածման սխեմա
(պաշմանական հղանելեր տես նկ. 7):

ջրերի ձևավորումը կապվում է մակերևութային ու գրունտացին ջրերի ներթափանցման և ավազանի ներսում ջրաշրջանառության պրոցեսների հետ:

Ենդ հանրապես արտեղյան ավազանների սահմաններում ավելի ինտենսիվ ջրաշրջանառություն կատարվում է վերին հորիզոններում և դանդաղ՝ ստորին հորիզոններում: Այս կապակցությամբ ի. Կ. Իգնատովիչը առաջարկել է արտեղյան ավազանների սահմաններում առանձնացնել 3 հիգրոգինամիկական զոնաներ. 1) աղատ կամ ինտենսիվ ջրափոխանակման, 2) թույլ կամ դանդաղ և, 3) չափազանց դանդաղ ջրափոխանակման կամ ջրափոխանակության բացակայության:

Աղատ կամ ինտենսիվ ջրափոխանակման զոնայի ստորին սահմանը տարվում է տվյալ շրջանի, ուղղողնի էրոզիոն խրվածքով (հիմքով) և զոնան ընդդրկում է դրանից վեր գտնվող բարձրադիր տեղամասները: Դանդաղ ջրափոխանակման զոնան ընդդրկում է արտեղյան ավազանի այն տեղամասները, որոնք գտնվում են ծովի մակարդակի և տեղանքի ժամանակակից լրողիոն խրվածքի միջե: Չափազանց դանդաղ ջրափոխանակման զոնան պայմանականորեն տեղադրված է ծովի ջրի մակարդակից ցածր, որտեղ հիգրոգինամիկ շարժման պայմանները խիստ դժվարին են: Հիգրոգինամիկական զոնաների սահմանները պայմանական են, քանի որ ջրափոխանակության ինտենսիվության վրա ազդում են ոչ միայն արտեղյան ավազանի տեղամասի հիպոսմետրական դիրքը և երկրաբանական կառուցքածքների բնույթը այլ նաև ապարների ջրաթափանցելիությունը:

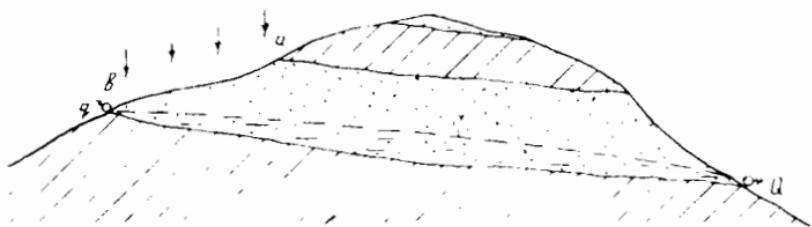
Հիգրոգինամիկական զոնաների հետ սերտորեն առնչվու

Են նաև արտեղյան ջրերի հանքայնացումը և քիմիական կազմի ձևավորումը: Ակտիվ ջրափոխանակության դռնայի արտեղյան ջրերը գերազանցապես բաղցրահամ են, նրանց հանքայնացումը չի անցնում 1—2 գլ.-ից, իսկ քիմիական կազմում իշխում են HCO_3 և Ca իոնները: Խորը տեղադրված կանգուն ուժիմի արտեղյան ավագաններում ջրերը հագենում են բազմապիսի աղերով, դրանց հանքայնացումը կարող է հասնել մի քանի տասնյակ գլ. իսկ եթե տեղանքի երկրաբանական կտրվածքում առկա են նաև հեղտ լուծելի աղատա, հատվածքներ՝ մինչև 500 գ/լ Cl և Նա իոնների գերակշռությամբ:

Արտեղյան ջրերի մեկուսացված լինելը գրունտային և մակերևութային ջրերից ինչպես նաև սննման մարդերի ներու տեղադրումը դրանց համար ապահովում են տուալի կայուն ուժիմ: Չափավոր շահագործման դեպքում արտեղյան ջրերի մակարդակը, ի տարրերություն գրունտային ջրերի, տեղական ժամանակի ընթացքում էական փոփոխությունների շի ենթարկվում: Սակայն գիտատեխնիկական հեղափոխության ժամանակաշրջանում, երբ նորագույն տեխնիկայով զինված մարդը անհաշիվ հորատանցքերով շահագործում է արտեղյան ջրերը, ապա ամենախոշոր արտեղյան ավագաններում անգամ դրանց ուժիմը էապես փոխվում է: Բավական է նշել, որ վերջին 3—4 տասնամյակում արտեղյան ջրերի մակարդակը լոնդոնի շրջակայքում նվազել է 100—110 մ, Փարիզում՝ 120—130 մ, Կիևի տարածքում՝ 60—70 մ և այլն: Այս երկութիւն բացասական ազդեցությունը մեծ է, այն ծնող պատճառների ու հետևանքների մասին կխոսվի ստորև:

Բացի նկարագրված գրունտային և արտեղյան ջրերի տիպերից, հագեցման զոնայում երեմն հանդիպում են նաև ստորերկրյա ջրերի հորիզոններ, որոնք տեղադրված են ջրամերժ շերտերի միջև, սակայն ճնշումից զուրկ են: Դրանք անվանվում են միջլերտային ոչ նեղումային ջրեր և միջանկյալ դիրք են գրավում գրունտային և արտեղյան ջրերի միջև: Փոքր տարածում ունեցող այս ջրերի տիպը առավելապես հանդիպում է կտրտված ուղիղիքով միջնօվտային տեղամասերում և կապված է ջրամերժ շերտերի միջեւ տեղադրված բավական հզոր ջրատար ապարների հետ (նկ. 9):

Սաման սահմանափակ մարզը չի համընկնում տարածման մարզի հետ, սակայն շարժման պայմանների տեսակետից միջշերտային ջրերը նման են գրունտային ջրերին։ Մեծ տարածությունների վրա միջշերտային ոչ ճնշումային ջրերը վերածվում են կամ գրունտային, կամ արտեղյան (մերձարտեղյան) ջրերի։



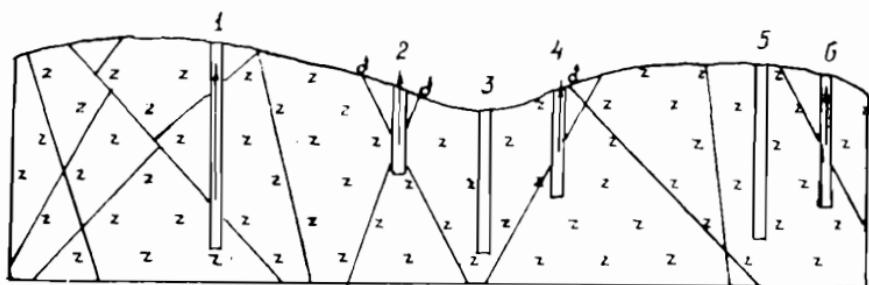
Ակ. 9. Միջշերտային ենշումագույի քառար հորդի սխեմա.
ա—բ— սնման մարզ, ս— ստորերկրյա ջրերի մակարդակ, զ— փոքր աղբյուր սնման մարզում Q— հզոր աղբյուր բնուաթափման մարզում:

Ելնելով ջրատար ապարների շերտախմբերի լիթոլոգիական կազմի ու երկրաբանական կառուցվածքի առանձնահատկություններից և ջրատար դատարկությունների ընույթից, հիդրոերկրաբանները հաճախ առանձնացնում են նաև ստորերկրյա ջրերի այլ տիպեր։ Օրինակ կարող են ծառայել ճեղքային, ճեղքա-երակային և կարստային ջրերը, որոնք, ոչնուամենայնիվ, իրենց տեղադրման պայմաններով ու հիդրոդինամիկ հատկանիշներով կարող են դասվել գրունտային կամ արտեղյան ջրերի տիպերին։

Հայտնի է, որ ապառաժային ապարների մեծ մասը ջրատարության հատկանիշ է ձևոր բերում շնորհիվ ճեղքավորվածության։ Հաճախ տարբեր ծագման (լիթոգենետիկ, տեկտոնական և հողմնահարման) ճեղքերը խիտ ցանցով հատում են ապառաժային ապարների ամրող դանդաղվածը և նրանում, փուխր-բեկորային ապարների շերտերի նման, դոյցանում են ստորերկրյա ճեղքային ջրերի համատարած հորիզոնները։ Սակայն եթե ապառաժային ապարների դանդաղվածը մերթընդերթ հատված է միայն տեկտոնական ճեղքերով, ապա ստորերկրյա ջրերը կկրեն ճեղքաերակային

բնույթ: Նման դանգվածներում փորված հորատանցքերը կարող են հատել մի տեղում միայն «չոր» ապարներ (նկ. 10, հորատանցք 3, 5), մեկ այլ տեղում ձնշումային բնույթի ջրատար ապարներ, ըստ որում, ջրեռոր կարող են լինել ինչպես դրական (հորատանցք 2,4), այնպես էլ բացասական (հորատանցք 1,6) ձնշումով:

Ճեղքային և ճեղքակրակային ջրերը մեծ մասամբ տարածված են լեռնային ծալքավոր մարզերի ու հրաբխային բարձրավանդակների, ինչպես նաև Հին բյուրեղային վահանների և պլատֆորմային գոտիների բևկորատված հիմքերի ապարներում: Հաճախ տեկտոնական խոշոր խախտումներն ու խորքային բևկածքները, դրանց հարակից կոտրատված ապարների զոնաները ամրողապես հաղեցված են լինում ստորերկրյա ջրերով: Լեռնային ծալքավոր գոտիներում (Միջին Ասիա, Ուրալ, Կովկաս, Անդրկովկաս) ճեղտէ նկատել գծային տարածում ունեցող տեկտոնական խախտումների հետ կապված ջրառատ աղբյուրներ, որոնք մեծ մասամբ ունեն վերընթաց բնույթ: Հատ դեպքերում այդ աղբյուրների ջրերը ունեն բարձր հանքայնացում, հարուստ են գաղերով (հանքային ջրեր) և գոլ են կամ տաք (թերմալ ջրեր):



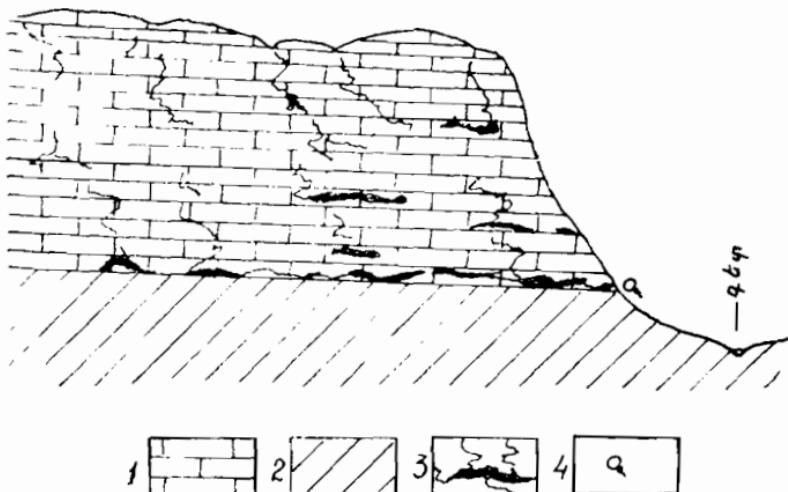
Նկ. 10. Ճեղքավոր ապարների զանգվածում ջրակալված ենդերի հատումներով:

1, 2, 3, 4, 5, 6 — հորատանցքներ, 7 — վերընթաց աղբյուր:

Ստորերկրյա ջրերի առավել մեծ սլաշարներ հայտնաբերվում են կարստային մարզերում: Կարստի տակ հասկացվում է բոլոր այն պրոցեսների ու երևույթների ամբողջությունը,

որը հանգեցնում է լեռնալին ապարների բնական ջրերով տարրալուծմանն ու հեռացմանը: Արդյունքում հեշտ լուծվող ապարներում առաջանում են տարրեր չափերի ու ձեռքի կարստային դատարկություններ, սկսած փոքրիկ ճեղքերից ու խոռոչներից մինչև հսկայական սրաներն ու քարանձավները: Հեշտ լուծելի ապարներին են պատկանում հալոփիդները (քարաղ, կալիումական աղ), սուլֆատները (գիպս, անիդրիդ) և կարբոնատները (կրաքար, գոլումիտ, մերգել): Այս ապարները սովորաբար ենթարկվում են ուղիղ նաև կարստավորման՝ կախված կլիմայական, գեոմորֆոլոգիական և տեկտոնական պայմաններից:

Կարստային պրոցեսներն ավելի ինտենսիվ են ընթանում, եթե կարստավորվող ապարներում ստորերկրյա ջրերը շարժվում են մեծ արագությամբ: Նման պայմաններ ավելի հաճախ ստեղծվում են ակտիվ ջրափոխանակության գոտում, երբ տեղանքը գտնվում է տեղական էրոզիոն բազիսից բարձր (նկ. 11) և կտրատված է խոր գետային ցանցով: Այսպիսի դեպքերում տեսական կարստային պրոցեսները հանգեցնում են երկրի մակերեսութին կարստային ծագարների ու



Նկ. 11. Կարստառաջացման սխեմա.

1— կտրոնատային ապարներ, 2— ջրամերժ կավային ապարներ, 3— կարստային դատարկություններ, 4— վարդնթաց աղբյուր:

Հեղքերի առաջացմանը, որի հետևանքով մթնոլորտային տեղումներն ու մակերեսութային հոսքը անմիջապես ներծծվում են կարստային զանգված, առաջացնելով գետերի նմանվող սառութերկրյա հոսքեր: Դանդաղ ջրափոխանակությամբ ստորերկրյա ավաղաններում հեշտ լուծելի ապարները թույլ են կարստավորվում:

Կարստային ջրերի ռեժիմը բնորոշվում է դրանց մակարդակի ու աղբյուրների ծախսի կտրուկ փոփոխություններով, որոնց հետ կապված ավելի նվազ չափով փոխվում են նաև ջրերի հանքայնացումը, քիմիական կազմը և ջերմաստիճանը: Մակերեսութային ջրերի հետ անմիջական կապի հետևանքով կարստային ջրերը հեշտությամբ աղտոտվում են վարակվում են:

Կարստը լայնորեն տարածված է աշխարհի շատ երկրագերում՝ Կանադա, ԱՄՆ, Ֆրանսիա, Հարավսլավիա, Իտալիա և այլն: Սովորական Միությունում կարստային մարզեր են Համարվում Հարավային Ալպալը, Ալֆայի բարձրավանդակը, Մերձբալթիկան, Անդրկարպատները, Ղրիմը, Կովկասը և այլն:

Հատկանշական է, որ աշխարհում հայտնի խոշորագույն աղբյուրները մեծ մասամբ կապված են կարստավորված ապարների հետ: Այսպես օրինակ, կարստավորված կրաքարերի հետ է կապված Հոչակավոր Վոկլյուզ աղբյուրը Ֆրանսիայում, որի տարեկան միջին ծախսը կազմում է 17 մ³/վրկ, իսկ գարնանային առավելագույն ծախսը հասնում է 152 մ³/վրկ: Մեծ ծախսով (12.52մ³/վրկ) աշքի է ընկնում Ալֆա գետի հովտում գործող «Կրասնի Կլյուչ» աղբյուրը և այլն:

Ստորերկրյա ջրերի ձեռվորման, շարժման և տարածման որոշակի առանձնահատկություններով են օժտված հավերժական սառցույթի գոտու ջրերը: Այդ առանձնահատկությունները, որոնք պայմանավորված են լեռնային ապարներում ջրի կարծր վիճակում գտնվելով, լուսարանվում են հավերժական սառցույթի մարզերի ուսումնասիրությանը նվիրված հիդրոերկրաբանական աշխատություններում:

ԱՏՈՐԵՐԿՈՅՑԱ ԶՐԵՐԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՕՐԻՆԱԳԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Լեռնային ապարների ճեղքերում ու ծակոտիներում ստորերկրյա ջրերի շարժման հիմնական օրենքը հայտնաբերել է ֆրանսիացի գիտնական Դարսին (1856 թ.): Նրա հայրենակից Դյուալյուին այդ օրենքի հիման վրա ստացել է ստորերկրյա ջրերի ծախսի կախումը հիդրոերկրարանական այլ պարագմետրերից (1857 թ.):

Զրի տեղաշարժը լեռնային ապարներում հիմնականում պայմանավորված է նրանց ջրատաքության հատկանիշներով և ջրագեցվածության աստիճանով: Ստորերկրյա ջրերի տեղաշարժը կարելի է ստորարածանել չ տեսակի: Գրավիտացիոն և ոչ գրավիտացիոն: Շարժման առաջին տեսակը ապարների ճեղքերում ու ծակոտիներում տեղի է ունենում հիդրոստատիկ ճնշման առկայության դեպքում և պայմանավորված է ծանրության ուժի աղդեցությամբ: Շարժման երկրորդ տեսակը հատուկ է ֆիզիկապես կապակցված և մագական ջրերին, որոնք գերազանցապես հանդիպում են դիսպերս (կավային) ապարներում:

Լեռնային ապարներում ջրերի ոչ գրավիտացիոն շարժումը տեղի է ունենում հետևյալ պայմաններում. 1) ջրային գոլորշիների առաձգականության տարբերության դեպքում, 2) ֆիզիկապես կապակցված ջրի թաղանթների հաստության տարբերության դեպքում, 3) ջերմաստիճանային տարբերության դեպքում և այլն: Ստորերկրյա ջրերի առաջացման կոնդենսացիոն տեսությունը դիտարկելիս պարզեցինք, որ ջրային գոլորշիների տեղաշարժը օդի հետ միասին կատարվում է բարձր ջերմաստիճանային և մեծ ճնշման տեղից դեպի ցածր ջերմաստիճանային ու ճնշումային պայմաններ կամ ջրային գոլորշիների բարձր առաձգականության տեղից դեպի ցածր ցածր առաձգականության պայմաններ: Երբ օդի ջերմաստիճանը հասնում է ցողի կետի, ջրային գոլորշիները խտանում ու վերածվում են ջրային կաթիլների:

Հիգրոսկոպիկ ջուրը տեղաշարժվում է գոլորշի վիճակում ավելի խոնավ ապարներից նվազ խոնավին: Թաղանթային ջուրը, որը ապարի մասնիկների կողմից պահպում է մո-

լեկուլյար ձգողականությամբ, տեղաշարժվում է հաստ թաղանթից դեպի բարակը՝ մինչև մոլեկուլյար ձգողականության չափասարակշռվելը։ Ապարներում ֆիզիկապես կապացված խոնավության քանակը մնացած պայմանների չափասարության դեպքում կախված է ապարների մեխանիկական ու միներալային կազմից։ Այսպես օրինակ, մոնտմորիլոնիտային կազմի ջրասեր (հիդրոֆիլ) կավերը ընդունակ են կլանել խոնավությունը հարեան ավելի խոշորագույնի և այլ միներալային կազմի ապարներից։

Ֆիզիկապես կապացված ջրի ոչ գրավիտացիոն շարժումը ստացել է խոնավության միգրացիա անվանումը և մեծ դեր է կատարում աերացիայի զոնայի ապարներում բնական խոնավության տեղարաշխման գործում։ Խոնավության միգրացիայի արագությունը սովորաբար շատ փոքր է։

Մաղական ջուրը տեղաշարժվում է մաղական անցքերով հագեցման և աերացիայի զոնայի ապարների սահմանագծից վերև՝ ևնթարկվելով մակերեսութային լարվածության ուժերի ազգեցությանը։ Մաղական բարձրացման զոնայի վերին սահմանը, կախված գրունտային ջրերի մակարդակի փոփոխություններից, ևնթարկվում է ուղղաձիգ տատանումների։

Մթնոլորտային տեղումների կամ մակերեսութային ջրերի ներթափանցումը աերացիայի զոնայի ապարների մեջ, որը չափանիւթերի կամ կաթիլների ձեռվ կատարվում է գրավիտացիոն ուժերի շնորհիվ, կոչվում է ներծծում (ինֆիլտրացիա)։ Ջրերի այս տեսակի տեղաշարժը իրենից ներկայացնում է գրավիտացիոն շարժում։ Գրունտային ջրերի հայելուց ներքեւ, հագեցման զոնայում այսպիսի շորժումը անվանվում է ծծանցում (ֆիլտրացիա)։ Հիդրոերկրաբանությունը գլխավորապես ուսումնասիրում է ստորերկրյա ջրերի ծծանցումը։

Հիդրոերկրաբանության բաժինը, որը ուսումնասիրում է ապարների հագեցման զոնայում ստորերկրյա ջրերի շարժման օրինաշափությունները, կոչվում է ստորերկրյա ջրերի դինամիկա։ Հարկ է նշել, որ ստորերկրյա ջրերի շարժումը կատարվում է ինչպես բնական պայմաններում, այնպես էլ արևեստական գործոնների ազգեցությամբ։

Տարբերում են ստորերկրյա ջրերի կայունացած և ոչ կայունացած շարժումներ։ Կայունացած շարժման դեպքում ստոր-

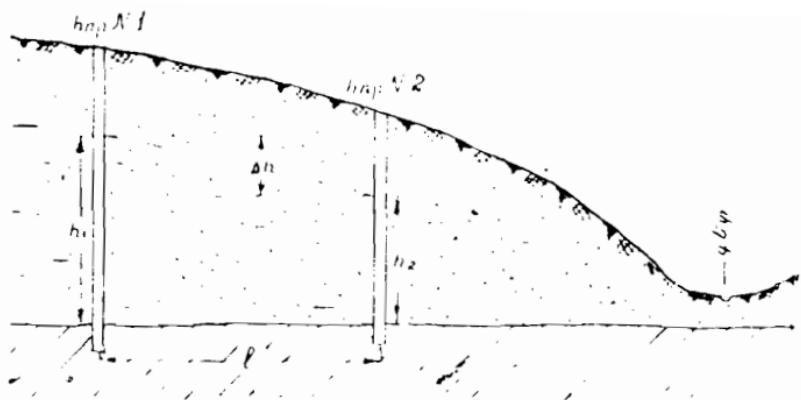
Քրկրյա հոսքի պարամետրերը (հզորությունը, ճնշման գրադիենտը և ծախսը) ժամանակի ընթացքում ցանկացած կտրվածքով հաստատուն են։ Ոչ կայունացած շարժումը բնորոշվում է ժամանակի ընթացքում նշված պարամետրերի փոփոխականությամբ։ Բացի այդ, տարրերում են նաև հավասարաշափ կամ լամինար շարժում, որի դեպքում նրա արագությունը ցանկացած կտրվածքում նույնն է, և անհավասարաշափ կամ տուրբուլենտ շարժում, երբ հոսքի արագությունը խիստ փոփոխվում է։

Սովորաբար ստորերկրյա ջրերի շարժումը կրում է ոչ կայունացած բնույթ։ Սակայն, քանի որ ստորերկրյա ջրերի սնման ու բեռնաթափման պայմանները ժամանակի ընթացքում շնչին փոփոխությունների են ենթարկվում, ապա դրանց շարժումը դիտարկվում է որպես կայունացած, ինչը զգայինը հաշտացնում է հիդրոերկրաբանական հաշվարկները։

Եթիվ ջրաշագեցած ապարներում ջրի ծծանցումը կամ ֆիլտրացիան կատարվում է հիդրոստատիկ ճնշումների տարբերության շնորհիվ լարձր մակարդակի տեղամասերից դեպի ցածր մակարդակ։ Տարբերում են ճնշումային և ոչ ճնշումային ծծանցում։ Ճնշումային ծծանցումը հատուկ է արտեզյան ջրատար հորիզոններին, որոնցում ճնշումը այս կամ այն չափով գերազանցում է մթնոլորտային ճնշմանը։ Ոչ ճնշումային ծծանցումը բնորոշ է գրունտային ջրերին, որոնց հայելին ազատ է, ճնշումը այդ հայելու վրա կայուն է և հավասար է մթնոլորտային ճնշմանը։

Գրունտային ջրերի ոչ ճնշումային շարժումը կատարվում է տարածության մեջ տարբեր կետերում դրանց տարբեր մակարդակների առկայության դեպքում (նկ. 12): № 1 և № 2 հորատանցքերում գրունտային ջրերի մակարդակների տարբերությունը՝ $\Delta h = h_1 - h_2$, պայմանավորում է ջրերի շարժումը դեպի № 2 հորատանցքը։

Ստորերկրյա հոսքի շարժման արագությունը ուղիղ համեմատական է ճնշումների Δh տարբերությանը (ինչքան մեծ է Δh -ը, այնքան մեծ է արագությունը) և հակադարձամեմատական է ծծանցման ճանապարհի երկարությանը (ինչքան փոքր է l -ը՝ Δh -ի նույն արժեքի դեպքում, այնքան մեծ է արագությունը):



Ակ. 12. Ոչ ճնշումային ծծանցման (ֆիլտրացիայի) սխեմա:
(Պայմանական համեմեր՝ տե՛ս նկ. 4):

Ճնշման Δh տարրերության հարաբերությունը ծծանցման ձանապարհի և երկարությանը կոչվում է հիդրավիկ թեքություն կամ ճնշման գրադիենտ և նշանակվում է՝ $I = \frac{h}{l}$,

Ստորերկրյա ջրերի շարժումը ծակոտկեն ապարներում (ավազներ, կավագազներ, ավազակավեր) ունի զուգահեռ շիթային կամ լամինար բնույթ, այսինքն շարժումը կատարվում է աառնց ընդհատումների ու բարախումների (պուլսացիայի), կայուն արագություններով կամ սահուն փոփոխություններով։ Այս տիպի շարժումը ենթարկվում է ծծանցման հիմնական օրենքին, որը կոչվում է Դարսի անունով։ Հետագայում Ն. Ն. Պավլովսկու, Գ. Ն. Կամենսկու, Ն. Կ. Գիրինսկու և ուրիշների կողմից կատարված ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ լամինար բնույթի շարժում դիտվում է նաև ճեղքավորված և թույլ կարստավորված ապարներում, եթե շարժման արագությունը չի գերազացում $300-400$ մ/օր-ից։ Հետեւաբար բնական պայմաններում ստորերկրյա ջրերի շարժումը հիմնականում կարելի է դիտարկել որպես գծային օրենքին ենթարկվող ծծանցում։ Այն արտահայտվում է հետեւյալ բանաձևով՝

$$Q = K \cdot F \cdot \frac{h}{l} = K \cdot F \cdot I, \quad \text{որտեղ՝}$$

Q-ն— զրի ծախսն է (ժամանակի միավորում անցնող զրի քանակն է լ. վ., $\frac{մ^3}{օր}$),

Լ-ն— ծծանցման գործակիցն է, (տես էջ 47), սմ/վ, մ օր,

F-ը— հոսքի ընդլայնական կտրվածքի մակերեսն է, սմ²,

$\triangle h$ -ը— երկու կտրվածքներում զբունտային ջրերի մակարդակների տարրերությունն է կամ նշումը, սմ, մ,

I-ը— ծծանցման ճանապարհի երկարությունը, սմ, մ,

J-ն— հղորավլիկ թերությունը:

Հավասարման երկու կողմերը բաժանելով հոսքի ընդլայնակի կտրվածքի F մակերեսի վրա, կստանանք. $\frac{Q}{F} = K \cdot I$:

Քանի որ Q/F հարաբերությունը իրենից ներկայացնում է ծծանցման արագությունը, որը նշանակվում է V տառով, ապա՝ $V = K \cdot J$: Եթե ընդունենք $J = I$, ապա՝ $V = K \cdot I$ Այսինքն՝ Եթե հիգրավլիկ գրադիենտը հավասար է 1-ի, ապա ասլարների ծծանցման գործակիցը թվապես հավասար է ծծանցման արագությանը: Հիգրոդինամիկական խնդիրների լուծման ժամանակ ծծանցման գործակիցը հանդիսանում է կարևորագույն պարամետր:

Հասկանալի է, որ ստորերկրյա ջրերի շարժումը կատարվում է ոչ թե ջրատար հորիզոնի ամրող կտրվածքով, այլ միայն ապարի ծակոտիների և ճեղքերի միջով: Այդ պատճենով ջրի շարժման իրական արագությունը (U) որոշելու համար պետք է Q ծախսը բաժանել ծծանցման իրական մակերեսի վրա: Վերջինն իրենից ներկայացնում է հոսքի ընդլայնակի կտրվածքի մակերեսի (F) և ծակոտկենության (n) արտադրյալը: Այսպիսով, $U = \frac{Q}{F \cdot n}$,

Համագրելով $U = I$ ու $V = I$ արժեքները, կստանանք՝

$$V = U \cdot n \text{ կամ } U = \frac{V}{n},$$

Քանի որ ապարների ծակոտկենությունը միշտ միավորից փոքր է, ապա ծծանցման արագությունը փոքր է ապար-

ներում ջրի շարժման իրական արագությունից (միջին հաշվով 3—4 անգամ):

Հարկ է նշել, որ կավային ապարներում ֆիզիկապես կապակցված ջրերը գրավիտացիոն շարժմանը չեն մասնակցում, իսկ բևեռային ու ավաղային ապարներում այդ ջրերի պարունակությունը չնշին է և, բայց էության, գրավիտացիոն ջրերի շարժումը կատարվում է գործնականում ժակոտիների ամրող կտրվածքով: Դրավիտացիոն ջրերի շարժմանը ինչ-որ չափով խանգարում է նաև ժակոտիներում ներփակված օդը:

Փուխրբեկորային, խիստ ճեղքավորված ու կարստավորված ապարներում ստորերկրյա ջրերի շարժումը նմանվում է լեռնային գետերի ջրի շարժմանը՝ որը կրում է մըրկաձեկամ տուրբուլենտ բնույթը: Այդպիսի շարժման ժամանակ ջրաշիթերը միախառնվում ու անջատվում են, ընդհատվում ու ուժգնանում, հաճախ ձեռք բերելով մեծ արագություններ:

Տուրբուլենտ շարժումը ենթարկվում է ծծանցման ոչ գծային օրենքին և արտահայտվում է Շեղի-Կրասնոպոլսկու բանաձեռք. ~ Կ 1 ~, որտեղ՝

V-ն ծծանցման արագությունն է, սմ/վ, մ/օր,

Կ-ն ապարների ծծանցման գործակիցն է, սմ/վ, մ/օր,

J -ն՝ Շիդրավլիկ գրադիենտն է:

Ստորերկրյա ջրերի շարժման առագությունը պայմանավորված է մի շարք գործոններով և նույնիսկ միատարր ապարներում կատարվում է փոփոխական արագությամբ: Այդ պատճառով ստորերկրյա ջրերի շարժումը դիտարկելիս նկատի է առնվում տվյալ ապարում ջրի շարժման միջին արագությունը՝ որոշակի Շիդրավլիկ գրադիենտի դեպքում: Բնական պայմաններում ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղությունն ու արագությունը որոշվում են դաշտային փորձնական աշխատանքների միջոցով: Այդ նպատակների համար կիրավում են ինդիկատորային, երկրաֆիզիկական և իդոսոպային մեթոդները:

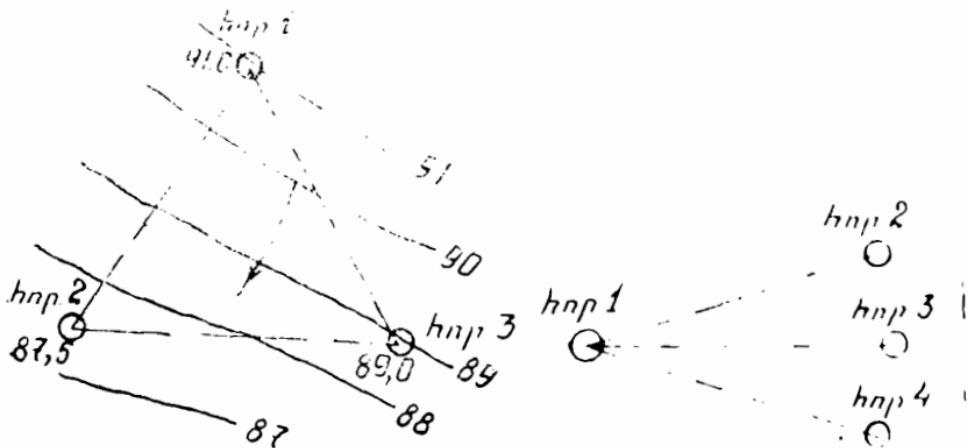
Հայտնի է, որ գրունտային ջրերի շարժումը կատարվում է դրանց հայելու թեքության ուղղությամբ: Հետեարար գրունտային ջրերի շարժման ուղղությունը որոշելու համար նախ պետք է որոշել դրանց հայելու տեղադիրքը, որը քարտեզ-

Ների վրա արտահայտվում է Հիդրոիդոհիպսերի միջոցով: Եթե ուսումնասիրվող տեղանքի համառ կազմված է Հիդրոիդոհիպսերի բարտեզ (նկ. 5), ապա զրունակացն հոսքի ուղղությունը ակնհայտ է դառնում, իսկ նման քարտեզ չինելու դեպքում հոսքի ուղղությունը որոշվում է «եւանկյան եղանակով»: Դրա համար տեղանքում հորատվում են 3 հորատանցքեր՝ տեղադրված հավասարակող եռանկյան գազաթներում (նկ. 13): Որոշելով հորատանցքերում զրունակացն ջրերի մակարդակը, պլանի վրա միջարկումով (ինտերպոլյացիայով) կառուցվում են Հիդրոիդոհիպսերը: Տեղանիշերի նվազման ուղղությամբ վերջիններին տարած ուղղահայացը ցույց կտա գրունտային հոսքի ուղղությունը:

Անևնալով գրունտային հոսքի ուղղությունը, կարելի է անցնել հոսքի արագության որոշմանը: Այդ նպատակով օգտագործում են տարբեր ինդիկատորներ (ցուցիչներ), որոնք փոխում են ստորերկրյա ջրերի գույնը, թիմիական կազմը կամ էլեկտրահաղորդականությունը: Որպես ինդիկատոր օգտագործվում են այնպիսի նյութեր, որոնք լինական չեն տարրալուծված աղերի հետ քիմիական ուսակցիայի մեջ չեն մտնում և հեշտությամբ հայտնարերվում են: Նման պահանջների բավարարում են ջրում հեշտ լուծվող նատրիումի ու լիթիումի քլորիդային աղերը, նաշատիրը, որոշ օրգանական ներկանյութեր, ուղղիուակտիվ նյութեր և այլն: Ստորերկրյա ջրերի շարժման իրական արագությունը որոշելուց առաջ կանխապես մանրամասնորին ուսումնասիրում են տեղանքի երկրաբանական կառուցվածքը, Հիդրորեկրաբանաւուան պայմաններն ու ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմը:

Փորձը իրագործելու համար ընտրված տեղամասում հորատվում են մի քանի (3—5) հորատանցքեր, ընդ որում, դրանցից մեկը, որը ծառայելու է որպես կենտրոնական (ինդիկատորի թողարկիչ), տեղադրվում է գրունտային հոսքի բարձրադիր նիշերում, իսկ մյուսները, որոնք ծառայելու են որպես դիտողական հորատանցքեր՝ հոսքի ուղղությամբ (նկ. 14):

Կախված ջրատար ապարների ծծանցման հատկանիշներից՝ կենտրոնական և դիտողական հորատանցքերի միջև եղած հեռավորությունը կազմում է 1—10 մ և ավելի, իսկ



13. Բնույթի ուղղության ոռոշումը «Ենանկյան եղանակով»:

Նկ. 14. Բնդիկատունելիք մրցոցով Բնույթի արագության ոռոշման համար հաշատածվելի ուղաղբեման սխեմա:

պլանում հովարածե տեղադրված դիտողական հորատանցքերի հեռավորությունը միմյանցից՝ $0,5 - 1,5$ մ:

Ունենալով կենտրոնական ու դիտողական հորատանցքերի միջև եղած \angle հեռավորությունն ու ինդիկատորի անցման ժամանակը ($t_2 - t_1$), ջրասրբի V արագությունը կարելի է հաշվել $\cup \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot r_{\text{անաձեռք}} \cdot \text{Ապտ} \cdot \text{Կարելի} \cdot \ell \cdot \text{որոշել}$ $V = U \cdot n$, և ծծանցման գործակիցը՝ $K = \frac{U \cdot n}{1} = \frac{V}{1}$:

Հիդրոերկրաբանական դաշտային փորձային աշխատանքներում օգտագործվում են բինդիկան գունաշափական (կոլորիմետրիկ) և էլեկտրալիտիկ ինդիկատորներ։ Արագսրիմիտական ինդիկատոր առավել գործածական է բլոր խոնր՝ նատրիումի, լիթիումի ու ամոնիումի բլորիդների ձեռք։ Քլորիոնի հայտնվելը դիտողական հորատանցքերում որոշված է դրանցից պարբերաբար վերցվող նմուշները տիտրերով արծաթի ազոտաթթվի լուծույթով։ Սովորաբար բիմիտական ինդիկատորները գործածվում են ոչ խորը ջրահոսքերի աւտոմատիրելիս։

Որպես գունաշափական ինդիկատոր օգտագործվում է ՀՀ հետեւյալ ներկանյութերը. ֆլյուորեսցեինը, էօգինը, էրիտրոզինը, կարմիք կոնգոն, ֆլյուորանտրոնը և այլն: Առավել գործածական է ֆլյուորեսցեինը, որի առկայությունը դիտայական հորատանցքերից վերցված նմուշներում անդեն աշխարհ նշմարվում է կանաչ գունավորումով՝ ինդիկատորի անգամ աննշան կոնցենտրացիայի (4×10^{-7}) դեպքում:

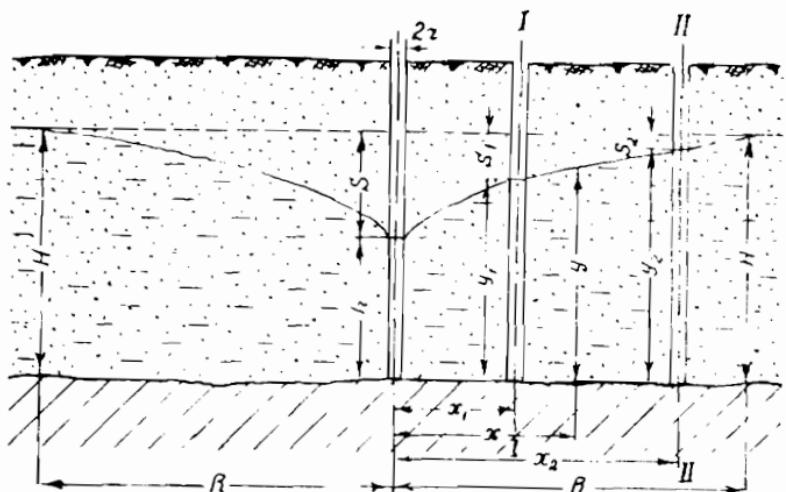
Որպես էլեկտրալիալիկ ինդիկատորներ օգտագործվում են նույն թիմիական ինդիկատորները, սակայն այս դեպքում ուսումնասիրվում է ստորերկրյա ջրերի էլեկտրահաղորդականությունը, որը մեծանում է էլեկտրոլիտը ջրատար հորիզոն ներարկելիս:

Վերջին 2—3 տասնամյակում ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղությունն ու արագությունը որոշելու համար ավելի լայնորեն են կիրառվում երկրաֆիզիկական ու իզոտոպային մեթոդները: Երկրաֆիզիկական մեթոդներից առավել հաջողությամբ կիրառվում է ուղիստիվիմետրիան, որը հիմնը վածքած է հորատանցքերում ջրի տեսակաբար էլեկտրական դիմացրության փոփոխության ուսումնասիրության վրա: Արդյունավետ են համարվում նաև որոշ ուղիուակտիվ տարրերի իզոտոպերը, որոնք ջրի համար միանգամայն անվնաս են (քլոր, յոդ, ծծումբ, կալիում և այլն): Այս տեսակետից վերջին ժամանակներում ուսումնասիրվում են զուտ բնական ուղիուակտիվ և կայուն իզոտոպերը (դեյտերիումը, տրիտիումը, C^{14} -ը, O^{18} -ը և այլն): Իզոտոպային մեթոդը դրական արդյունքներ է տալիս ինչպես ուղիոնալ մասշտաբի հիդրոերկրաբանական խնդիրներ լուծելիս (օրինակ, արտեղյան ավազանի սնման մարդերը որոշելիս), այնպես էլ բարդ օբյեկտներում կոնկրետ խնդիրներ լուծելիս (ջրամբարներից ծծանցման կորուստների, գրունտացին ջրերի կապը մակերեսության հոսքի հետ, ջրատար հորիզոնում աղերի միգրացիայի և այլն):

Ինդիկատորային, երկրաֆիզիկական ու իզոտոպային մեթոդներով դաշտացին փորձային աշխատանքների կատարման ու արդյունքների մշակման մեթոդիկան նկարաղրվում է հատուկ ձեռնարկներում:

Ստորերկրյա ջրերի դինամիկայի խնդիրները բազմապիսի են ու բազմաբնույթ: Առավել կարևոր խնդիրներից է ստորերկրյա ջրերի ծախսի որոշումը դեպի հետախուզական կամ շահագործողական փորձածքներ: Այստեղ մենք կդիտարկենք հիդրոդինամիկական հաշվարկային եղանակով ստորերկրյա ջրերի ծախսի որոշումը՝ թե՛ գրունտային, թե՛ արտեզյան ջրերի համար:

Գրունտային ջրերի հորիզոնից կատարյալ* հորատանցքի միջոցով արտամղումներ կատարելիս ջրերի մակարդակը սկսում է իջնել և ջրատար հորիզոնի վերին մասը ջրազրբկվում է: Եթե հորատանցքում գրունտային ջրերի մակարդակը իջնում է S չափով, ապա հորատանցքի շուրջ ջրերի հայլին կստանա R շառավիղով ձագաբաճ գոգավորության տեսք (նկ. 15): Այդ գոգավորությունը ընդունված է, անվանել գեպրեսիոն ձագար, իսկ R մեծությունը՝ գեպրեսիոն կամ աղղեցության շառավիղը:



նկ. 15. Գրունտային հորատանցքի ծախսի որոշման հայժարկային սխեմա:

Եթե գեպրեսիոն ձագարի սահմաններում փորձարկվող հորատանցքի կենտրոնից և հեռավորության վրա գլանածե

* Կատարյալ կոչում է այն հորատանցքը, որը հատել է ջրատար հորիզոնի լրիվ հզորությունը և կահավորված է քամիչով (ֆիլտրով):

կտրվածք տանենք, ապա այդ կտրվածքի Է կողային մակերեսը յ օրդինատով կլինի՝ Է- $2\pi \cdot x \cdot y$:

Սծանցման գծային օրենքի համաձայն, Է կտրվածքով հորատանցք ներթափանցող ջրի ծախսը կլինի՝ $Q = F \cdot k \cdot J$: Այս բանաձեռի մեջ տեղադրելով Է-ի և Յիդրավլիկ գրադիենտի արժեքը դիֆերենցիալ տեսքով՝ $I = \frac{dy}{dx}$, կստանանք՝

$$Q = 2\pi \cdot x \cdot y \cdot k \frac{dy}{dx}:$$

Հավասարության երկու կողմերը բաժանելով $2\pi k \cdot h$ և ինտեգրելով $I = I$ և $II = II$ կտրվածքների սահմաններում

$$(նկ. 15), \quad \text{կստանանք} \quad \frac{Q}{2\pi k} \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x} = \int_{y_1}^{y_2} y dy, \quad \text{կամ} \quad \frac{Q}{2\pi k} \cdot$$

$$\times \ln \frac{x_2}{x_1} = y_2^2 - y_1^2:$$

Մտացված բանաձեռ, որը դեռևս 1858 թվականին դուրս է բերվել Դյուայուիի կողմից, իրենից ներկայացնում է դիպրեսիոն կորի հավասարումը՝ կատարյալ հորատանցքով գրուաային ջրերը արտամզելիս:

Եթե լնդունել, որ $x_1 = r$ (հորատանցքի շառավիղին), $x_2 = R$ (դիպրեսիոն ծագարի կամ ազդեցության շառավիղին), $y_1 = h$ (հորատանցքում ջրի սյան դինամիկ բարձրությանը), $y_2 = H$ (ջրի սյան ստատիկ բարձրությանը), ապա կստանանք՝

$$\frac{Q}{\pi k} (\ln R - \ln r) = H^2 - h^2 \quad \text{կամ} \quad Q = \pi k \frac{H^2 - h^2}{\ln R - \ln r},$$

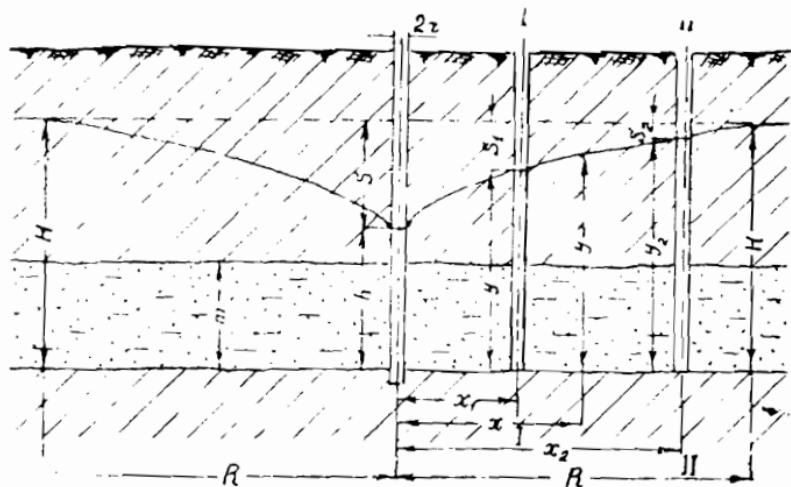
Հորատանցքում ջրի մակարդակի իշեցումը նշանակելով S , կստանանք $H^2 - h^2 = (2H - S) \cdot S$: Այդ դեպքում՝ $Q = \pi k \frac{(2H - S) \cdot S}{\ln R - \ln r}$, Բնական լոգարիթմները փոխարինելով

տասնորդականով և տեղադրելով $\pi \cdot h$ թվային արժեքը, կստանանք ոչ ճնշումային կատարյալ հորատանցքի ջրի ծախսի որոշման համար կիրառման տեսակետից հարմար տեսքի բանաձեռ՝

$$Q = 1,36k \frac{(211 - \gamma) \cdot S}{\lg R + 4.8},$$

Դյուպյուի անունը կրող այս բանաձեռ լայնորեն կիրառվում է կատարյալ միայնակ հորատանցքերից տրված S իշեցումով արտամղելիս գրունտային ջրերի ծախսը որոշելու համար:

Արտեզյան կատարյալ հորատանցքից արտամղումներ կատարելիս ջուրը ներթափանցում է հորատանցքի գլանաձև կտրվածք ու զորության շերտից (նկ. 16): Կախված արտամղվող ջրի քանակից՝ հորատանցքում ջրի մակարդակի S իշեցմանը համապատասխան կփոփոխվի նաև ջրատար հորիզոնում ի ճնշումը և հորատանցքի շուրջը կառաջանա R շառավիղով դեպքեահոն ձագար:



Նկ. 16. Արտեզյան հորատանցքի ծախսի որոշման հաշվարկային սխեմա:

Կրկին դեկավարվենք ծծանցման գծային օրենքով՝ $Q = k \cdot F \cdot J \cdot S$ վյալ դեպքում ճնշումային հոսքի ընդլայնական կտրվածքի F մակերեսը հորատանցքից x հեռավորության վրա հավասար կլինի՝ $2\pi \cdot x \cdot m$, իսկ հիդրավլիկ գրադիենտը՝

$\frac{dy}{dx}$, $S_{\text{եղադրելով}} \text{այս} \text{արժեքները} \text{ դարսի} \text{ բանաձևի} \text{ մէջ},$

$$\text{կստանանք՝ } Q = 2\pi \cdot k \cdot m \cdot x \frac{dy}{dx},$$

$\text{Ինտեգրելով} \text{ այս} \text{ հավասարումը} \text{ I—I} \text{ և} \text{ II—II} \text{ կտրվածքների} \text{ սահմաններում} \text{ (նկ. 16), կստանանք՝}$

$$\frac{Q}{2\pi \cdot k \cdot m} \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x} = \int_{y_1}^{y_2} dy, \text{ ուստեղից՝ } Q = \frac{2\pi \cdot k \cdot m(y_2 - y_1)}{\ln x_2 - \ln x_1},$$

$S_{\text{եղադրելով}} \text{ } x_1 = r \text{ } (\text{փորձարկվող} \text{ հորատանցքի} \text{ շառավիղին}), \text{ } x_2 = R \text{ } (\eta\text{եպ-}r\text{եսիոն} \text{ ձագարի} \text{ շառավիղին}), \text{ } y_1 = h \text{ } (\text{հորատանցքում} \text{ զրի} \text{ դինամիկ} \text{ ճնշմանը}), \text{ } y_2 = H \text{ } (\text{զրի} \text{ ստատիկ} \text{ ճնշմանը}), \text{ կստա-}n\text{նք} \text{ արտեղյան} \text{ կատարյալ} \text{ հորատանցքի} \text{ համար} \text{ զրի} \text{ ծախ-}u\text{սի} \text{ որոշման} \text{ դյուպյուի} \text{ բանաձևը},$

$$Q = \frac{2\pi \cdot k \cdot m(H-h)}{\ln R - \ln r};$$

$\text{Բնական} \text{ լոգարիթմները} \text{ փոխարինելով} \text{ տասնորդականով} \text{ } (H-h) \cdot r \text{՝ } S \text{ իշեցումով} \text{ և} \text{ տեղադրելով} \text{ } \pi \cdot r \text{ թվային} \text{ արժե-}r\text{ը}, \text{ կստանանք} \text{ կիրառման} \text{ տեսակետից} \text{ հարմար} \text{ տեսքի} \text{ հաշվարկային} \text{ բանաձև՝ } Q = \frac{2.73k \cdot m \cdot S}{\lg R - \lg r},$

$\text{Ինչպես} \text{ զրունակային,} \text{ այնպես} \text{ էլ} \text{ արտեղյան} \text{ հորատանցքերի} \text{ համար} \text{ զրի} \text{ } Q \text{ ծախսը} \text{ բաժաննելով} \text{ } S \text{ իշեցման} \text{ վրա,} \text{ կստանանք} \text{ հորատանցքի} \text{ զ} \text{ տեսակարար} \text{ ծախսը՝} \text{ } q = \frac{Q}{S},$
 $\text{որը} \text{ նշանակում} \text{ է} \text{ զրի} \text{ այն} \text{ քանակը,} \text{ որ} \text{ ստացվում} \text{ է} \text{ հորա-}t\text{տանցքից} \text{ միավոր} \text{ (1} \text{ մ) իշեցման} \text{ դեպքում:}$

$\text{Ստորեկրյա} \text{ զրերի} \text{ ծախսի} \text{ որոշումը} \text{ դեպի} \text{ այլ} \text{ տիպի} \text{ ու} \text{ տեսակի} \text{ լեռնային} \text{ փորվածքներ,} \text{ հիդրոերկրաբանական} \text{ մի} \text{շարք} \text{ այլ} \text{ պարամետրերի} \text{ որոշումը,} \text{ դաշտային} \text{ փորձային} \text{ աշխատանքների} \text{ կատարումն} \text{ ու} \text{ հաշվարկային} \text{ մեթոդներ} \text{ նկարագրվում} \text{ են} \text{ ստորեկրյա} \text{ զրերի} \text{ դինամիկայի} \text{ ձեռնարկ-}n\text{ներում:}$

ՀՅՈՒՅՆԻՐԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱԾԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ
ԲԻՎԱՆԴՎԱՆԻԹՅՈՒՆԻՆ ՅԵ ՀՅՈՒՅՆԱԿԱՆ ԽԱԳԻՐՆԵՐԻ

Ստորերկրյա օվկիանոսը կամ երկրակեղեի ջրային պատյանը կաղմող ստորերկրյա ջրերի ծագման, ձևավոռման, աւարածման ու շարժման օրինաչափությունների սոսունասիրվում են հիդրոերկրաբանության կողմից։ Վերցինս իր ուրուցն տեղն ունի երկրաբանական զիտությունների շարքում և գնալով ավելի մեծ կարեսրություն է ստանամ։ Կաղված ժողովրդական տնտեսության մեջ սասրերկրյա ջրերի կիրառության ընդարձակման ու շրջակա միջավայրի պահպանության խնդիրների հետ։

Հիդրոերկրաբանական հետազոտությունների հիմնական տեսակներն են. հիդրոերկրաբանական հանուցիք, հարաման ու լեռնային, դաշտային փորձային ֆիլտրացիան ու լուրջատոր աշխատանքները, ստորերկրյա ջրերի սեմիմի ստացիոնար դիտումները, երկրաֆիզիկական տոսումնեասիրությունները և այլն։

Կործող հրահանգների համաձայն, երկրաբանական հետախուզական աշխատանքների պլանավորությունն ու ստավելագույն արդյունավետությունն ապա համելու նպատակով ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրությունը իրականացվում է հետեւյալ ստադիաներով. 1) ուղիոնալ պետական պլանավիճ երկրաբանական-երկրաֆիզիկական և հիդրոերկրաբանական աշխատանքներ. որոնք ուղեկցվում են 1 : 500.000 ու 1 : 200.000 մասշտարի հանուցիքով 2) ստորերկրյա ջրերի հանգավայրերի որոնում՝ ուղեկցված 1 : 200.000 և 1 : 50.000 մասշտարի հանուցիքով և 3) ավելի մեծամասշտար հանուցիքով ուղեկցվող հանգավայրերի հետախուզում, որն իր երթին անցկացվում է 3 էտապներով. ա, նախնական, բյ մանրակրր կիտ և գ շահագործողական։

Ստորերսորդ ջրերի հանգավայրերի որոնումները իրականացվում են ինպէս ուղիոնալ հիդրոերկրաբանական աշխատանքներին զուգընթաց և նաև ելք գույտ արդ նպատակ ներով տաշվութու աշխատանքների ժամանակ. որոնք կատար կուշ ևն. դրսութ. կոնկրետ օրյէկտների յրամատակարար ման լամար։

Ըեզիոնալ հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ, երբ կոնկրետ ջրօգտագործման խնդիրները չեն առաջադրված, պետք է ներկայացվող հիդրոերկրաբանական քարտեղների վրա առանձնացվեն ու և կրագծվեն ջրատար հորիզոնների (կոմպլեքսների) հեռանկարային տեղամասերը կամ ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերը։ Մտացված տվյալների հիման վրա անհրաժեշտ է նշել ստորերկրյա ջրերի բնական ուսուրսների բնդանուր ենթադրվող քանակը՝ հետագա որոնողական-հետախուղական աշխատանքների ժամանական և հեռանկարային տեղամասերի առանձնացման նպատակով։

Որոշակիորեն հայտնի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի սահմաններում նախնական ու մանրակրկիտ հետախուղության էտապներում անց են կացվում համապատասխան հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրություններ, որոնք ուղեկցվում են հորատման ու փորձային աշխատանքներով։ Այս աշխատանքների հիմնական նպատակը կայանում է, առանձնացված հանքավայրերի սահմաններում ստորերկրյա ջրերի շահագործողական պաշարների որակի ու քանակի որոշման մեջ։

Շահագործողական հետախուղումը կատարվում է ստորերկրյա ջրերի շահագործվող հանքավայրերի տարածքում, յունան կառուցվածքների գործարկմանը զուգընթաց և նպատակ ունի հսկելու ստորերկրյա ջրերի պաշարների արդյունաբերական իրացումն ու ապահովելու դրանց առավել ուղիղնալ օգտագործումը։

Ցուրաբանը կոնկրետ հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտի համար հիմնավորվում է հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ստաղիականությունն ու էտապայնությունը, ելնելով հետազոտվող տեղանքի բնական պայմանների բարդությունից, մինչ այդ կատարված երկուաբնական-հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրվածության աստիճանից, ինչպես նաև հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտի տնտեսական կարեռությունից։ Ստորերկրյա ջրերի պարզ տիպի հանքավայրերի կամ ինժեներական կառուցվածքների հետախուզման ու նախագծման ժամանակ հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների որոշ ստաղիաներ

կամ էտապներ բաց ևն թողնվում կամ միացվում են: Որոշ դեպքերում, երբ հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտների ժողովրդանտեսական կարևորությունը մեծ է, իսկ շրջանի երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական պայմանները բարդ են, պահանջվում է անշեղորեն կատարել հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների հաստատված կարգն ու հաջորդականությունը: Այսպիս օրինակ, իր տեսակի մեջ եպակի երարատյան արտեզյան հանքավայրի հետախուզման կամ Սևան-Հրազդան բարդ կասկադի նոխագծման ժամանակ հասկանալի է, որ պետք է պահպանել հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների հաջորդականությունն ու կարգը:

Ընդհանուր հիդրոերկրաբանական հանուլթային աշխատանքների կատարման ժամանակ, եթե ստորերկրյա ջրերի ելքեր չկան կամ սակավաթիվ են, ապա անհրաժեշտ է լինում հորատել միայնակ հիդրոերկրաբանական հորատանցքեր: Գրանցից ստացված նյութերը հնարավորություն են տալիս որոշել ջրատար հորիզոնների առկայությունն ու քանակը, երկրի մակերեսից դրանց տեղադրման խորությունը, հզորությունն ու ջրի ճնշման մեծությունը: Առավել արդյունավետ հորատանցքերից կատարվում են նմուշային արտամղումներ, որոնց միջոցով տեղեկություններ են ստացվում նաև ջրատար հորիզոնի ջրառատության և ջրերի ֆիզիկաքիմիական հատկանիշների մասին:

Որոնողական բնույթի առաջին հորատանցքերը խորհուրդ է տրվում տեղադրել հեռանկարային տեղամասերում, որոնք առանձնացվում են շրջանի երկրաբանական կառուցվածքի ու գեոմորֆոլոգիական առանձնահատկությունների ուսումնասիրման հիման վրա: Ներկայումս պարտադիր կարգով հորատման աշխատանքներից առաջ կատարվում են նաև երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություններ:

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի մանրակրկիտ հետախուզման ժամանակ որոշակի ցանցով (երեմն փնջերի ձեփով) հորատվում են բազմաթիվ հորատանցքեր, որոնցից կատարվում են առանձին և խմբային (միաժամանակյա) փորձային արտամղումներ:

Անհրաժեշտ է նշել, որ անկախ առաջադրանքի բնույթից և ուսումնասիրությունների ստադիայից, ստորերկրյա ջրերի

Ծեգիոնալ հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ, երբ կոնկրետ ջրօգտագործման խնդիրներ չեն առաջազդրված, պետք է ներկայացվող հիդրոերկրաբանական քարտեղների վրա առանձնացվին ու եղրագծվեն ջրատար հորիզոնների (կոմպլեքսների) հեռանկարային տեղամասերը կամ ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերը: Մտացված տվյալների հիման վրա անհրաժեշտ է նշել ստորերկրյա ջրերի բնական ռեսուրսների ընդհանուր ևնթադրվող քանակը՝ հետագա որոնողական-հետախուզական աշխատանքների ծավալման և հեռանկարային տեղամասերի առանձնացման նպատակով:

Որոշակիորեն հայտնի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի սահմաններում նախնական ու մանրակրկիտ հետախուզության էտապներում անց են կացվում համապատասխան հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրություններ, որոնք ուղեկցվում են հորատման ու փորձային աշխատանքներով: Այս աշխատանքների հիմնական նպատակը կայանում է առանձնացված հանքավայրերի սահմաններում ստորերկրյա ջրերի շահագործողական պաշարների որակի ու քանակի որոշման մեջ:

Եահագործողական հետախուզումը կատարվում է, ստորերկրյա ջրերի շահագործվող հանքավայրերի տարածքում, ըրհան կառուցվածքների գործարկմանը զուգընթաց և նպատակ ունի հսկելու ստորերկրյա ջրերի պաշարների արդյունաբերական իրացումն ու ապահովելու դրանց առավել ուղիղոնալ օգտագործումը:

Յուրաքանչյուր կոնկրետ հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտի համար հիմնավորվում է հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ստաղիականությունն ու էտապայնությունը, ենելով հետաղոտվող աւելանքի բնական պայմանների բարդությունից, մինչ այդ կատարված երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրվածության աստիճանից, ինչպես նաև հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտի տնտեսական կարեռությունից: Ստորերկրյա ջրերի պարզ տիպի հանքավայրերի կամ ինժեներական կառուցվածքների հետախուզման ու նախագծման ժամանակ հիմնական ուսումնասիրությունների որոշ ստաղիաներ

կամ էտապներ բաց ևն թողնվում կամ միացվում են: Որոշ դեպքերում, երբ հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտների ժողովրդատնտեսական կարևորությունը մնձ է, իսկ շրջանի երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական պայմանները բարդ են, պահանջվում է անշեղորեն կատարել հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների հաստատված կարգն ու հաջորդականությունը: Այսպիս օրինակ, իր տեսակի մեջ եզակի երարտացան արտեզյան հանքավայրի հետախուզման կամ Սկան-Հրազդան բարդ կասկաղի նախագծման ժամանակ հասկանալի է, որ պետք է պահպանել հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների հաջորդականությունն ու կարգը:

Ընդհանուր հիդրոերկրաբանական հանուլթային աշխատանքների կատարման ժամանակ, եթե ստորերկրյա ջրերի ելքեր չկան կամ սակավաթիվ են, ապա անհրաժեշտ է լինում հորատել միայնակ հիդրոերկրաբանական հորատանցքերը: Դրանցից ստացված նյութերը հնարավորություն են տալիս որոշել ջրատար հորիզոնների առկայությունն ու քանակը, երկրի մակերեսից դրանց տեղադրման խորությունը, հզորությունն ու ջրի ճնշման մեծությունը: Առավել արդյունավետ հորատանցքերից կատարվում են նմանաշախ արտամղումներ, որոնց միջոցով տեղեկություններ են ստացվում նաև ջրատար հորիզոնի ջրառատության և ջրերի ֆիզիկաբիոմիական հատկանիշների մասին:

Որոնողական բնույթի առաջին հորատանցքերը խորհուրդ է տրվում տեղադրել հեռանկարային տեղամասերում, որոնք առանձնացվում են շրջանի երկրաբանական կառուցվածքի ու գեոմորֆոլոգիական առանձնահատկությունների ուսումնասիրման հիման վրա: Ներկայումս պարտադիր կարգով հորատման աշխատանքներից առաջ կատարվում են նաև երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություններ:

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի մանրակրկիտ հետախուզման ժամանակ որոշակի ցանցով (երբեմն փնշերի ձեւով) հորատվում են բազմաթիվ հորատանցքեր, որոնցից կատարվում են առանձին և խթային (միաժամանակյա) փորձային արտամղումներ:

Անհրաժեշտ է նշել, որ անկախ առաջադրանքի բնույթից և ուսումնասիրությունների ստադիայից, ստորերկրյա ջրերի

որոնման ու հետախուզման դաշտային աշխատանքները պետք է սկսվեն շրջանի երկրաբանական կառուցվածքի, ապարների լիթոլոգիական կազմի և ջրատար հորիզոնների ու կոմպլեքսների տարածման օրինաչափությունների մանրամասն ուսումնասիրությունից հետո:

Մանրակրկիտ հետախուզման ստաղիայում կատարված հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների արդյունքում նախագծային նպատակներով անհրաժեշտ ճշգրտությամբ պետք է լուսաբանվեն հետեւյալ խնդիրները. 1) ջրատար հորիզոնների և դրանց բաժանող ջրամերժ շերտերի տարածման օրինաչափությունները, 2) ստորերկրյա ջրերի ձեավորման պայմանները և սնման ուղիները, 3) հարակից ջրատար հորիզոնների հիդրավլիկ կապը և ստորերկրյա ու մակերեսությախին ջրերի փոխազդեցությունը, 4) ստորերկրյա ջրերի եղրագծված հանքավայրերը, դրանց սահմաններում արդյունաբերական կատեգորիաներով հաշվարկված ջրային պաշարները, 5) հանքավայրի սահմաններում կառուցվող առաջնահերթ ջրան կայանների տեղամասում ստորերկրյա ջրերի ստատիկ ու դինամիկ պաշարների մուտափոր փոխարաբերությունը (ջրամատակարարման խնդիրներ լուծելու դեպքում), 6) ստորերկրյա ջրերի որակը, 7) բնական պայմաններում ստորերկրյա ջրերի ռեժիմը և նրա կանխատեսումը շահագործման ժամանակահատվածում, 8) սանիտարական պաշտպանության գոնայի ստեղծման անհրաժեշտությունն ու հարավորությունները և այլն:

Ստորերկրյա ջրերի որոնման հիմնական մեթոդ է հանդիսանում երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական հանույթը, որը կրում է կոմպլեքս բնույթ և պարտադիր կարգով պետք է կատարվի երկրաբանական հանույթի և գեոմորֆոլոգիական դիտումների հետ միաժամանակ. Հատուկ նպատակներով կատարվող հիդրոերկրաբանական հանույթը իրականացվում է համապատասխան մասշտաբի երկրաբանական քարտեզի հիման վրա, ըստ որում՝ հիդրոերկրաբանական օբյեկտները (աղբյուրները, ջրհորերը և այլն) պետք է ճշշտությամբ կապակցվել շրջանի երկրաբանական կառուցվածքի ու ապարների լիթոլոգիական կազմի տվյալների հետ. Մերժամանակներում երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական քար-

տեղագրական աշխատանքներում լայնորեն օգտագործվում են օդալուսանկարչական (աերոֆոտո) և տիեզերական նկարահանումները, որոնց ճշգրիտ վերծանված տվյալները մեծ չափով օգնում են քարտեղագրել հատկապես ոեզիոնալ բնույթի բնական երևոյթները:

Հիդրոերկրաբանական հանույթի ընթացքում, որի մահրամասնության աստիճանը կախված է, հանույթի նպատակից ու մասշտարից, ուսումնասիրվում է փաստագրում ևն հետեւյալ բնական և արհեստական երեսույթներն ու օրյեկտները. 1) տեղանքի ռելիէֆի գեոմորֆոլոգիական տարրերը, 2) գեորոտանիկական ցուցանիշները, 3) մակերեսութային հոսքն ու ջրային տարածքները, 4) վիզիկա-երկրաբանական երեսույթները, որոնք պայմանավորված են ստորերկրյա ջրերի գործունեությամբ (կարստ, սողանք, սուֆուզիա, ճահցում, աղուտ և այլն), 5) աղբյուրներն ու ստորերկրյա ջրերի այլ ելքերը, 6) ջրառերն ու հորատանցքերը և այլն:

Հատուկ հիդրոերկրաբանական մեծամասշտար հանույթները իրականացվում են տաքեր ինժեներական աշխատանքների (ջրամատակարարման, ոսոզման ու ջորացման, հիդրոտեխնիկական կառուցյների ու մետրոլի շինարարության, լեռնահանքային արդյունաբերության և այլն) նախագծերի հիդրոերկրաբանական հիմնավորման համար:

Դաշտային ու լարորատոր հետազոտությունների տվյալների հիման վրա կաղմվում են հիդրոերկրաբանական բարտեղներ ու կտրվածքներ. Կախված հանույթի մասշտարից ու առաջադրանքից այդ տվյալները կարող են արտահայտիլ մեկ ընդհանուր հիդրոերկրաբանական բարտեղի վրա կամ ներկայացվեն լրացուցիչ բարտեղների (հիդրորիմիական, ստորերկրյա ջրերի ուսուրաների, հիդրոիզոհիպսերի և այլն) ձևով:

Հիդրոերկրաբանական քարտեղների վրա ցույց են տրվում. ջրատար հորիզոնների ու կոմպլեքսների տարածման սահմանները՝ նշելով ջրատար ապարների հասակը, սնման, շարժման (տրանզիտի) ու բեռնաթափման մարգերը, ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղությունը. ջրատար հորիզոնի տեղադրման խորությունը, երկրի մակերեսույթին մերկացող չքամերժ շերտերը, ստորերկրյա ջրերի որակն ու բանակը:

Հիդրոերկրաբանական կտրվածքների վրա արտահայտվում էն. ջրատար ու ջրամերժ ապարների կազմը, ջրատար հորիզոնների տեղադրման խորությունն ու ձնշման մեծությունը, հորատանցքերից ստացվող ջրի ծախսն ու նրա հանքայինացւմը: Կտրվածքները կազմվում են այնպիսի ուղղություններով, որոնք թույլ են առաջիս ավելի ցայտուն արտահայտել ստորերկրյա ջուրի սնման, շարժման ու բեռնաթափման ուղիները:

Ջրատար հորիզոնների ու կոմպլեքսների ուսումնասիրությունը կատարվում է լեռնային փորվածքների, գերազանցապես հորատանցքերի միջոցով: Դրանք հնարավորություն են տալիս պարզել հետախուզվող տերիտորիայի երկրաբանական կառուցվածքը, ապարների լիթոլոգիական կազմը և հիդրոերկրաբանական առանձնահատկությունները:

Հիդրոերկրաբանական նպատակների համար հորատանցքերի անցումը իրականացվում է հորատման պտտողական (ոռաորային), հատվածաճոպանային. կոմբինացված և այլ եղանակներով: Հորատման եղանակի ընտրությունը կատարվում է ենթելով ապարների ֆիզիկա-մեխանիկական հատկանիշներից, հորատանցքի կառուցվածքից, նրա վերջնական տրամադիր լափից, ելուկի (կեռնի) ստացման անհրաժեշտությունից և այլն: Հիդրոերկրաբանական հորատանցքերի անցման ժամանակ պետք է հնարավորին շափ խուսափել կավային լուծույթի օգտագործումից, քանի որ այն փակում-խցանում է ջրատար ապարների ճեղքերն ու ծակոտիները: Իսկ եթե հորատանցքում պատերի փլուզումը բացառելու համար այնուամենայնիվ օգտագործվել է կավային լուծույթ, ապա հորատանցքումից անմիջապես հետո պետք է ուժեղացված պուսացիայով արտամղումներ կատարել՝ հորատանցքը կավային մասնիկներից ու հորատման խարամից մաքրելու համար: Հորատման տվյալները ճշգրտելու համար, ինչպես նաև կտրվածքի ապարների ֆիզիկական մի շարք հատկանիշների մասին լրացուցիչ տվյալներ ստանալու նպատակով ներկայումս գրեթե բոլոր հիդրոերկրաբանական հորատանցքերում կատարվում են երկրաֆիդիկական ուսումնասիրություններ, որոնք հաճախ շատ արդյունավետ են լինում:

**Ստորեկրյա ջրերի հանքավայրերի հնատաղութումը, ինչ-
պես նաև Հիդրոերկրաբանական շատ այլ խնդիրների լու-
ծումը Հիմնականում հանգում է ջրատար շերտերի, հաճախ
նաև աերացիալի դոնալի ապարների հաշվարկային հիդրո-
էրկրաբանական պարամետրերի որոշմանը: Այդ պարամետ-
րերը, որոնք ընութեագրում են լեռնալին ապարների ջրա-
տարության ու ջրանցիկության հատկանիշները, որոշվում են
տարրեր մեթոդներով, որոնց ընտրությունը կատարվում է
ելնելով առաջադրանքի նպատակից: ուսումնասիրության
ստադիալից, շրջանի ընական պայմաններից և այլ գործոն-
ներից:**

Հիդրոերկրաբանական փորձային աշխատանքների հիմ-
նական մեթոդներից են: 1) նորատանցքրերից կատարվող առ-
ամդումները, 2) ներմղումները, 3) ջրլիցրը, 4) էրսպրես-
մեթոդները, 5) ոեժիմային դիտումների միջոցով հիդրոերկ-
րաբանական պարամետրերի որոշումը, 6) երկրաֆիզիկա-
կան մեթոդները, 7) մոդելավորումը:

Թվարկած առաջին 4 մեթոդները դաշտային փորձային
աշխատանքների մեջ համարվում են հիմնականը և կիրառ-
վում են գրեթե բոլոր տիպի հիդրոերկրաբանական ուսում-
նասիրությունների ժամանակ: Դրանք հնարավորություն են
տալիս որոշելու հետեւալ հիդրոերկրաբանական պարամետ-
րերը: արտամղվող ջրի ծախսը, ջրի ծախսի և մակարդակի
իջեցման կանխումը, ծծանցման գործակիցը, իջեցման ադ-
դեցության շառավիղը, ճնշումա՝ աղորդականությունը, ապար-
ների ջրատությունը և այլն:

Հիդրոերկրաբանական հաշվարկային պարամետրերի
որոշման եղանակները անգամանորեն քննարկվում են ստոր-
երկրյա ջրերի դինամիկայի ձեռնարկներում: Այստեղ մենք
հակիրձ կոիտարկենք դաշտային փորձային արտամղումների
միջոցով լուծվող խնդիրները:

Կախված փորձային աշխատանքների նպատակից, ար-
տամղումները լինում են՝ նմուշարկման, փորձային և փոր-
ձային-շամագործական տեսակների: Նմուշարկման ար-
տամղումները սովորաբար կատարվում են միայնակ՝ ու-
րատանցքերից կամ շուրֆերից 1—2 աստիճանի իջեցումով,
1—3 բրիգադ-էրթագորիստ տեսողությամբ՝ յուրաքանչյուր իջեց-

ման գեպքում: Այս արտամղումների արդյունքում ստացվող տվյալները օգտագործվում են ուսումնասիրվող ջրատաշ շերտերի նախնական հիդրոէրկրաբանական գնահատման համար:

Փորձային արտամղումները կատարվում են մանրամասն հետախուզության ստադիայում՝ նախօրոք ընտրված հատուկ տեղամասում, որտեղ հորատվում են և կենտրոնական և մի քանի դիտողական հորատանցքեր կամ շուրֆեր: Փորձային արտամղումները կարող են կատարվել նաև մի քանի հորատանցքից միաժամանակ (իմբային արտամղում): Ստորերկրյա ջրերի ստատիկ մակարդակի մեծ խորության դեպքում փորձային արտամղումները իրականացվում են միայնակ հորատանցքերից մի քանի առափնյանի (3—4) իջեցումով, ըստ որում արտամղումների անողությունը կախված է դեպրեսիայի ձագարի ձևավորման արագությունից:

Փորձային շահագործողական արտամղումները կատարվում են բարդ երկրաբանական և հիդրոէրկրաբանական պայմանների դեպքում, մասնավորապես սահմանափակ տարածման ջրատար հորիզոններից կամ գետից սնում ստացող ալյուվիալ ջրատար ապարներից: Փորձային-շահագործողական արտամղումները ավելի երկարատե են (1—6) ամիս, և վորարար կատարվում են ջրի այնպիսի քանակի արտամղումներով, որը մոտ է նախատեսվող ջրան կառուցի ծախսին:

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի հետախուզման արդյունքում կատարվում է ստորերկրյա ջրերի պաշարների չաշվարկ, ըստ որում հետախուզման նախնական ստադիայում տրվում է պաշարների ընդհանուր գնահատականը, իսկ մանրակրկիտ հետազոտության ստադիայում պաշարները հաշվարկվում են ամենայն մանրամասնությամբ: Ինչպես հայտնի է, ի տարրերություն այլ օգտակար հանածնների, ստորերկրյա ջրերի պաշարները մշտապես վերականգնվում են, որի հետեանքով «պաշար» տերմինը հաճախ փոխարինվում է «ռեսուրս» տերմինով (ֆրանսերեն րե—վերա, սօւրե—աղբյուր, վերականգնվող աղբյուր):

Տարրերվում են ստորերկրյա ջրերի պաշարների հետեւյալ տեսակները.

I. Բնական պաշարներ (ռեսուրսներ). ջրատար շերտում ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր քանակն է բնական (շահագործողական կառուցցներով շխախտված) պայմաններում։ Ստորարաժանվում են. 1) ստատիկ պաշարների— ջրատար շերտի ճեղքերում ու ծակոտիներում պարունակված ջրի ողջ քանակն է, և, 2) դինամիկ պաշարների— ստորերկրյա ջրերի ծախսն է, որն անցնում է ջրատար շերտի ընդլայնական կտրվածքով։

II. Շահագործողական պաշարներ (ռեսուրսներ). ստորերկրյա ջրերի այն քանակն է, որը կարելի է ստանալ ջրատար շերտից շահագործման հախառանաված ժամանակահատվածում տվյալ ջրհան կառուցցների միջոցով։ Ստորարաժանվում են. 1) ջրհան կառուցցների ազդեցության գոնայի բնական պաշարների և, 2) լրացուցիչ պաշարների, որոնք ներգրավվում են ջրհան կառուցցների աշխատանքի պրոցեսում (հարակից ջրատար շերտերից ներհոսք, գետերից ու լճերից ներթափանցումը և այլն)։ Ստորերկրյա ջրերի շահագործողական պաշարները հաստափում են ՍՍՀՄ Մինիստրների խորհրդին կից օդտակար հանածոների պաշարների գծով Պետական հանձնաժողովի (ГКЗ) կամ տերիտորիալ հանձնաժողովների (ТКЗ) կողմից։ Ջրհան կառուցցների նախագծումն ու շինարարությունը իրականացվում են միայն պաշարների հաստատումից։

Ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի շահագործողական պաշարների դասակարգման գործող հրահանգի (1978 թ.) համաձայն, այդ պաշարները բաժանվում են 4 կատեգորիաների— A, B, C₁ և C₂։

A կատեգորիային են դասվում այնպիսի մանրամասնությամբ հետախուզված ու ուսումնասիրված պաշարները, որոնց համար լիովին պարզված են ջրատար հորիզոնների տեղադրման պայմանները, կառուցվածքը, ձնշման առկայությունը, ջրատար ապարների ծծանցման հատկանիշները, որոշված են ջրատար հորիզոնների սնման պայմանները և պաշարների վերականգնման հնարավորությունները, հաս-

տատված է գնահատվող պաշարների կապը մակերեսութային ջրերի և հարակից ջրատար հորիզոնների հետ։ Ստորև լրկրյա ջրերի որակը ուսումնասիրված է, այնպիսի հավաստիությամբ, որ ապահովում է հաշվարկային ժամկետում դրանց նպատակային օգտագործումը։ Ջրատար հորիզոնների շահագործողական պաշարները որոշվել են երկարատիշահագործման կամ փորձային ու փորձային-շահագործողական արտամղումների տվյալների միջոցով։

Ե կատեգորիային են դասվում այնպիսի մանրամասնությամբ հետախուզված ու ուսումնասիրված պաշարները, որոնց համար պարզված են ջրատար հորիզոնների տեղադրման, կառուցվածքի ու սնման պայմանների հիմնական առանձնահատկությունները, ինչպես նաև գնահատվող ստորերկրյա ջրերի կապը հարակից ջրատար հորիզոնների և մակերեսութային ջրերի հետ, մոտագոր քանակությամբ որոշված են բնական ջրային ուսուրսները որպես ստորերկրյա ջրերի շահագործողական պաշարների լրացման աղբյուր։ Ստորերկրյա ջրերի որակը ուսումնասիրված է այն չափով, որ թույլ է տալիս որոշել դրանց նպատակային օգտագործման հնարավորությունը։ Ստորերկրյա ջրերի շահագործողական պաշարները որոշվել են փորձային արտամղումների տվյալների կամ հաշվարկային արտարկման (էքստրապոլյացիայի) հիման վրա։

Ը կատեգորիայի պաշարները հետախուզված ու ուսումնասիրված են այնպիսի մանրամասնությամբ, որ ընդհանուր գծերով պարզված են ջրատար հորիզոնների տեղադրման, կառուցվածքի ու սնման պայմանները։ Ստորերկրյա ջրերի որակը ուսումնասիրված է այն չափով, որ հնարավոր է նախնական որոշում կայացնել դրանց օգտագործման հնարավորությունների մասին։ Շահագործողական պաշարները որոշվել են միայնակ հորատանցքերից նմուշարկման, արտամղումների տվյալներով, ինչպես նաև հարակից տեղամասերում գործող ջրհան կառուցցների անալոգիայով, որոնց կողմից շահագործվող ջրատար հորիզոնի ստորերկրյա ջրերի պաշարները հաշվված են A և B կատեգորիաներով։

Ը կատեգորիայի պաշարները որոշվում են ընդհանուր էրկրաբանական-հիդրոերկրաբանական տվյալների հիման վրա, որոնք աստատվել են առանձին կետերում ջրատար հորիզոնների նմուշարկումով կամ ընդունվում են հետախուզված տեղամասերի անալոգիայով։ Ստորերկրյա ջրերի բարձր որոշված է ջրատար հորիզոնի առանձին կետերից վերցված նմուշներով կամ նույն հորիզոնի ուսումնասիրված տեղամասերի անալոգիայով։

Ստորերկրյա ջրերի պաշարների Ա և Բ կատեգորիաները համարվում են արդյունարերական, այսինքն ուսումնասիրվածության աստիճանը միանգամայն բավարար է ջրհան կառույցների նախագծմանը ձեռնամուխ լինելու համար։ Ը կատեգորիայի պաշարները նախագծային աշխատանքների ժամանակ հաշվի են առնվում որպես հեռանկարային՝ ջրհան կառույցները՝ ընդարձակելու նկատառումով, իսկ Ծ կատեգորիան կարող է հաշվի առնվել միայն լրացուցիչ ուսումնասիրություններից հետո։

Պրոֆ. Ն. Ի. Պլոտնիկովի տվյալներով, 1966 թ. սկզբին ՍՍՀՄ-ում քաղցրահամ ստորերկրյա ջրերի հեռանկարային սեգմենտ ուսուրաները գնահատվում էին շուրջ 7000 մ³/վրկ։ 80-ական թվականների սկզբներին, ըստ Լ. Ս. Ցաղվինի, շնորհիվ հետևողականորեն տարվող հիդրոերկրաբանական որոնողական-հետախուզական աշխատանքների, այդ ուսուրաները արդեն գնահատվեցին մոտ 10000 մ³/վրկ։ Ստորերկրյա ջրերի արդյունարերական կատեգորիաներով հաշվարկված պաշարները 1962 թվականին կազմում էին 425 մ³/վրկ, 1970 թվականին՝ 780 մ³/վրկ, իսկ 80-ական թվականների սկզբին այն հասել է շուրջ 1700 մ³/վրկ։

Ստորերկրյա ջրերի հետախուզված պաշարների ավելացումը հնարավորություն է ընձեռում ավելի մեծ չափերով դրանց օգտագործումը, որը թելադրվում է ժողովրդական տնտեսության հարածուն պահանջներով։

ԱՍՈՐԵՐԿՐՅԱ ԶՐԵՐԸ ՇԱԽԱՅՈՒՄ ԵՆ ՄԱՐԴՈՒՆ

«Զկա ավելի բանկառեմբ օգտակար հանածո, իսե չուրը, առանց որի կյանք չկա...»:

Ակադ. Ա. Գ. Կարպիճնուկի

«Չուր... Դու չունես ոչ համ, ոչ հոտ, ոչ զոյն, ենք դժվար է նկարագրել, ինչպահպի հիմանում են՝ շիմանալով թե դու ինչ ես: Զի կարելի ասեմ, թե դու անհեամեշտ ես կյանքի համար, դու ինչը կյանքն ես: Դու լցնում ես մեզ երջանկուրյամբ, ուր մեր զգացմունքներով տեսնար է բացատրել: Քեզնով վերադառնում են մեզ հրամեշտ տված ուժերը, ես զրասրաւուրյամբ մեր մեջ վերստին սկսում են նույնականացնելու ազդյուները: Դու աշխարհիս ամենամեծ հարցատուրյունն ես...»:

Անտուան դը Ալենտ-Էկզյաւֆերի

Գիտնականի լակոնիկ ու գրողի պատկերավոր արտահայտությունները ցրի մասին այսօր մեզ ավելի հասկանալի են դառնում, քանի որ ցրի պրոբլեմը հառնել է ժամանակակից մարդու առջև իր ողջ սրությամբ:

Երկրի վրա կյանքի գոյության դործում և երկրաբանական պրոցեսներում ջուրը կատարում է հիմնական գերացիցի միջավայր ու հումք ծառայելուց այն վերածվել է նաև աշխատանքի գործիքի, նրանով գործի և դրվում էլեկտրակայաններ, ջրարբիացվում է հողը, շահագործվում է երկրի ընդերքը, նրանցից մարդը պատրաստում է նույնիսկ արվեստի գլուխգործոցներ՝ երգող-պարող շատրվաններ: Զուրբ հագեցնում է մեր ծարավն ու բուժում, մաքրում է ու լվանում, արտադրությունից կորցում է ավելորդ, խանգարող ջերմությունն ու տաքացնում է մեր կացարանները... Մի ինուրով, այս կենսաբեր հեղուկը բնության մեջ կատարում է մի այնպիսի անգնահատելի գեր, որին միայն ինքն է ընդունակ:

Տակավին 4—5 տասնամյակ առաջ նույնիսկ դարձացած շատ երկրներում ջրային ռեսուրսները դիտվում էին որպես բնության անսպառ պարզեց: Դրանք կարելի էր օգտա-

գործել ցանկացած աղբյուրներից ու ցանկացած չափով՝ առանց մտահոգվելու հետևանքների մասին։ Սակայն ԱՀ դարի երկրորդ կեսին, երբ չըօգտագործման չափերը դաշտասկզբի համեմատությամբ տասնապատկվեցին (տես աղյուսակ 8), ջրի պակասությունը ընդունեց գլորալ մասշտաբներ։

Աղյուսակ 8

Ջրի ծախսը երկրագնդի վրա ($\text{կմ}^3/\text{տարի}$)

Ջրի սպառողը	1900 թ.	1950 թ.	1975 թ.	1985 թ.	2000 թ.
-------------	---------	---------	---------	---------	---------

Կոմունալ տնահետություն	20	60	150	260	450
Արդյունաբերություն	30	190	630	1200	2000
Գյուղատնտեսություն	350	860	2100	2400	3400
Հնդհանուր ջրածախսը	400	1100*	3000*	3900*	6000*

* Հնդհանուր ջրածախսը կլորացված է՝ ի հաշիվ ջրամբարներից տեղի ունեցող անվերադարձ կորուստների։

Անապատային ու կիսաանապատային գոտիներից բացի, ներկայումս գրեթե բոլոր ինդուստրիալ երկրները, նույնիսկ նրանք, որոնք ունեն հումիդ կլիմայական պայմաններ, ջրի պակաս են զգում։ 1984 թ. օգոստոսին Մոսկվայում կայացած միջազգային երկրաբանական կոնֆերենսում մասնագետները միահամուռ կարծիք հայտնեցին, որ մոտ ապագայում բնական ռեսուրսների մեջ, նույնիսկ նավթից էլ առավել առաջնահերթ տեղ է զբաղեցնելու չուրը։ Մասնագետներից մեկի դիպուկ արտահայտությամբ՝ Քուվեյթի ողջ դժբախտությունը կայանում է նրանում, որ նա ավելի հարուստ է նավթով, քան ջրով։

Աղյուսակում բերված տվյալների համաձայն վերջին տասնամյակներում, ինչպես նաև 2000 թվականի հեռանկարում քաղաքակրթության և ուրբանիզացիայի հետևանքով կոմունալ տնտեսության ու արդյունաբերության ջրածախսի տեսակաբար կշիռը մեծանում է, բայց և մոլորակի աճող

ազգաբնակչությանը կերակրելու համար անհրաժեշտաբար շարկ կլինի ընդարձակել ոռոգելի հողագործությունը:

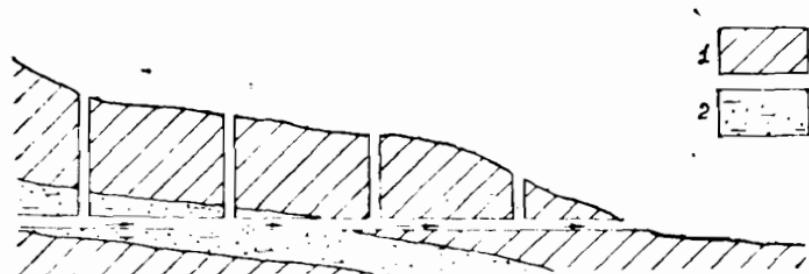
Վերջին ժամանակներում հատկապնս մեծ շափով է աճում ստորերկրյա ջրերի օգտագործումը: Բանը միայն այն չէ, որ շուայլ օգտագործման և աղտոտման հետևանքով նվազել են ձակերեսութային ջրերի ուսուրաները, այլ նաև այն, որ ստորերկրյա ջրերը մակերեսութայինի նկատմամբ ունեն մի շարք որակական առավելություններ (տես էջ 25—26): Բացի այդ, չի շարք չորային գոտիներում, հորատման տեխնիկայով ապահովածության դեպքում, ստորերկրյա ջրերի օգտագործումն ավելի շահավետ է:

Զբանաւակարարման լավագույն ալբյուր: Հազիվ թե շարկ կա ապացուցելու, որ քաղցրահամ ջուրը այն կարենդագույն գործոններից է, որից կախված է կենդանական ուրուսական աշխարհի կենսագործունեությունը: Բավական է նշել, որ մարդու օրգանիզմը մոտ 70 տոկոսի շափով բաղկացած է ջրից, իսկ ջրի օգտագործման օրական ֆիզիոլոգիական նորման կազմում է 2,5—3,0 (շոգ գոտիներում՝ մինչև 4,0) լիտր: Առանց սննդամթերքի մարդը կարող է ապրել ամսից ավելի, իսկ առանց ջրի՝ մինչև 5—6 օր։ Օրգանիզմի ջրի 15—20 տոկոսի կորուստը հանգեցնում է անդարձելի պրոցեսների և մահվան։ Մարդկային պատմությունը շարուստ է բազմաթիվ դեպքերով, երբ անպարտելի զորացանակները ծնկի են բերվել, անառիկ բերդաբարձրները իրենց դարպասներն են բացել՝ ջրի սովոր պատճառով։ Հիշարժան է մ.թ. 525 թվականի Կիրիացի անապատում պարսկական թագավոր Կամբիզի հզոր զորաբանակի վախճանը։ Թշնամին քողարկել էր ջրհորերը և անապատի անցման ժամանակ ծանրավի սարսափելի տանջանքներից իսպառ կոտորվեց պարսկական անպարտելի 50 հազարանոց զորքը։

Մարդը սրվորել է օգտագործել ստորերկրյա ջրերը դեռևս հախապատմական ժամանակներից։ Բնության ջրերից միշտ էլ գերապատվությունը տրվել է ստորերկրյա ջրերի բնական ելքերին՝ աղբյուրներին, որոնք աշքի են ընկել ջրի վճիռությամբ ու սաւանությամբ, հաճելի համ ու հոտով։ Մերձավոր Արեելրի ու Ասիայի շորային շրջաններում հին քաղաքակրթությունների դարգացումը պահանջեց կատարելագոր-

ծել ստորերկրյա ջրերի որոնման և ջրամատակարարման դեռևս պրիմիտիվ տեխնիկան, Եգիպտոսում արդեն մ.թ.ա. 3-րդ հազարամյակում սովորեցին մինչև 100 մ խորովիան ջրհորեր կառուցել, Զինաստանում մ.թ.ա. 3-րդ—2-րդ հազարամյակներում այդ նույն խորովիյունը հասանելի դարձավ Հորատանցքերի միջոցով, որոնք Հորատվում էին Հարվածաճոպանային եղանակով:

Հիդրոտեխնիկական հնագույն կառույցներից են նաև ջրհավաք Հորիզոնական փորվածքները՝ քյահրիզները: Զնշին թեքովիամբ այդ ջրահավաք փորվածքները կտրում էին ջրատար ապարները, որոնց ջրատվությունը մեծացնելու համար կառուցվում էին նաև ուղղահայտյաց ջրհավաք Հորեր (նկ. 17): Մի քանի կմ երկարություն ունեցող քյահրիզները նպաստավոր հիդրոերկրաբանական պայմաններում ինքնահոսով զգալի քանակությամբ ջուր էին տալիս, որն օգտագործվում էր ինչպես ջրամատակարարման, այնպես էլ սոսում նպատակներով: Քյահրիզներ կառուցվել են զեռևս հին Բարելոնում, Մերձավոր Արևելքում, Հնդկաստանում և այլուր: Սովետական Միության տարածքում քյահրիզներ հայտնի են Հայաստանում, Աղբբեջանում և միշինասիհական հանրապետություններում: Իրանում, որսեղ այս տիպի կառույցները կոչվում են կանատներ, ներկայումս էլ մեծ արդյունավետությամբ օգտագործվում է ջրհավաք փորվածքների խիտ ջանցը: Ու. Ֆյուրոնի տվյալներով, այստեղ գործող ամենաերկար կանատը ունի 43 կմ երկարություն, որից ստացվում է մոտ 900 լ/վրկ ջուր, իսկ երկրում հաշվվում են շուրջ 40 հազար կանատներ, որոնցից ստացվող ջրի գումա-



Նկ. 17. Քյահրիզի բներեկայնական կտրվածքի սխեմա.

1— ջրամերժ կավեր, 2— ջրատար ավագներ:

բային քանակը կազմում է 60—70 մ³/վրկ. Սահարայի անապատի արևմտյան մասի օաղիսների շղթան՝ հոչակավոր «Արմավենու ձանապարհը», կենսարեր հեղուկը ստանում է դարեր ի վեր գործող հակարավոր քյահրիդներից, որոնց տեղացիները անվանում են ֆոգատներ:

Կառուցման մեծ վարպետությամբ աշքի են ընկնում նաև Հին Հոռոմում, Հունաստանում և Ուրարտուում մ. թ. ա. 7-ին հաղարամյակում գործող ջրատարները, որոնք աղբյուրների զուլալ ջրերը հասցնում եին խոշոր քաղաքներ (Հոռմ, Կարթագեն, Աթենք, Վան և այլն): Հիացմունք է առաջացնում հին ռոմեացիների վարպետությունը՝ աղբյուրների կապտաճի և ակվեդուկների կառուցման գործում: Մասնավորապես հիարժան է մ. թ. 1 դարում մեզ հայտնի ձարտարապետ Մարկ Վիտրուվիոսի կողմից կառուցած ջրատարը, որը Տիբրայի հովտի աղբյուրների ջուրը հոյակերտ ակվեդուկներ անեցող փակ խողովակաշբով հասցնում է Հոռմ: Հիդրոսեխնիկական հոյակապ կառույց է նաև մ. թ. ա. 8-րդ դարում Ուրարտուի թագավոր Մենուայի հրամանով Տուշպա (Վան) քաղաքի համար կառուցված բաց ջրատարը, որը իր ճանապարհին կտրել-անցնելով հարյուրավոր ձորակներ ու կիրճեր, լեռնային հեռավոր ակունքների ջրերը ինքնահոսով հասցնում էր Երկրի մայրաքաղաք:

Հետագայում, մ. թ. XI—XII դարերում, հորատման տեխնիկայի դարգացմանը զուգընթաց, ստորերկրյա ջրերի կիրառությունը նոր թափ ստացավ: «Հաջողակ» եվրոպայում, առաջին հերթին Ֆրանսիայում, խորշ հորատանցրերի միջոցով հայտնարերվեցին շատրվանող արտեղյան ջրեր: Սակայն ստորերկրյա ջրերի թոփքաձե շահագործում դիտվեց միայն գիտատեխնիկական հեղափոխության դարում, երբ արդյունաբերության ու գյուղատնտեսության կտրուկ զարգացումը բաղմապտիկ ավելացրեց քաղցրահամ ջրերի պահանջարկը:

Ներկայումս աշխարհի շատ երկրներում քաղաքների կենտրոնացված ջրամատակարարումը կատարվում է գերադանցապես ի հաշիվ ստորերկրյա ջրերի, իսկ եվրոպական մի շարք երկրներում (Հոլանդիա, Գանիա, Բելգիա) այս նպատակներով լայցառապես օգտագործվում են ստորերկրյա ջրերը: Սովորական Միությունում քաղաքների կենտրոնացված

չրամատակարարումը՝ 80-ական թվականների՝ սկզբին 65 տոկոսի չափով կատարվում է, ի հաջիվ՝ ստորերկրյա ջրերի և 20 տոկոսի չափով՝ ի հաշիվ ստորերկրյա ու մակերեսութային ջրերի, այս գործում ստորերկրյա ջրերի բնդաշնուր ծախսը՝ արդեն կազմում է ավելի քան 700 մ³/վրկ։ Բնդերը բարձրորակ չընդունվ բավական հարուստ Հայաստանում, օրինակ, գրեթե բոլոր բնակավայրերը մատակարարվում են ստորերկրյա ջրերով, իսկ մայրաքաղաք Երևանը 1984 թվականի դրությամբ 1 վայկյանում ստանում էր 14 մ³ ստորերկրյա քաղցրահամ ջուր՝ Հիմնականում ի հաշիվ բազարաների հետ կապված վճիռ աղբյուրների և Արարատյան արտեղյան ավաղանի ջրերի։

Ստորերկրյա ջրերի որակի մասին խոսելիս հարկ է նշել, որ խմելու տեսակետից լավագույն են համարվում այն ջրերը, որոնք գերբաղցրահամ են (հանգայնացումը չի կերպ գանցում 200 մգ լ), օժտված են համելի համ ու հոտով, վճիռ են ու սառնորակ (ջերմությունը չի գերազանցում $-8 - 10^{\circ}$ Ց)։ Սովորաբար այս որակի ջրերը կապված են լինում լեռնային շրջանների բաղալտային արտավիճակների հետ, որոնք օժտված են ջրակուտակման ու ծծանցման բարձր հատկանիշներով։ Այս տեսակետից Հայաստանի ենտրոնական հրաբիսածին բարձրավանդակի ստորերկրյա չընդունվ իրավամբ կարելի է դասել աշխարհի լավագույն խմելացրերի շարքին։ Այնպես, որ ժողովարկը իզուր չի զովերգում իր «Կաթնաղբյուրը», «Վարդաղբյուրը», «Երեանլան ջուրը»... Տեղին է Հիշեցնել Երևանի պատվարժան Հյուրերից մեկի՝ ամերիկացի գեղանկարի։ Խորուել Քենտի խոսքերը, «Ես գիտեի հայկական կոնյակը, բայց այժմ երազերու եմ երեանյան ջուրը։ Դա մեծ հարստություն է, պահպանեցե՛ք այն։»

Մարդու ֆիզիոլոգիական և ամենաանհրաժեշտ հիգիենիկ պահանջները բավարարելու համար օրական անհրաժեշտ է 20—30 լ քաղցրահամ ջուր։ Մական ժամանակակից բաղարներում, կախված բնակելի շենքերի բարեկարգման ասախանից, ի հարկե, անհամատ ավելի շատ ջուր է ծախսվում։ Համաձայն ՍՍՀՄ-ում գործող նորմատիվների՝ յրազիծ ունեցող բայց կոչուղուց զուրկ շենքի լույսարաններու բնակելի

օրական ջրի նորման կազմում է 30—50 լ, ջրագծով, կոյուղու և կենտրոնացված տաք ջրամատակարարման սիստեմով շենքի բնակչինը՝ մինչև 275—400 լ: Ըստ որում, նորմաներում հաշվի են առնված նաև բնակավայրերի բնակլիմայական պայմանները. նորմաների ստորին սահմանը վերաբերում է հումիդ (խոնավ) բնակլիմայով, իսկ վերին սահմանը՝ արիդ (չորացին) բնակլիմայով տեղանքներին:

Ժամանակակից խոշոր քաղաքներում կոմունալ-տնտեսական կարիքների համար փաստացի ծախսը ավելի մեծ է՝ մինչև 700 լ/օր: Օրինակ, 70-ական թվականներին փարիզեցին ծախսում էր օրական 550 լ, 80-ական թվականների ոկզրին մոսկվացուն արդեն բաժին է ընկնում 700 լ, կիեցուն՝ 520 լ, երեանցուն՝ 550 լ և այլն: Հարկ է նշել, որ ժամանակակից մարդու կուլտուրական մակարդակը չափում են նաև ծախսված տեսակարար ջրաբանակով. ինչքան բարձր կուլտուրա ու կենցաղավարություն՝ այնքան շատ ջրի ծախս: Սակայն, ինչպես ցույց կարդի հաջորդ գլխում, այս գրույթը հաճախ չի համապատասխանում իրականությանը՝ ջրի կորուստների ու շոայլումների հետեանքով:

Դժվար է պատկերացնել որեէ նյութ, իր կամ առարկա, որի ստացման համար ջուր չծախսվի: Այդ իսկ պատճառով ահույի քանակությամբ քացրահամ ջրեր են ծախսվում արդյունաբերության ու գյուղանտեսության մեջ (աղյուսակ 8): Այսպես օրինակ, 1 տ պողպատ ձուկելու համար ծախսվում է միջին հաշվով 200 մ³ ջուր, 1 տ նիկելի համար՝ 800 մ³, 1 տ ալյումինի համար՝ 1500 մ³: Առանձնապես շատ ջուր են «կլանում» սննդարդյունաբերությունն ու քիմիան: Օրինակ, 1 տ. քիմիական մանրաթել ստանալու համար օգտագործվում է 3000 մ³ ջուր, կամ 1 տուփ քանջարեղենի պահածողատրաստելու համար ծախսվում է 40 լ ջուր, 1 լ գարեջուր ստանալու համար՝ 16 լ և այլն: Ըստ որում, այս ամենի համար մեծամասամբ անհրաժեշտ է լինում բարձրորակ քաղցրահամ ջուր, որը հիմնականում ստացվում է ընդերկրյա հորիզոններից: Այդ իսկ պատճառով խոշոր արդյունաբերական քաղաքներում զգալի չափով ջուր է հատկացվում արդյունաբերությանը (քաղաք մուտք գործող ընդհանուր ջրաբանակի 10—50 տոկոսը):

Հաստկանշական է, որ վերջին տարիներին և վրոպական շատ քաղաքներում տեղական իշխանությունները ամեն կերպ աշխատում են նվազեցնել մունիցիպալ ջրագծերից արդյունաբերությանը տրվող ջրաքանակը: Օրինակ, Լոնդոնում այն կազմում է 25 տոկոս, Պրագայում՝ 16 տոկոս, իսկ Անտվերպենում՝ ընդամենը 12 տոկոս: Այս տեսակետից անմիտար է վիճակը Երևան քաղաքի ջրօգտագործման պրակտիկայում: Հայաստանի մայրաքաղաքի արդյունաբերությունը, հատկապես բազմաթիվ քիմիական ձեռնարկությունները կլանում են ավելի քան 7,0 մ³/վրկ լավորակ ստորերկրյա ջրեր (քաղաք մուտք գործող ջրերի 50—55 տոկոսը):

Ինչպես արդեն պարզ դարձավ, քաղցրահամ ջրերի ամենամեծ սպառողը գյուղատնտեսությունն է. Բավական է հաշտակել, որ 1 տ հացահատիկ աճեցնելու համար ծախսվում է միջին հաշվով 1,5 հազ. մ³ ջուր, 1 տ բրնձի համար՝ 7,0 հազ. մ³, 1 տ բամբակի համար՝ ավելի քան 10 հազ. մ³: Հաշվված է, որ մարդու մեկօրյա սնունդը պատրաստելու համար ծախսվում է ոչ պակաս 6 մ³ ջուր: Մեծ է ծախսը նաև անանապահության բնագավառում: արդյունաբերական հիմքերի վրա դրված անասնապահական համալիրները հանդիսանում են քաղցրահամ ջրերի խոշոր սպառողներից:

Մոլորակի ազգաբնակչության աճի մեծ տեմպը և դրա հետ կապված սննդամթերքի սուր պակասությունը թելազրում են էլ ավելի զարգացնել ոռոգելի հողագործությունը: Դարասկզբի համեմատությամբ 1980 թ. աշխարհում ոռոգելի հողատարածքները ավելացել են ավելի քան 7 անգամ (1900 թվականին՝ 40 մլն. հա, 1980 թվականին՝ 285 մլն. հա): Ըստ որում, թեև 1980 թվականի ոռոգելի հողերը կազմում էին մշակվող ողջ հողատարածքի ընդամենը 17 տոկոսը, բայց դրանք տվեցին գյուղատնտեսական արտադրանքի շուրջ 55 տոկոսը:

Հասկանալի է, որ ոռոգման գործը գերազանցապես հենվում է մակերեսութային ջրերի վրա, սակայն չորային կլիմայի պայմաններում օգտագործվում են հիմնականում ստորերկրյա ջրերը: Այսպես օրինակ, ՍՍՀՄ-ում ոռոգելի հողագործության մեջ ստորերկրյա ջրերը լայնորեն օգտագործվում

Են երկրի հարավի շորային գոտում (Ղաղախստանի ու Ղրիմի տափաստաններ, Հյուսիսային Կովկաս, Անդրկովկաս, Միջին Ասիա): Ներկայումս մեր երկրում հողերի ոռոգման և արոտավայրերի ջրարրիացման համար օգտագործվում են ավելի քան 300 մ³/վրկ քաղցրահամ ստորերկրյա ջրեր:

Սակավաջուր Հայաստանում, որտեղ բույսերի վեգետացիայի շրջանում մակերեսութային հոսքը խիստ նվազում է, այս նպատակով դգալի քանակությամբ (մինչև 35—40 մ³/վրկ) ստորերկրյա ջրեր են օգտագործվում: Արարատյան արտեզյան ավագանում գործող շուրջ 2000 հորատանցքերի երնական խոշոր ելքերի շրերը ծախսվում են ինչպես բուն հարթավայրի, այնպես էլ նախալեռնային գոտու հողատաքածությունները ոսոգելու համար: Բնական խոշոր աղբյուրների (Ակնա լիճ—Մեծամոր խմբի) ջուրը, որոնք ձևավորում են Սեղուր գետը, վերջին տարիներին կառուցված պոմպակայաններով մղվում են դեպի հարթավայրի նախալեռնային մասերը՝ «որ թեթևացնեն հոգսը Սեանի»:

Հանքային բուժիչ ջրերը: Մարդը անհիշելի ժամանակներից ստորերկրյա հանքային ջրերը օգտագործել է բուժման նպատակներով: Թեևս քաղաքակրթության արշալույսին եղիպտոսում ու Հնդկաստանում, ավելի ուշ նաև Հռոմում ու Հունաստանում, մարդիկ առողջությունը կոփելու համար ջրացին լոգանքներ էին ընդունում, այդ նպատակով հաճախ օգտագործելով ընդերքից առտավիժող հանքային ու թերմալ ջրերը: Հիացմունք են առաջացնում հնեարանական պեղումներով մասնավորապես Հունաստանում ու Հռոմում հայտնաբերված բարդ կապտաժներն ու հարմարավետ լողավազանները:

Հնդկական «Խիդ-Վեդա» սուրբ գրքում 3500 տարի առաջ գրվել է. «Բուժիչ է աղբյուրը, ջուրը հանգստացնում է հոգու տենզը, բուժում լոլոր հիվանդությունները...»: Այն ժամանակներում ստորերկրյա հանքային ջրերին կուրորեն վերագրվում էին միստիկ հատկանիշներ, բուժիչ էր համարվում ջրի «ոգին»: Սակայն արդեն մ. թ. ա. V—IV դարերում հոյն հռչակավոր բժիշկ Հիպոկրատը հետաղոտում էր հանքային ջրերով հիվանդությունների բուժման օրինաշափությունները:

Հանքային բուժիչ ջրեր են կոչվում այնպիսի ստորերկրյա

չըերը, որոնք բարերար ֆիզիոլոգիական ազդեցություն ևն գործում մարդու օրգանիզմի վրա: Այս աղքեցությունը պայմանավորված է ջրերի բարձր հանքայնացումով, իոնալին կազմով, գաղերի պարունակությամբ, ակտիվ թերապետիկ միկրոբաղդրիչների ու ռադիոակտիվ տարրերի առկայությամբ, թթվայնությամբ ու հիմնայնությամբ, ինչպես նաև բարձր ջերմաստիճանով:

Բժշկության կարևոր ճյուղերից մեկը՝ հանքաջրաբուժությունը (բալնեոլոգիան), որը զբաղվում է հանքային ջրերի բուժիչ հատկանիշների ուսումնասիրությամբ և հիվանդությունների բուժման ու նախականխման գործում դրանց կիրառությամբ, ներկայումս հասել է զգալի հաջողությունների: Այսպիս օրինակ, տարբեր տիպի հանքային ջրերով հաշողությամբ բուժվում են մաշկային, աղեստամոքսային ուղիների, նյարդային համակարգի, երիկամների ու միզանոթների մի շարք բարդ հիվանդություններ: Ալացուցված է, որ ածխաթթվով հարուստ հանքային ջրերի լոգանքները բարեփոխում են մաշկի ջերմառեցեպտորների աշխատանքը, կարդավորում են նյութափոխանակության պրոցեսները, խմելիս այդ ջրերը բարերար ազդեցություն ևն գործում աղեստամոքսային ուղիների, ենթաստամոքսային գեղձի վրա: Ծատ հանքային ջրերի թերապետիկ ակտիվությունը կապված է դրանցում միկրոբաղդրիչների, առաջին հերթին, երկաթի, մկրնդեղի, բրոմի և յոդի պարունակությամբ: Օրինակ, հայտնի է, որ երկաթային ջրերը խթանում են արյան վերաբերությունը, բրոմային ջրերը օգտագործվում են նյարդային համակարգի կարգավորման համար և այլն:

Հանքային բուժիչ ջրերի հանքայնացումը տատանվում է մեծ սահմաններում՝ 2,0—150 գր/լ: Ընդ որում, եթե լոգանքների ու ջրային մերսման համար հանքայնացումը արգելվ չի հանդիսանում, ապա խմելու համար թույլատրելի է մինչև 10—15 գ/լ հանքայնացումը: Հանքային ջրերը լինում են ամենաբաղմազան քիմիական կազմի, սակայն դրանք պետք է որոշակի քանակի զաղեր կամ օգտակար միկրոբաղդրիչներ պարունակեն:

Դոյցություն ունեն հանքային ջրերի մի շարք դասակարգումներ (Ա. Մ. Օվկիննիկով, Ն. Ի. Տոլստիխին, Վ. Վ. Իվա-

Հով և ուրիշներ), որոնցում առանձնացվում են մի քանի տասնյակ տիպեր ու դասեր: Կիրառական տեսակետից ավելի հարմար է հանքաջրաբուժության և ֆիզիոթերապիայի կենտրոնական ինստիտուտի առաջարկած դասակարգումը (աղյուսակ 9), որում առանձնացվում են հանքային ջրերի հիմնական տիպերը՝ ըստ օգտակար բաղադրիչների կոնդիցիայի:

Աղյուսակ 9

Հրի անվանումը	Ծգտակար բաղադրիչը	Կոնդիցիան, մգ/լ
Ածխաթթվալին	ազատ ածխաթթու	500
Շամբաջրածնային	ծծմբաջրածին	10
Երկաթային	երկաթ	20
Մկնդեղային	մկնդեղ	0,7
Բրոմային	բրոմ	25
Ֆողային	յոդ	5
Սիլիցիումային	սիլիցիումային թթու	50
Ջաղոնային	ռադոն	մախեր 14 միավոր (50 էման)

Վերջին տարիներին հաճախ կիրառվում է նաև հանքային ջրերի այսպես կոչված «տիպայնացումը»— դրանց ստորաբաժանումը ըստ տիպի կամ տարատեսակի, որոնք իրենց հիմնական հատկանիշներով ու ցուցանիշներով նույնատիպ են լավ ուսումնասիրված և հանրահայտ հանքային ջրերի հետ: Օրինակ, ածխաթթվային հիդրոկարբոնատ-նատրիումային կազմի ջրերը վերագրում են բործոմի տիպին, ուժեղ ծծմբաջրածնային քլոր-նատրիումային ջրերը՝ մացեստային, օրգանական բաղադրիչներով հարուստ թույլ հանքայնացման ջրերը՝ նավթուսիային և այլն:

Ըստ ջերմաստիճանի Վ. Վ. Խվանովն ու Գ. Ա. Նկրակը առանձնացնում են հետեւյալ հանքային ջրերը. 1) սառը՝ 20° -ից պակաս, 2) գոլ՝ $20-35^{\circ}$, 3) տաք՝ $35-42^{\circ}$ և, 4) շատ տաք՝ 42° -ից ավելի:

Հանքային ստորերկրյա ջրերի հանքավայրեր կան աշխարհի շատ երկրներում, սակայն դրանց առողջապահական նպատակներով կիրառումը լայնորեն օգտագործվում է

Ֆրանսիայում, Շվեյցարիայում, ՍՍՀՄ-ում, Չեխոսլովակիայում, Հունգարիայում և այլուր, Առանձնապես մեծ փառք են վայելում ֆրանսիայի «Վիշի» և Չեխոսլովակիայի «Կառլովի վարի» հանքային ջրերը, որոնց հիման վրա կառուցվել են աշխարհանողակ առողջարաններ:

Սովետական Միությունը արտակարգ հարուստ է հանքային ստորերկրյա ջրերի ամենատարբեր տիպերով: Հիդրոէրկրաբանները մեր երկրի տերիտորիայում հայտնաբերել են բազմաթիվ հանքավայրեր, որոնցից շուրջ 5 հարյուրը արդեն օգտագործվում են սանատորիաների, առողջարանների, պրոֆիլակտորիումների և լցման գործարանների համար: Աշխատավորների առողջության վերաբերյալ կուսակցության ու պիտության մշտական հոգատարության շնորհիվ լուծիչ հանքային ջրերի պահանջարկը մշտապես ավելանում է և այդ կապակցությամբ տարեցտարի ավելանում է դրանց որոնողական-հետախուզական աշխատանքների ծավալը: Միայն վերջին 10—12 տարում հանքային ջրերի շահագործողական պաշարները գրեթե կրկնապատկվել են և այժմ կազմում են ավելի քան 55 հազ մ³/օր: Սակայն հետախուզված և արդյունաբերական կատեգորիաներով հաստատված թանկարժեք այս պաշարները երկրի տարածքում խիստ անհավասարաչափ են տեղաբաշխված: Այսպես, օրինակ, Վրաստանում ու Հյուսիսային Կովկասում են տարածված նշված պաշարների շուրջ 70 տոկոսը: Արդի պայմաններում մեծ ուշադրություն է դարձվում հանքաջրաբուժական առողջարանների աշխարհագրական տեղաբաշխմանը այն հաշվով, որ դրանք հնարավորին չափով մոտեցվեն զարգացող արդյունաբերական կենտրոններին: Ներկայումս մեր երկրում հանքային ջրերի բազայի վրա գործում են մոտ 120 լցման գործարաններ՝ տարեկան 1,2 մլրդ շիշ արտադրողականությամբ, իսկ միայն Հյուսիսային Կովկասի առողջարաններում (Կիսլովոդսկ, Ժելեզնովոդսկ, Մինվոդի, Նալշիկ և այլն) ամեն տարի իրենց առողջությունն են կարգավորում շուրջ 1 մլն մարդ:

Հայաստանը համարվում է տարբեր տիպի հանքային ջրերով հարուստ ոեգիոն: Ալսուղ հայտնաբերվել են առողջարար հեղուկի ավելի քան 400 բնական ելքեր, որոնցից մի

քանիսը որակական տեսակետից համարվում են աշխարհական լույսագույնները՝ ճանաչված հանքային ջրերի նմանակները (անալոգները): Դրանց մեծամասնությունը պատկանում է ածխաթթվային տիպին, ավելի քիչ՝ ածխաթթվային-ծծմբացրածնային տիպին, միկրոլազգրիներից ավելի շատ դիտվում է աղոտի բարձր պարունակություն, երբեմն նաև ջրերը օժտված են թույլ ուղղուակտիվությամբ: Ջրերի ջրմաստիճանը տատանվում է +4,0-ից (*Գոհառոր*) մինչեւ +64 (*Ջերմուկ*):

Հայաստանում դարեր ի վեր հանքային ջրերը օգտագործվել են բուժման նպատակներով, մասնավորապես մաշկային հիվանդություններ բուժելիս, որի մասին վկայում են աղբյուրների «Քոս-ջուր», «Քոս-աղբյուր», «Գոփ-ջուր» հին անվանումները, իսկ «ջերմուկ» անվանումը հայերենում օգտագործվում է որպես կենսատու հեղուկի ուժանիշ: Երեկայում այստեղ գործում են երկրում մեծ համբավ վայելող խոշոր առողջաբաններ (Արդնի, Ջերմուկ, Դիլիջան, Հանքավան և այլն), իսկ շալցման գործարանները հաջողությամբ օգտագործում են նաև Բջնիք, Արարատի, Լիճքի, Սեանի և այլ հանքավայրերի բարձրորակ հանքային ջրերը:

Հարկ է նշել, որ թեև ՍՍՀՄ-ում վերջին տասնամյակներում հանքային ջրերի օգտագործումը մեծ չափերով ընդարձակվել է, սակայն ձեռք բերածը դեռևս բավարար չի կարելի համարել: Բնության այդ անզնահատելի բարիքը, որը գործելու մի վերամշակում չի պահնջում, դարձել է արտահանման առարկա: Կասկածից վեր և, որ առաջիկայում հանքային ջրերը ավելի մեծ կիրառություն կդանեն ինչպես առողջապահության, այնպես էլ սննդարդյունաբերության բնագավառում:

Ստորեւկրյա ջրերը՝ բնդերի ջերմակիր: Շատ մասնագետների կանխատեսումների համաձայն Յ-րդ հազարամյակում մարդկության ամենազլիսավար խնդիրներից մեկը կդառնա էներգետիկ ճգնաժամը: Բանն այն է, որ ընդամենը 15 տարի հետո, այսինքն նույնիսկ ժամանակակից սերնդի օրոք, էներգիայի տարեկան համաշխարհային պահանջարկը կազմի մոտ 30 մլրդ տոննա պայմանական վառելիք, իսկ այդքանը դարասկզբին կբավարարեր 15—20 տարի: Էներ-

գիայի ծախսի նման բուռն աճը կհանգեցնի հանածող վառելա-
նյութի հիմնական տեսակների (քարածուխ, նավթ, գաղ) պաշարների խիստ նվազեցմանը: Բացի այդ, թվարկած վա-
ռելանյութերը, մասնավորապես նավթը, բարձրարժեք քի-
միական հումք են և դրանց պաշարների գգալի մասը ժա-
մանակակից մարդն արդեն օգտագործում է սինթետիկ ամե-
նաբարձրագան նյութեր ստանալու համար:

Էներգետիկ ճգնաժամի լուծման գործում շատ գիտնա-
կաններ, բոլորովին էլ ոչ առանց հիմքի, բավական լավա-
տեսորեն են տրամադրված: Արդեն ծովի մակրնթացության
էներգիան էլեկտրակայաններ է աշխատեցնում, հաջողու-
թյամբ փորձեր են տարվում արեգակնային էներգիան վերա-
ծել էլեկտրականի, հզորացող թափով օգտագործվում է
առոմային էներգիան, իսկ չերմամիջուկային պրո-
ցեսների կառավարման շնորհիվ հավանարար էներգիայի
լրացուցիչ աղբյուր կծառայի ջրածն սյին դեյտերիում ծանր
իզոտոպը: Վերջապես, որոշակի հաջողություններ ու հսկա-
յական հնարավորություններ կան երկրի բնդերքի ջերմու-
թյան օգտագործման հարցում, որն էլ մեր խնդրո առար-
կան է:

Վաղուց ի վեր մարդը ուշադրություն է դարձել բնության
հետաքրքիր երեսութներից մեկի՝ երկրի բնդերքից արտա-
դատվող տաք ջրերի վրա: Հաճախ, բացի սովորական տաք
աղբյուրներից (հիդրոթերմալներից), հանդիպում են նաև պար-
բերարար գործող, շատրվանող գերտաք աղբյուրներ, որոն-
ցից «ժայթքող» ջրի ու գոլորշու բարձրությունը երեմն
հասնում է մինչև 200 մետրի: Ընդերքի ջրերի բացառիկ
գեղեցկության այդ երեսակումները կուվում են հեյզերներ:

Որտեղից են ստորերկրյա ջերեր Նման բարձր ջերմություն
չեռք բերում: Պատասխանը մեկն է. երկրի բնդերքից, որ-
տեղ, համաձայն ժամանակակից տվյալների, ջերմությունը
գոյանում է առանձնապես ի հաշիվ ռադիոակտիվ տրոհման
պրոցեսների: Երկրակեղենի ջերմությունը մակնրնույթից գե-
պի բնդերք աճում է միջին հաշվով մեկ աստիճան՝ յուրա-
քանչյուր 33 մետր խորանալիս: Այս մեծությունը, որն ըն-
դունված է անվանել միջին գեռթերմիկ աստիճան, տեսո-
նապես ակտիվ, ինտենսիվ հրաբխականության մարզերում

Կարող է շատ ավելի փոքր լինել և, հետեւապես, դեպի ընդերք չերմությունը ավելի արագորեն աճի: Այսպես օրինակ, եթե որևէ, շրջանում օդի տարեկան միջին չերմությունը կազմում է, դիցուք, -8° , իսկ գեոթերմիկ աստիճանը՝ 10 մետր, ապա 1000 մետր խորսիթյան վրա ստորերկրյա շրերը կունենան $+108^{\circ}$ չերմություն: Ուստի բոլորովին էլ պատահական չէ, որ Հիդրոթերմերն ու հելցերները գլխավորապես հանդիպում են երկրի հրարխականության դրսեորման գոտիներում: Դրանցով հարուստ են Խալանդիան, Իտալիան, ԱՄՆ-ը, ինչպես նաև Սովետական Միությունը (Կամչատկա, Կուրիլյան կղզիներ, Կովկաս):

Ինչպես նշվեց վերևում, դեռևս հին ժամանակներում աղբյուրների տաք կամ ջերմ ջրերը (այսուղից էլ առաջացել է «չերմուկ» հայերեն անվանումը), որոնք մեծամասմբ հանքայնացված են լինում տարրեր աղերով, օգտագործվել են բուժման նպատակների համար: Դեռևս հին հոռմեսացիները տաք ջրերը օգտագործել են նաև իրենց պալատներն ու, հատկապես, հասարակական լազնիքները տաքացնելու համար: Սակայն ստորերկրյա ջրերի չերմության ըստ ամենայնի օգտագործման հիմքը դրվեց միայն XIX դարի 30-ական թվականներին: Իտալիայի Տոսկանա մարզում ֆրանսիացի պալատական Ֆրանսուա դը Լարդարելը առաջարկեց գոլորշիացման եղանակով բորաթթվի ստացման համար օգտագործել Տոսկանայի հոչակավոր սովորուների («սուլոցով», աղբյուրների) ջրի ու գոլորշու իւառնուրդի չերմությունը, որը աղբյուրների ելքի տեղում հասնում էր 200 աստիճանի: Այնուհետեւ թերմալ ջրերը օգտագործվեցին լնակարանների ջեռուցման ու էլեկտրաէներգիայի ստացման նպատակով: Քանի որ աղբյուրների բնական ծախսը այդ ամենի համար չէր բավականացնում, կոմս Լարդարել-որդին առաջարկեց թերմալ ջրերի բանակը ավելացնելու համար կիրառել հորատման աշխատանքներ, որոնք տվեցին ցանկալի արդյունք: Վերջին տարիներին իտալիայում թերմալ ջրերը օգտագործվում են Տոսկանայի և Ֆլեգրեյան դաշտերի (Վեզուվի շրջան) բնակավայրերի ու հարուստ ջերմոցային տնտեսության ջեռուցման համար, իսկ Տոսկանայում գործող գեոթերմիկ

Էլեկտրակայանները տալիս են հտալիայի էլեկտրաէներգիա-յի ավելի քան 6 տոկոսը:

Առանց վառելանյութի ջեռուցումը հատկապես մեծ կարեռություն ունի Հրո ու սաղցի երկիր հսլանդիայի համար: Նղղում գործող հեյզերներից ու հորատանցքերից ստացվող ջրի ու գոլորշուշերմությունը լիովին բավարարում է հսլանդիայի փոքրաթիվ բնակավայրերի ջեռուցման, ամենահզոր էլեկտրակայանը աշխատեցնելու, ջերմոցների և այլնի համար:

Ընդերքի ջերմությունը մեծ օգտագիտությամբ է «աշխատում» նաև աշխարհի այլ երկրներում: Նոր Ջելանդիայում, որինակ, ընդերքից ստացվող գերտար գոլորշին գործի է դնում 160 հազար կվտ հզորության էլեկտրակայանը: ԱՄԵ-ի Օրեգոն նահանգում թերմալ ջրերը օգտագործվում են ավտոճանապարհների ջեռուցման համար, իսկ Կալիֆոռնիա նահանգի հոչակավոր Մեծ հեյզերների ջերմության հիման վրա կործում է 400 հազար կվտ հզորության էլեկտրակայան:

Սովետական Միությունում ընդերքի ջերմության շնորհիվ առանց վառելանյութի ջեռուցման հնարավորությունները հսկայական են: Առաջին Հերթին պետք է նշել Կամչատկան ու Կուրիլյան կղզիները, որտեղ այսօր էլ երկրակեղեք մշտապես ցնցվում է հրաբխականությունից: Հանրահայտ է, Կամչատկայի Հեյզերների հովիտը, որտեղ հաշվվում է հարյուրավոր թերմալ աղբյուրներ և մոտ 20 գեղատեսիլ հեյզերներ: Վերջին տարիներին Կամչատկայում և Կուրիլյան Կունաշիո կրղգում զգալի աշխատանքներ են կատարվել ընդերքի չերմությունը ժողովրդական տնտեսությանը՝ ի սպաս դնելու ուղղությամբ: Այսպես, Պաուժետկայի խմբի աղբյուրների թերմալ ջրերի հիման վրա գործում է 10 ազար կվտ հզորության էլեկտրակայան և կառուցվում է նորո՞ 300 հազար կվտ հզորության: Պետրոպավլովսկ քաղաքի և մյուս բնակավայրերի ջերմաֆիկացիան շուտով լրիվ կկատարվի ի հաշիվ ընդերքի ջրերի, իսկ դրանց հիման վրա այժմ արդեն կառուցված ջերմոցներում շուրջ տարին բանջարեղենի արտակարգ բարձր բերք է ստացվում:

Կովկասում հեյզերներ չկան, սակայն մինչև 100° ջերմության թերմալ ջրերի ելքեր հայտնի են ինչպես Հյուսիսային

Կովկասում (Հարավային Գաղստան, Զեշենո-Ինգուշեթիա), այնպես էլ Անդրկովկասում (Վրաստան, Հայաստան): Իներմալ ջրերի բնական ու արհեստական էլքերի օգտագործման ուղղությամբ առաջմ որոշակի աշխատանքներ կատարվում են միայն Հյուսիսային Կովկասում, մասնավորապես Գրովնի ու Մախաչկալա քաղաքների ջերմաֆիկացման գործում:

Հանգած հրաբուխների երկիր Հայաստանը ընդհանուր առմամբ հարուստ է թերմալ ջրերի աղբյուրներով: Մեծ ծախսով ու ջերմությամբ աչքի են բնկնում հետեւյալ հանրավայրերը. հանրահայտ Ջերմուկը (ջրի ջերմությունը՝ $+64^{\circ}$), Արգականը ($+45^{\circ}$), Հանքավանը ($+43^{\circ}$) և Բժնին ($+39^{\circ}$); Հաշված է, որ միայն այս 4 հանքավայրերում տարվա ընթացքում ջրի հետ արտադրված ջերմությունը համարձեք է 8500 տոննա պայմանական վառելանյութի էներգիայի: Կրշված աղբյուրների ոչ բարձր ջերմաստիճանի հետեւարով սույն գեղարք է խոսել զրանց ջերմության գործնական կիրառության մասին, սակայն կասկածից վեր է, որ խորը հորատման աշխատանքների դեպքում կարելի է ստանալ գերտաք ջրեր: Վերջին տարիներին Հայաստանում կատարված հետախուզական աշխատանքների շնորհիվ առանձնացվում են ընդերքի բարձր ջերմային լարվածության հեռանկարային շրջաններ, որտեղ մատչելի խորություններից հնարավոր է ստանալ բարձր ջերմության ջրեր: Հատկապես նպաստավոր է համարվում Կենտրոնական Հրաբիսային բարձրավանդակը (Արագածից մինչև Զանգեզուր), որի համար գեղերմիկ աստիճանը առանձին տեղամասերում 20 մետրից շի գերազանցում ե, հետեւարք 1,5—2 կմ խորության վրա կարելի է սպասել $+100^{\circ}$ ջերմություն:

Այսպիսով, պետք է ենթադրել, որ ընդերքի գործնականում անսպառ ջերմային պաշարները ապագայում մարդկությանը ղերծ կպահեն էներգետիկ ճգնաժամից: Գիտության ու տեխնիկայի զարգացումը հնարավորություն կտա նվաճել երկրի նոր շրջաններ ու ավելի մեծ խորություններ, նույնիսկ եթե տեղանքի երկրաբանական կտրվածքում չհանդիպեն ստորերկրյա ջրի՝ ընդերքի այդ անփոխարինելի ջերմակրի, պաշարների: Բանի այն է, որ ստորերկրյա ջրի բացակայության դեպքում հորատանցքերի մեջ կարելի է ներմղել մա-

կերեսութային ջուր և կորպել խորքային ջերմությունը, այսինքն տվյալ դեպքում ընդերքը կծառայի սրպես բնական «կաթ-սայատուն»։ Գեռտեխնոլոգիական այս մեթոդի կիրառման շնորհիվ ճնարավոր կլինի ավելի մեծ մասշտարներով ու ըստ ամենայնի օգտագործել ընդերկրյա ջերմությունը՝ այդ անհամեմատ ավելի էժան ու բնության աղտոտման տեսակետից «մաքուր» էներգիայի տեսակը։

Ստորեւելրայ ջրեր՝ արդյունաբերական (նիդրոմիներալային) հումք։ Հանքաբեր շատ շրջաններում, սովորաբար մեծ խորությունների վրա ստորերկրյա ջրերը հագեցած են լինում տարրեր օգտակար միկրորազարդիչներով ու միացություններով։ Դրանցից ավելի շատ տարածված են լինում յողը, բրոմը, կերակրի աղը, ինչպես նաև բորի, լիթիումի, ռուբիդիումի, գերմանիումի, ուրանի և այլ միացություններ։

Եթե ստորերկրյա ջրերը պարունակում են այնպիսի քանակության օգտակար բաղադրիչներ կամ դրանց միացություններ, որոնց ստացումն ու մշակումը տվյալ հիդրոերկրաբանական պայմաններում տեխնիկատնտեսապես արդյունավետ են, ապա դրանք կոչվում են արդյունաբերական ստորերկրյա ջրեր։ Այլ խոսքով, եթե ստորերկրյա ջրում օգտակար բաղադրիչի պարունակությունը համուռմ է արդյունաբերական կոնդիցիայի, ապա այդ ջուրը իրենից ներկայացնում է չեղուկ հանքանյութ։

Սովետական Միությունում լայնորեն կիրառված է հեղուկ հանքանյութից յոդի, բրոմի, քարաղի, ավելի քիչ՝ բորի ու ռագիուակտիվ տարրերի արդյունահանումը։ Առավել շատ արդյունահանվող օգտակար բաղադրիչների նվազագույն պարունակությունը, որ ճնարավորություն է տալիս ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերը արյունավետ ձեռվ շահագործել, բերված է աղյուսակ 10-ում (ըստ պ. ոֆ. Ն. Ա. Պլոտնիկովի)։ Կերակրի աղի ստացումը կիրառվում է այն դեպքում, եթե աղաջրերում հալիտի (NaCl) պարունակությունը 80—100 գ/լ-ից ավելի է։

Արդյունաբերական ստորերկրյա ջրերը, որպես կանոն,

Արդյունաբերական չրերի անվանումը	Օգտակար բաղադրիչը	Նախագույն պարունակությունը	
		մգ/լ	%
Բռումային	Br	250	$2,5 \cdot 10^{-2}$
Յողային	J	18	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Յող-բռումային	J	10	$1 \cdot 10^{-3}$
	Br	200	$2 \cdot 10^{-2}$
Յող-բռուրային	J	60	$6,5 \cdot 10^{-3}$
	B	162	$1,6 \cdot 10^{-2}$

գտնվում են խոշոր ջրաճնշումային և իստեմների խորք մասերում, դերագանցապես հափազանդ դժվար ջրափոխանակության գոնայում։ Ստրուկտուր տեկտոնական տեսակետից այդպիսի ջրաճնշումային սիստեմներին համապատասխանում են սինեկլիզներն ու հին պլատֆորմային գոգավորությունները, ինչպես նաև նախալեռնային Հկվածքներն ու միջեռնային գոգավորությունները։ Բացառություն են կազմում աղաջրերը, որոնք կարող են տարածվել նաև թույլ կամ դանդաղ ջրափոխանակության գոնայում, եթե աղաբեր հաստվածքները տեկտոնական շարժումների շնորհիվ տեղադրվել են հիպերգենեզի գոնայում։ Հասակային տեսակետից արդյունաբերական չրերը, այդ թվում նաև աղաջրերը, կարող են հանդիպել երկրաբանական ամենատարբեր հասակի ապառներում։

Արդյունաբերական ստորերկրյա չրերի տեղադրման խորությունը տատանվում է մեծ սահմաններում՝ մի քանի տասնյակ մետրից մինչև 4—5 կմ և ավելի։ Յողային ու բռումային չրերը առավելապես տարածված են 1000—3000 մետր խորություններում, իսկ բնական աղաջրերի համար, դրանց լայն տարածման հետեանքով, արդյունահանման նպաստավոր խորություն է համարվում մինչև 300 մետր։ Առվորաբար արդյունաբերական ստորերկրյա չրերը օժտված

Են լինում զգալի պիեզոմետրիկ ձնշումով, որը հաճախ հասնում է երկրի մակերևույթին մոտ, իսկ երբեմն նաև ջրերը դուրս են գալիս երկրի մակերևույթ՝ ինքնահոսի կամ շատըրվանի ձևով:

ՍՍՀՄ-ում հայտնաբերվել են արդյունաբերական ստորերկրյա ջրերի բազմաթիվ հանքավայրեր, որոնք հիմնականում կապված են խոշոր ջրամնշումային և խստեմների հետ (Վոլգա-Կամայան, Աղով-Կուբանյան, Արևմտասիրիական, Քուռիրաֆսյան, Արևմտաթուրքմենական և այլն): Շահագործողական հորատանցքերը, որոնցից ստացվող ջրի տեսակարար ծախսը տատանվում է 100—3000 մ³/օր, աշխատում են տրնտեսական մեծ արդյունավետությամբ:

Վերջին տարիներին Անգարա-Լենայան արտեզյան ավագանում հայտնաբերվել են հանքավայրեր, որտեղ ջրում օգտակար բաղադրիչների կոնցենտրացիան հասնում է արտակարգ չափերի: Օրինակ, բրոմի կոնցենտրացիան հասնում է 8,8 գ/լ, կալիումը՝ 39 գ/լ, ստրոնցիումը՝ մինչեւ 8 գ/լ, իսկ հանքավայրերից մեկում ստացվել են 400—500 գ/լ կոնցենտրացիայի քլորիդ-կալցիումային կազմի աղաջրեր, որոնցում դիտվում է ստրոնցիումի, ռուբիդիումի և այլ միկրոբաղադրիչների կոնդիցիայից բարձր համատեղ պարունակություն: Սակայն, հարկ է նշել, որ հանքավայրերի շահագործման նպատակահարմարությունը որոշվում է ոչ միայն ստորերկրյա ջրերում օգտակար բաղադրիչների բարձր պարունակությամբ, այլ տեխնիկատնտեսական մի շարք հարցերի հետ մեկտեղ առաջին պլան է մղվում նաև հեղուկ հանքանյութի հոսքաջրերի պրոբլեմը: Բանն այն է, որ օգտակար բաղադրիչների ստացման տեխնոլոգիան դեռևս կատարյալ չի, որի հետեանքով հոսքաջրերում մնում են շրջակա միջավայրը աղտոտող «վնասակար» խառնուրդներ:

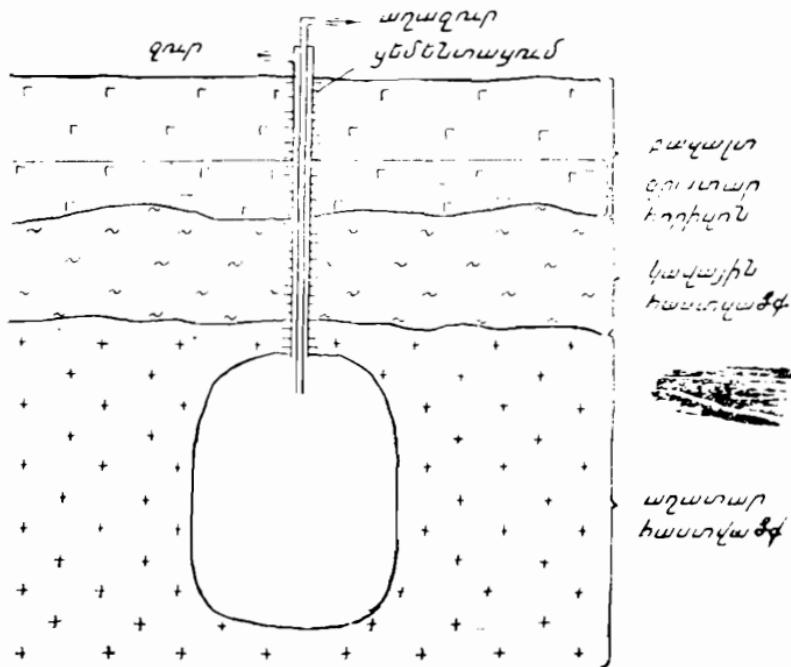
Արդյունաբերական ստորերկրյա ջրերի արդյունահանումը կազմակերպված է Թուրքմենիայում (Զելեկենի յոդ-բրոմային գործարանը աշխատում է 1934 թվականից), Աղրբեջանում (Աղջերոնի նախկին նավթահորերի արդյունաբերական ջրերի հիման վրա), Հյուսիսային Կովկասում (Գրոզնի, Բերի-

կեյ, նաևիկ) և Պերմի մարզում (Կրասնոկամսկ): Այս եղանակով ստացվում է մեր երկրում արտադրվող գրեթե ամբողջ յոդը, բրոմի մեծ մասը և մի շարք այլ օգտակար բաղադրիչներ և միացություններ, որոնց ցանկը գնալով ընդարձակվում է: Ներկայումս մշակվում է հաղվագյուտ բաղադրիչների ու միացությունների ջրից կորզման տեխնոլոգիան, որը նեարափորակայտյուս կտա է՛լ ավելի բնդարձակել քիմիական հումքի բարեգան: Քանի որ խորը հորիզոնների արդյունաբերական ջրերի ջերմաստիճանը հաճախ բարձր է, ապա մի շարք դեպքերում նպատակահարմար է դրանց կոմպլեքս օգտագործումը ջերմության ու քիմիական հումքի ստացման համար: Այս դեպքում ըստ ամենայնի կարելի է կիրառել շահագործման գեռտեխնոլոգիական եղանակը:

Բնական աղաջրերից կերակրի աղի ստացումը հայտնի է դեռևս հին ժամանակներից: Սակայն զիտատեխնիկական հեղափոխության դարաշրջանում, երբ ահռելի շափերի է հասել ոչ միայն հալիտի, այլ նաև նրա բաղադրատարերի՝ Նա-ի և Ըլ-ի պահանջարկը, շատ երկրներում աղաբեր հաստվածքները շահագործվում են գեռտեխնոլոգիական եղանակով: Վերջին 2—3 տասնամյակներում այն հաջողությամբ կիրառվում է նաև Սովետական Միության մի շարք հանքավայրերում (Արտյոմավսկ, Սլավյանսկ--Դոնրասում, Սոլոտվինո—Լենդրկարպատներում, Կալուշ—Նախակարպատներում, Արովյան, Ավան—Մերձերևանյան աղատար ավագանում և այլուր):

Աղաջրերի գեռտեխնոլոգիական եղանակով արդյունահանման ուսանելի փորձ է կուտակվել Հայաստանում, որտեղ այն կիրառվում է մեծ հաջողությամբ: Կեռանինոլոգիական արդյունահանումը, որը հանգում է հորատանցքերի միջոցով աղաբեր հաստվածքը ջրով լուծելուն, իրականացվում է հետեյալ կերպ: Հատուկ կառուցվածքի հորատանցքի միջոցով աղաբեր հաստվածքի մեջ ներմղվում է քաղցրահամ ջուր, աղը տարրալուծվում, վերածվում է աղաջրի և արտամղվում է երկրի մակերես (նկ. 18): Հորատանցքի ներքին խողովակաշարի տեղաշարժումով և պարբերաբար իներտ հեղուկ (նավթ) ներ-

մուծելով կարգավորվում է աղատար հաստվածքի լվացման պրոցեսը՝ նպատակ հետապնդելով հորատանշքի շուրջ ստեղծել լեռնային ձնշման նկատմամբ կայուն ձեփ (պլանաձեռ) դատարկություն։ Ստացված աղաջուրը հասցվում է երեանի քիմիկոմրինատ՝ քիմիական արդյունարերությանը, կամ տըրվում է և կանոնի աղի կոմրինատին, որտեղ, դտումից ու գոլորշացումից հետո, ստանում են կերակրի «էքստրա» բարձրորակ աղ։



Նկ. 18. Գետախնուրղիական եղանակով աղատար հաստվածքի շահագործման սխեմա։

Մերձերեանյան ավագանի այնպիսի երկրարանական առանձնահատկություններ, ինչպիսիք են աղաբեր հաստվածքի տեղադրման մեծ խորությունը, նրա անհամասեռությունը, ստորերկրյա ջրերի առկայությունը վերադիր բաղալտներում և այլն, որոնք լեռնային եղանակով արդյունահանելիս մի շարք բարդություններ են ստեղծում։ Գետեինոլոգիայի կիրառման դեպքում ոչ մի խուզնդուռ չեն առաջացնում։

Հարկ է նշել, որ Հայաստանում գեղաժամության եղանակը կիրառվում է կրկնակի արդյունավետությամբ։ Բանն այն է, որ աղաբեր հաստվածքի մեջ լվացման հետևանքով առաջացած ստորերկրյա դատարկությունները այնուհետև կարելի է օգտագործել իբրև նավթի ու գազի շտեմարաններ, այսինքն՝ երկրի ընդերքում ստեղծել վառելանյութի արհետական պահեստներ։ Զարգացած արդյունաբերություն ունեցող Հայաստանի համար, որը, ինչպես հայտնի է, զուրկ է նավթի ու գազի բնական պաշարներից, արծարծվող հարցի կարենորությունը դժվար է գերազնահատել։ Ներկայումս Արովյանի շրջանում աղաբեր հաստվածքի մեջ կառուցված ստորերկրյա դատարկությունները, որոնցից յուրաքանչյուրի սարողությունը համում է մինչև 209 հազ. խորանարդ մետրի, թույլ են տալիս երեան քաղաքի համար ստեղծել գաղի օպերատիվ ու սեղոնային պաշարներ։

Այսպիսով, գիտատեխնիկական հեղափոխության դարաշրջանում ստորերկրյա ջրային պատյանը ավելի մեծ կարևորություն է ստանում, անհրաժեշտ է դառնում հիդրոերկրաւրանական ուսումնասիրությունների շրջանակները է՛լ ավելի ընդարձակել, դիտարկել նաև սասրերկրյա ջրերի գերն ու նշանակությունը երկրաբանական պրոցեսներում։ Այս տեսակետից հարկ ենք համարում համառոտակի կանգ առնել հիդրոերկրաբանության և սեյսմալոգիայի կապի վրա, որին վերջին տարիներին առանձնահատուկ կարենորություն է տրը վում։

Ստորերկրյա ջրերն ու երկրաշաքերը։ Հայտնի է, որ երկրակեղեկի ոելիեֆի ձևավորման գործում մակերևութային ջրերը հանդիսանում են հիմնական գործոն։ Լեռնային մարդերում մակերևութային ջրերը ողողում, էրոզիայի են ևնթարկում ապարները և լուծույթի ու մեխանիկական խառնուրդի ձևով իրենց հետ ահոելի քանակությամբ (տասնյակ կմ³) նյութ են տանում դեպի ծովերն ու հարթավայրային գոտի ները։ Անկասկած նույնպիսի դործունեալություն են ծավալում նաև ստորերկրյա ջրերը։ Ս. Գրիգորեի և Մ. Եմցովի հաշվարկներով (1977), «ստորերկրյա ջուր-ապար» փոխազդե-

ցության հետևանքով տարեկան տեղատարգում է 2,0—2,5 կմ³ նյութ, որը հանգեցնում է բարձրադիր գոտիներում կարստային ու սուֆոգիոն գատարկությունների առաջացմանը: Եվ ահա, բնության մեջ չըի շրջանառության հետևանքով երկրակեղեկի բարձրադիր մասերը «թեթեանում են», ցածրադիր մասերը՝ «ծանրանում», իսկ արդյունքում երկրակեղեկում կատարվում է լարումների վերարաշխում, որն էլ երկրաշարժերի պատճառ է դառնում:

Այս դրույթը հիմնավորելու համար երկրաբանները լեռնային «խախուտ» երկրամասերը համեմատում են Անտարկտիդայի հետ, որտեղ նույնպես երկար տարիներ սեյսմիկ դիտումներ են տարվում: Սաոցակեղեկի հսկայական շերտով ծածկված այս յուրատեսակ մայրցամաքում, ուր չըի շրջանառությունը գրեթե բացառվում է, երկրակեղեկի ուժեղ ցրնցումներ երբեք չեն դիտվել, մինչդեռ մերձարեալադային գոտու երկրներում, դիցուք, Հարեան Հարավային Ամերիկայում, երկրաշարժերը սովորական երնույթ են:

Բացի այդ, ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ XX դարում հզորացող թափով ծավալվող տեխնոգեն (կամ անտրոպոգեն) գործունեությունը նույնպես բերում է երկրակեղեկի հավասարակշռության խախտման, որն էլ արհեստական երկրաշարժերի պատճառ է դառնում: Մոտավոր հաշվարկներով ապացուցվում է, որ վերջին 30 տարում մարդը ընդերթից արդյունահանել է այնքան օգտակար հանածոներ, ինչքան նախորդող մարդկային ողջ պատմության ընթացքում: Այսօր լեռնային արդյունաբերությունում բաց հանքերի խորությունը հասել է 1,5 կմ, ստորերկրյա փորվածքների խորությունը՝ 4,0—4,5 կմ, իսկ պարագ ապարնեղի մնացուկներից գոյացել են իսկական սարերի նմանքող տերիկոններ:

Երկրակեղեկի ավելի մեծ ձեւափոխությունների է հանգեցնում մարդու ջրատնտեսական պրոցեսիվ գործունեությունը: XX դարի երկրորդ կեսին միմյանց ետեից շարք են մտնում մինչեւ 300—400 մ բարձրության պատվարներ, որոնք ամբարում են մի քանի տասնյակ մլրդ մ³ արհեստական ծովեր, կամ ստորերկրյա ջրերի ավաղանները շահակործվում են

այնպիսի ինտենսիվությամբ, որ դնապը և սիախայի խորությունը հասնում է մի քանի հարյուր մետրի, իսկ շառավիղը՝ մի քանի տասնյակ կմ.ի: Բնականաբար, այս ամենը հանգեցնելու էր երկրակեղենում և, ընդհանրապես, բնության մեջ ստեղծված դինամիկ հավասարակշության խախտմանը:

Մարդու ջրատնտեսական գործունեության շնորհիվ ջրային ուժեմքը տարվա ընթացքում ենթարկվում է կտրուկ փոփոխությունների, որոնք, անշուշտ, իրենց աղղեցությունն են թողնում երկրակեղենի վրա:

1967 թվականի դեկտեմբերի 11-ին Հնդկաստանում, Դեկանի սարահարթի արեմտյան մասում տեղի ունեցավ 8—9 բալ ուժգնության, մարդկային զոհերով ու ավերվածություններով ուղեկցված երկրաշարժ: Վերջինիս եպիկենտրոնը գտնվում էր Կոյնա գետի վրա կառուցված խոշոր ջրամբարի շրջակայրում (պատվարի բարձրությունը՝ 103 մ, ջրամբարի ծավալը՝ 2,7 մլրդ մ³): Այս երկրաշարժը գիտական ոլորտներում մեծ սենսացիա առաջացրեց, քանի որ շրջանը սեյսմիկ տեսակետից վտանգավոր չէր համարվում: Հնդկի սեյսմաբանների ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ ջրամբարի շրջակայրում թույլ ցնցումներ դիտվել են դեռևս 1962 թ., երբ ջրամբարը լցվել էր ընդամենը նախագծային ծավալի կեսի շափով:

Սեյսմիկ տատանումների կտրուկ ակտիվացում է նկատվել նաև աշխարհում խոշորագույններից մեկը համարվող Կարիբա ջրամբարի շրջակայրում, որը կառուցված է աֆրիկյան Զամբեզի գետի վրա, Զամբիայի ու Զիմբաբվեի սահմանագլխին (պատվարի բարձրությունը՝ 125 մ, ջրամբարի ծավալը՝ 170 մլրդ մ³): Զրամբարը սկսել են լցնել 1958 թ., իսկ 1959 թվականից շրջանում դիտվել են թույլ երկրաշարժեր, որոնք առավելագույն ուժգնության (6,0—6,5 բալ) են հասել 1963 թ., երբ ջրամբարը լցվել է նախագծային ծավալով: Այնուհետև, կարծեք, երկրակեղեր խաղաղվել էր, սակայն 1971 թվականից ի վեր այստեղ դիտվել են մինչեւ 3,5 բալանոց բարձրութիվ ցնցումներ, որոնց եպիկենտրոնը գտնվում է գերազանցապես ջրամբարի տարածքում:

Տագնապալից է իրավիճակը Զինաստանի Գուանչժոու բազմամիլիոնանոց քաղաքի շրջակայրում, որտեղ 1959 թ.

կառուցվեց Սինֆին ջրամբարը (պատվարի բարձրությունը՝ 105 մ, ծավալը՝ 11,5 մլրդ. մ³): Ջրամբարի շաբաթ մտնելուց անմիջապես հետո սեյսմակայանների խիտ ցանցով արձանագրվել են տարրեր ուժգնության հարյուր հազարավոր ցընդունելի, որոնցից ամենաբարեղը (8 լալ) դիտվել է 1962 թ. մարտի 19-ին, երբ ջրամբարը առաջին անգամ լցվեց առավելագույն չափով։ Մանրազնին ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ Երկրաշարժի օջախները մոտ են գտնվում ջրամբարի ամենախոր մասերին, իսկ ցնցումների հաճախականությունն ու ուժգնությունը սերտ կապի մեջ են ջրամբարի ջրի մակարդակի հետ։

Ավելի թույլ արտահայտված համանման երեսութներ դիտվում են նաև ԱՄՆ-ում, Ֆրանսիայում, Իտալիայում, Հունաստանում և այլուր, որտեղ կառուցվել են խոշոր ջրամբարներ։ Ջրամբարների մեծության մասին խոսելիս ան իրավելուար պետք է նկատի ունենալ նաև դրանցից կատարվող ծծանցման կորուստները, որոնք կարող են հասնել զգայիշափերի։ Կախված տեղանքի հիդրոերկրաբանական պայմաններից, ջրամբարներից կատարվող ծծանցման հետեանքով բարձրանում է գրունտային ջրերի մակարդակը, առաջանում են ստորերկրյա ջրերի նոր հորիզոններ, որոնք իրենց շափերով երրեմն կարող են համարժեք լինել վերերկրյա ջրամբարներին։ Եվ աչա, վերջին տարիների ուսումնասիրությունները մասնագետներին բերել են այն համոզմանը, որ արհեստական երկրաշարժերի առաջացման գործում ստորերկրյա ջրերի դերը շատ ավելի մեծ է, քան ջրամբարների գրավիտացիոն ճնշումը։ Այդ եղանակումը հիմնավորվում է նրանով, որ բացի գրավիտացիոն ճնշումն ավելացնելուց ստորերկրյա ջրերը ազդում են նաև երկրաշարժերի մեխանիզմի վրա 2 ձևով։ Նախ, խորը հորիզոնների ջրերը, որոնք հասնում են երկրաշարժի օջախներին, կատարում են գրգռիչ դեր՝ «թուլացնում-յուղում են» ապարների կոշտ կապերը, որի հետեանքով երկրակեղենի լարումները «լիցքաթափվում են» տեկտոնական խղումների միջոցով։ Այնուհետև, տեղանքի երկրաբանական կտրվածքում ջրատար սիստեմների առկայությունը և, հատկապես, գրունտային ջրերի մակերեսին մոտ տեղադրվածությունը մեծացնում են երկրաշարժերի հար-

այնպիսի ինտենսիվությամբ, որ դնալու համար կատարվում է մի քանի հարյուր մետրի, իսկ շառավիղը՝ մի քանի տասնյակ կմ.-ի: Բնականարար, այս ամենը հանգեցնելու էր երկրակեղեռում և, ընդհանրապես, բնության մեջ ստեղծված դինամիկ հավասարակշռության խախտմանը:

Մարդու ջրատնտեսական գործունեության շնորհիվ ջրային ուժիմք ատարվա ընթացքում ենթարկվում է կտրուկ փոփոխությունների, որոնք, անշուշտ, իրենց աղղեցությունն են թողնում երկրակեղեի վրա:

1967 թվականի զեկումը երի 11-ին Հնդկաստանում, Դեկանի սարահարթի արևմտյան մասում տեղի ունեցավ 8—9 բալ ուժգնության, մարդկային զոհերով ու ավերվածություններով ուղեկցված երկրաշարժ: Վերջինիս եպիկենտրոնը գտնվում էր Կոյնա գետի վրա կառուցված խոշոր ջրամբարի շրջակայրում (պատվարի բարձրությունը՝ 103 մ, ջրամբարի ծավալը՝ 2,7 մլրդ մ³): Այս երկրաշարժը գիտական ոլորտներում մեծ սենսացիա առաջացրեց, քանի որ շրջանը սեյսմիկ տեսակետից վտանգավոր չէր համարվում: Հնդիկ սեյսմարանների ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ ջրամբարի շրջակայրում թույլ ցնցումներ դիտվել են գետես 1962 թ., երբ ջրամբարը լցվել էր ընդամենը նախագծային ծավալի կեսի շափով:

Սեյսմիկ տատանումների կտրուկ ակտիվացում է նկատվել նաև աշխարհում խոշորագույններից մեկը համարվող Կարիբա ջրամբարի շրջակայրում, որը կառուցված է աֆրիկյան Զամբեզի գետի վրա, Զամբիայի ու Զիմբաբվեի սահմանագլխին (պատվարի բարձրությունը՝ 125 մ, ջրամբարի ծավալը՝ 170 մլրդ մ³): Զրամբարը սկսել են լցնել 1958 թ., իսկ 1959 թվականից շրջանում դիտվել են թույլ երկրաշարժեր, որոնք առավելագույն ուժգնության (6,0—6,5 բալ) են հասել 1963 թ.. Երբ ջրամբարը լցվել է նախագծային ծավալով: Այնուհետև, կարծեք, երկրակեղեր խաղաղվել էր, սակայն 1971 թվականից ի վեր այստեղ դիտվել են մինչև 3,5 բալանոց բաղմաթիվ ցնցումներ, որոնց եպիկենտրոնը դտնդում է գերազանցապես ջրամբարի տարածքում:

Տագնապալից է իրավիճակը Զինաստանի Գուանչառու բազմամիլիոնանոց քաղաքի շրջակայրում, որտեղ 1959 թ.

կառուցվեց Սինֆին ջրամբարը (պատվարի բարձրությունը՝ 105 մ, ծավալը՝ 11,5 մլրդ. մ³): Ջրամբարի շարք մտնելուց անմիջապես հետո սեյսմակայանների խիտ ցանցով արձանագրվել են տարրեր ուժգնության չարյուր հաղարավոր ցընդուներ, որոնցից ամենաուժեղը (8 լալ) դիտվել է 1962 թ. մարտի 19-ին, երբ ջրամբարը առաջին անգամ լցվեց առավելագույն չափով։ Մանրազնին ուսումնասիրությունները ցուց են տվել, որ երկրաշարժի օջախները մոտ են գտնվում ջրամբարի ամենախոր մասերին, իսկ ցնցումների հաճախականությունն ու ուժգնությունը սերտ կապի մեջ են ջրամբարի ջրի մակարդակի հետ։

Ավելի թույլ արտահայտված համանման երեսույթներ դիտվում են նաև ԱՄՆ-ում, Ֆրանսիայում, իտալիայում, Հունաստանում և այլուր, որտեղ կառուցվել են խոշոր ջրամբարներ։ Ջրամբարների մեծության մասին խոսելիս անհրաժեշտարար պետք է նկատի ունենալ նաև դրանցից կատարվող ծծանցման կորուստները, որոնք կարող են հասնել զգալի չափերի։ Կախված տեղանքի հիդրոերկրաբանական պայմաններից, ջրամբարներից կատարվող ծծանցման հետևանքով բարձրանում է գրունտային ջրերի մակարդակը, առաջանում են ստորերկրյա ջրերի նոր հորիզոններ, որոնք իրենց չափերով երբեմն կարող են համարժեք լինել վերերկրյա ջրամբարներին։ Եվ աչա, վերջին տարիների ուսումնասիրությունները մասնագետներին բերել են այն համոզմանը, որ արհեստական երկրաշարժերի առաջացման գործում ստորերկրյա ջրերի դերը շատ ավելի մեծ է, քան ջրամբարների գրավիտացիոն ճնշումը։ Այդ եզրահանգումը հիմնավորվում է նրանով, որ բացի գրավիտացիոն ճնշումն ավելացնելուց, ստորերկրյա ջրերը ազդում են նաև երկրաշարժերի մեխանիկամի վրա 2 ձեռք։ Նախ, խորը հորիզոնների ջրերը, որոնք հասնում են երկրաշարժի օջախներին, կատարում են գրգռչ դեր՝ «թուլացնում-յուղում են» ապարների կոշտ կապերը, որի հետեանքով երկրակեղեցի լարումները «լիցքաթափակում են» տեկտոնական խղումների միջոցով։ Այնուհետև, տեղանքի երկրաբանական կտրվածքում ջրատար սիստեմների առկայությունը և, հատկապես, գրունտային ջրերի մակերեսին մոտ տեղադրվածությունը մեծացնում են երկրաշարժերի հար-

գածային ալիքների ուժը Բանն այն է, որ ջրհագեցած ապար-
ները սեղման չեն ենթարկվում և երկրաշարժի հիպոկենտ-
րակից էպիկենտրոն հարվածային ալիքները հազորդում են
ամրող ուժով, մինչդեռ աերացիոն զրնան կատարում է թա-
փարգելի կամ օդային բարձիկի դեր՝ զգալիորեն մարելով
հարվածի ուժգնոթյունը:

Երկրաշարժերի մեխանիզմին ստորերկրյա ջրերի մաս-
նակցության վերաբերյալ կիրառական հիդրոերկրաբանու-
թյունը նորանոր փաստեր է հրամցնում: Այսպես, հայտնի է,
որ վերջին տարիներին շատ երկրներում կիրառվում է ար-
դյունարերական թունավոր հոսքաջրաբի ներմղում դեսպի եր-
կրակեղենի խորը հորիդոններ: Օրինակ, ԱՄՆ-ի Կոլորադո նա-
հանգի Դենվերի շրջանում 60-ական թվականներից արդյու-
նարերական հոսքաջրերը ներմղվում են 3,5—4,0 կմ խո-
րության վրա տեղադրված ճեղքավոր գնեյսների մեջ: Այս
աշխատանքների ծավալման հետ մեկտեղ Դենվերի շրջանում
դիտվեց սեյսմիկ պրոցեսների խիւտ ակտիվացում, ընդ
որում, համաձայն ամերիկացի երկրաբան Դ. Էվանսի տրվ-
յալների, սեյսմիկ ցնցումների հաճախականությունն ու
ուժգնությունը ուղղակի կապի մեջ են ներմղվող հոսքաջրերի
ծախսից: Եղբակացությունն այն է, որ այդ ջրերը տվյալ խո-
րությունների վրա ավելացնում են ապարների ներքին լար-
վածությունը և տեկտոնական խզվածքներում կատարում են
դառնորի դեր: Ուստի միանգամայն տրամարանական է ամերի-
կացի գիտնականների նախազգուշացումը, որ տեկտոնապես
ակտիվ շրջաններում պետք է ձևանպահ մնալ հոսքաջրերի
համար նպաստավոր ստրուկտորաներ որոնելուց:

Ինչպես նշում է սովետական հիդրոերկրաբան Ի. Գ. Կիս-
սինը, ստորերկրյա ջրերի պատճառահետեւանքային կապը
ուսումնասիրելիս առանձնահատուկ կարեռություն են ստա-
նում երկրաշարժերին նախորդող ժամանակահատվածում
ստորերկրյա ջրերի փոփոխությունները, որոնք կարող են
ծառայել որպես երկրաշարժերի նախանշաններ: Այս ուզ-
գությամբ սեյսմապետիվ մարզերում կատարված նոր ուսում-
նասիրությունները ցույց են տալիս, որ ստորերկրյա ջրերի
կրած փոփոխությունները ունենում են հիդրոգինամիկական
ու հիդրոքիմիական բնույթ: Երկրակեղենում ցնցումներին

Նախորդող առածգական, ջերմաֆիզիկական ու էլեկտրամագ-նիսական պրոցեսները հանգեցնում են ստորերկրյա ջրերի մակարդակի, ձնշման, ծախսի ու ջերմաստիճանի, ինչպես նաև քիմիական կազմի, գազերի, միկրորազադրիչների ու իդոտոպների ամենարազմապիսի փոփոխությունների եր-բևմն ավելի տկնայտ շափանիշներ են ծառայում ջրերու որոշ բաղադրատարերի, մասնավորապես ուղղոնի ու հե-լիումի պարունակության փոփոխությունները:

Այս բնագավառում շոշափելի հաջողությունների են հա-սել ՍՍՀՄ-ի, Ռապոնիայի և ԱՄՆ-ի գիտնականները, որոնց երրեմն հաջողվել է ուղարի ճշգրտությամբ կանխագուշակել երկրաշարժերը: Օրինակ, ուշատանցքեցւմ ստորերկրյա ջրերի վարքագծի փոփոխությունները դիտումներով ուղրեկ գիտնականներին հաջողվեց մի քանի ժամկա տարրերու-թյամբ կանխագուշակել 1978 թ. նոյեմբերի 1-ի Ֆերգանայի երկրաշարժը, որի էպիկենտրոնը, այնուամենայնիվ, հա-րավոր շեղավ ճիշտ կանխորոշել: Նույնատիպ դիտումներով ճառանացի ու շինացի մասնագետներին հաջողվեց կանխա-գուշակել Զինաստանում 1975 թ. գետարգարի 4-ի Խայլեն-յան երկրաշարժը և նույնիսկ իշխանությանը հասցըեց տե-ղափոխել ազգարնակշությանը: Մակայն նույն ուղիուններում հնարավոր շեղավ կանխագուշակել հետագա ավելի ուժեղ ցնցումները. 1976 թ. ապրիլի 8-ին ու մայիսի 17-ին՝ Գագ-լիի շրջանում, և 1976 թ. հուլիսի 28-ին՝ Զինաստանում հե-րել նահանգի Տանշանի շրջանում: Վերջինը, որ պատմու-թյանը հայտնի ամենաուժեղ երկրաշարժերից է (8.5—9 բալ), արտասահմանյան հաղորդումների համաձայն, խլեց 655 հա-զար կյանք:

Փորձը ցուց է տալիս, որ երկրաշարժերի կանխագուշա-կումը պետք է կատարվի կոմպլեքս հետազոտությունների մի-ջնությունում, հիգրոերկրաբանական ուժիմային մանրազնին դի-տումները զուգակցելով երկրաֆիզիկական, տերատիեկերա-կան, կենսաբանական (կենդանիները վարքագծի փոփոխու-թյունների) և այլ ուսումնասիրությունների հետ: Այլապես, չիակողմանի ուսումնասիրությունների միջոցով կարող են ստացվել կեղծ կամ կարծեցյալ նախանշաններ, որոնց հի-

ման վրա կատարված սխալ կանխագուշակումները աղքա-
բնակչության մեջ առաջացող անխուսափելի խուճապի հետե-
վանքով, նույնպես աղետալի հետեւնքներ են ունենում:

Անհրաժեշտ ենք համարում նշել, որ Հայաստանում գի-
տական այս նոր ուղղությանը պատշաճ կարերություն չի
տրվել, թեև ՀՍՍՀ ԳԱ Երկրաֆիզիկայի ու սեյսմոլոգիայի գի-
տահետազոտական ինստիտուտում միանգամայն ուեալ հա-
րավորություններ կան նման հետազոտաթյուններ կաղմա-
կերպելու ուղղությամբ: Հայկական լեռնաշխարհի սեյսմակ-
տիվությունը և այստեղ ծավալված ինտենսիվ ջրատնտեսա-
կան գործունեությունը ան հետաձգելի են դարձնում Հատուկ
կահավորվածության գեոդինամիկական հենթարկել նաև ստորերկր-
յա ջրերի ուժիմային փոփոխությունները: Գիտության առա-
ջավոր եղանակներում գանվող այս ուղղությունը Հավասար-
տվյալներ և տալիս, հուսալու, որ առաջիկայում Երկրաշար-
ժերի կանխագուշակումը հաջողությամբ կլուծվի:

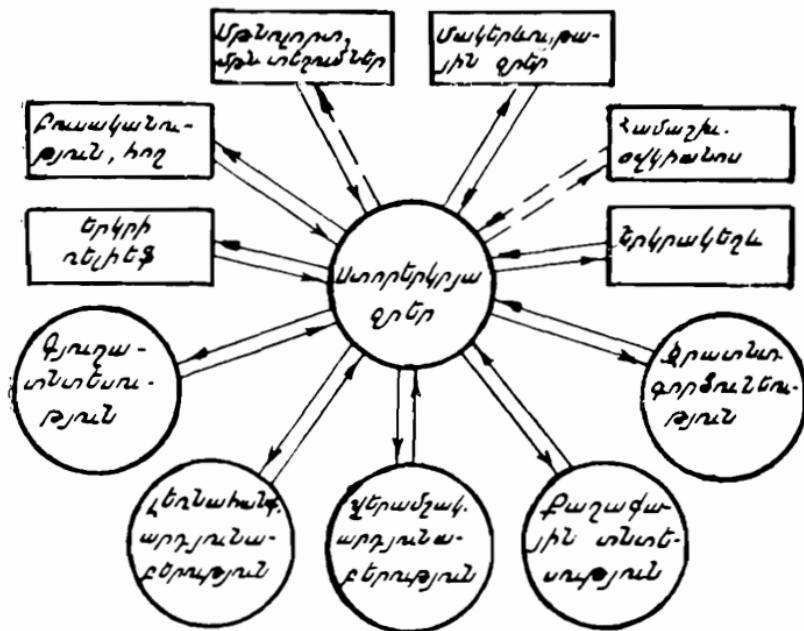
ՍՏՈՐԵԲՈՒՅՑԱ ՋՐԵՐԻ ՊԱՀՎԱՆՌԻԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԱԽՑԲՈՒՅԼ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ

Երջապատող միջավայրի պահպանությունը դարձել է
ներկա ժամանակների ամենակարենոր պրոբլեմը: Ստոր-
երկրյա չորերի սրահպանությունը սերտորեն շաղկապված է
շրջապատող միջավայրի բնդահուրը պրոբլեմի հետ և նրա
լուծումը հնարավոր է միայն կամպլեքս մոտեցման դեպքում:
Երկիր մոլորակի ջրային պատշանը համարվում է շրջապա-
տող միջավայրի ամենախոցելի տարրը, այդ պատճառով
հակայական ուշադրություն է դարձվում նրա պահպանու-
թյան ու սացիրնալ օգտագործման խնդիրներին:

Վերջին 15—20 տարում Սովետական Միության կոմու-
նիստական կուսակցությունն ու կոռավարությունը բաղմիցա
անդրադարձել են բնության պահպանության խնդիրներին,
իսկ նոր սահմանադրությունը գրանց օրենքի ուժ տվեց: Մեր
երկրում 1972 թվականից գործողության մեջ է դրվել նաև
ջրային օրենսդրությունը, որը սահմանում է ջրօգտագործ-

ման, ինչպես նաև ստորերկրյա ու մակերեսութային ջրային սևուրսների պահպանության հիմնական դրույթները:

Ստորերկրյա ջրերի փոխաղարձ կապը բնական միջավայրի բաղադրիչների ու մարդու տնտեսական գործունեության բնագավառների հետ սիևմատիկ ձևով բերված է նկ. 19-ում։ Հակիրճ դիտարկենք ստորերկրյա ջրերի ամենաէական փոփոխությունները, որոնք պայմանավորված են բնական ու արհեստական գործոններով։



Նկ. 19. Բնական միջավայրի բաղադրչների ու տնտեսական գործունեության բնագավառների փոխադարձ կապը ստորև նկայացնելու հետ։ (Հոծ սլամեներով ցույց է տրված ինտենսիվ ազդեցուրյունը, անբնինատ սլամեներով՝ բոլոր ազդեցուրյունը):

Հայտնի է, որ մարդու տնտեսական գործունեությունից առաջին հերթին տուժեցին անտառներն ու հողարուսական ծածկոցը։ Պատմական 2—3 հազարամյակի ընթացքում ոչընշացվել է համաշխարհային անտառների շուրջ 2/3 մասը։ Անտառի հատումը, այդ տարածքները վարելահողերի վերածելը, որոշ տևզերում անասնապահության անհաշվենկատ դարգացումը էկոլոգիական հոկայական վնասներ պատճառեցին։

ինչպես Ֆ. էնգելսն է՝ մատնանշել, «անմիջական էֆեկտներին» հետևեցին մի շարք վնասակար հետևանքներ. սկիզբ առան հողերի էրողիան ու կարստավորումը, էապես փոխվեցին մթնոլորտային տեղումների ներծծումը (ինֆիլտրացիան), գոլորշիացումն ու տրանսպիրացիան:

Այսօր ակնառու են դարձել այն նեգատիվ երեսւթները, որ իր ետեից բերեց ճանիճների վրա վերջին տասնամյակներում կազմակերպված գրուը: Ճանիճների ճամատարած շորացումը հանգեցրեց ոչ միայն կենցանական ու բուսական աշխարհի էնդևմիկ տեսակների ոչնչացմանը, այլ նաև վերացրեց ջրային ուսուրաների անփոխարինելի կուտակիչները: Օրինակ, Բելոռուսիայի ճանիճների շորացումը շուշացրեց աղուել Դնեպր գետի ծախսի վրա, իսկ գրա հետ զգալիորեն նվազեց Դնեպր—Դոնեցյան արտեղյան ավազանի սնումը:

Մարդու ինտենսիվ տնտեսական գործունեությունը վերջին ժամանակներում հանգեցրեց նաև օդային ավազանի գլոբալ մասշտարներով աղտոտմանը: Արդյունաբերական շրջաններում ու խոշոր քաղաքներում մթնոլորտ են նետվում հակայական քանակությամբ գայեր՝ CO_2 , SO_2 , NO_2 , H_2S , CO և այլն: Բանն այնտեղ է հասել, որ, օրինակ, Տունիոյում փողոցային երթևեկությունը կարգավորող ոստիկանները հակագաղ են կրում, իսկ քաղաքի բանուկ մասերում աեղակայի են մանրադրամով գործարկվող թթվածնախառը օդի ավտոմատ սարքեր:

Գայերի ու փոշու ամպերը, որոնք քամու հետ տարգում են հեռու աւարածություններ, այնուհետեւ, մթնոլորտային տեղումների հետ վերագառնում են երկրի մակերևույթ: Հաշված է, որ կոնդոնի շրջակայքում տարեկան «կարծր տեղումները» 1 կմ² վրա հասնում են 40 տոննայի, իսկ Սկանդինավյան թերակղզում միայն ծծմբաթթվի «տեղումները» հասնում են 2 գ մ²: Նման մթնոլորտային տեղումները ապականում են շրջապատող միջավայրը, աղտոտում են մակերևութային ջրերը, իսկ վերջիններն ել իրենց «սե» գործն են տեսնում ստորերկյա ջրերի հետ:

Ժամանակակից պայմաններում մարդու ջրատնտեսական գործունեության կարեռը ինդիրներից է մակերևութային հոսքի կարգավորումը: Այդ նպատակով գետերը վերածվում

ևն ջրամբարների հանգույցների, էրբեմն նաև բնության անարդար ջրաբաշխումը շտկելու համար ստիպում են գետերին «Հակառակ հոսել»: Ջրամբարների, ջրանցքների ու հիդրոտեխնիկական այլ կառույցների շինարարությունը հանգեցնում է մակերևութային ջրերի մակարդակի բարձրացմանը, նոր ջրհոսքերի ու կուտակների առաջացմանը, որը հիմնավորապես փոխում է մակերևութային ու ստորերկրյաց ջրերի փոխազդեցության պայմանները: Սովորաբար այդ աշխատանքների հետեանքով բարձրանում է ստորերկրյաց ջրերի մակարդակը, ավելանում են դրանց ուսուրաները, իսկ դա հաճախ հանգեցնում է հողերի բահճակալման, գերիւնավացման, աղուտացման և այլն:

Ջրատնտեսական աշխատանքների հետեանքով երբեմն կարող են հակառակ պրոցեսներ դիտվել: Այսպիս, քաղաքների սահմաններում գետահուների շտկման և խորացման հետեանքով արագանում է գետային հոսքը, իջնում է գետի մակարդակը: Օրինակ, Վիեննայի սահմաններում Դանուբի հունի կարգավորման հետեանքով գրունտային ջրերի մակարդակը ցածրացել է 8 մ-ով: Պրոֆ. Ֆ. Վ. Կոտլովի տվյալներով, Սոսկայի հիմնադրման օրից մարդու տնտեսական գործունեության հետեանքով նրա տերիտորիայից վերացել են 100-ից ավելի գետեր ու գետակներ:

Ստորերկրյաց ջրերն իրենց հերթին պայմանավորում են մակերևութային հոսքի քանակական ու որակական փոփոխությունները: Աղբյուրների կապտաժը, ստորերկրյաց ջրային ավագանների մեծ չափերով շահագործումը բնականաբար հանգեցնում են գետային հոսքի նվազեցմանը, իսկ ստորերկրյաց արդյունաբերական ու թերմալ ջրերի շահագործման հոսքաջրերը, լիոնահանքային արդյունաբերության և նավթահանքերի աղտոտված ջրերը անխուսափելիորեն վատացնում են մակերևութային ջրերի որակը:

Ստորերկրյաց ջրերի ուժիմի վրա առանձնահատուկ աղդեցություն ունեն ժամանակակից ուլիեֆի ու երկակեղենի ձեափոխումները, որոնք պայմանավորված են մարդու ինձեններական գործունեությամբ: Երկրի ընդերքում ստեղծվող ահոելի դատարկություններն ու ուլիեֆին հայտնվող տերիկոնները, բաց հանքերն ու մնացուկների կուտակները, բնաւ-

կատերի կառուցապատումն ու ասֆալտապատումը, նոր յանդագիտների ստեղծումը էապես փոխում են ստորերկրյա ջրերի ռեժիմը:

Բացի այդ, լեռնահանքային արդյունաբերության պրակտիկան ցույց է տալիս, որ, կախված տեղանքի հիդրոերկրաբանական պայմաններից, 1 տ հանգաքար արդյունահանելու ժամանակ հարկ է լինում մի քանի անգամ ավելի ջուր արտամղել, իսկ բաց հանքերի դեպքում անհրաժեշտ է դառնում ջրադրել ողջ հանքավայրը կամ հանքադաշտի տեղամասը: Օրինակ, մեր երկրում 1 տ բարածուխ արդյունահանելիս միջին հաշվով 3 մ³ ջուր է արտամղվում, իսկ առանձին ջրակալված հանքադաշտերում (Դավախստանի Միրզալիմսայի բայումանետաղային հանքավայրը, Կուրսկի մազնիտային անուալիա և այլն) ստիլված կառուցվում են մի քանի տասնյակ մ³/վրկ հղորության չրան կայաններ: Հարկ է նշել, որ ընդերքի պահպանության և ռացիոնալ օգտագործման շահերից ելնելով, վերջին տարիներին լեռնահանքային արդյունաբերությունում գերազանցապես կիրառվում է բաց սրբյունահանման եղանակը, որը հարավորություն է տուլիս էապես բարձրացնել օգտակար հանածոյի արդյունահանման գործակիցը և հանքաքարից կորզել բոլոր օգտակար բաղդրատարրերը: Դրա հետ էապելված, հասկանալի պատճառներով, ուժեղացվում է ստորերկրյա ջրերի դեմ տարվող «պայքարը»:

Զբանակացման նույնանման աշխատանքներ կատարվում են նաև քաղաքներում մետրոների, շինարարական լիոսորակների և ստորերկրյա կոմունիկացիաների շինարարության ժամանակ, որոնց մասշտաբների հետաքա ընդլայնումը կասկած չի հարուցում:

Տարրեր առպարեկներում մարդու ինժեներական գործունեության հետեանքով ստորերկրյա ջրերի կրած էական փոփոխությունները, իրենց հերթին բերում են երկրակեղեի և նրա ուղիեփի փոփոխությունների: Քաջ հայտնի է, որ ճահճների չորացման դեպքում, հողածածկի ջրադրվածան ու սեղմման հետեանքով տեղանքը նստում է տորֆի շերտի 10—15 տոկոսի շափով: Երկրի մակերեսութեան անհամեմատ ավելի մեծ շափերով նստում է ստորերկրյա ջրահորիզոններում առաջացող

Հակայական չափերի դեպքեսիոն ձագարների տարածքում՝ որոնք կենտրոնացված ջրամատակարարման կամ լեռնաշանքային արդյունաբերության ջրհեռացման աշխատանքների արդյունք են:

Ապարների ջրազրկումով պայմանավորված նստեցման երկույթները դիտվում են աշխարհի շատ խոշոր քաղաքներում (Մեխիկո, Լոս-Անջելոս, Տոկիո, Օսակա, Մոսկվա, Խարկով և այլն): Օրինակ, ձագոնիայում ստորերկրյա ջրերի երկարատեղությունը ու ինտենսիվ շահագործման հետեանքով մակերեվույթի նստեցումներ դիտվում են Տոկիո և Օսակա քաղաքների տարածքներում, ինչպես նաև Նիսագատա հովտում, որտեղ ստորերկրյա ջրերից բացի, ընդերքից նաև զագ են ստանում: Վերջին 50 տարիներին Տոկիոյում նստեցումը կազմել է 4—5 մ, ընդ որում ներկայումս նստեցման արագույթունը հասել է տարեկան 18—20 սմ-ի: Մակերեւոյթի նրանք ամենամեծ չափերը դիտվում են Մեխիկոյում, որտեղ 1980 թվականին այն կազմեց 9—10 մ: Կուրչ մտահոգման տեղիք է տալիս իտալական Վ'նետիկ քաղաքի ճակատագիրը: Լագունային 118 կղզիների վրա տեղադրված այս որյակերտ քաղաքը աստիճանաբար խորասուզվում է, որը գլխավորապես պայմանավորված է ստորերկրյա ջրերի արտամղումով:

Բարեբախտաբար, մակերեւոյթի խոշոր նստեցումները հիմնականում հավասարաշափ են կատարվում, տեղանքի սելիմեֆը շատ շի դեֆորմացվում է քաղաքներում ավերվածությունները մեծ չեն: Սակայն, եթե տեղանքի հիգրոերկրաբանական պայմանները խայտարգետ են (փոփոխվում են թե պլանում, թե՝ կտրվածքում), ապա նւտեցումներն անհավաքափ են՝ դրանից բխող ծանր հետեանքներով:

Ի՞արկե, ասվածը չի նշանակում, թե նշված խոշոր քաղաքներին անվերապահութեն կործանում է սպասում: Պարզապես հարկավոր է հիմնավոր ձեռվ նվազեցնել ստորերկրյա ջրերի շահագործումը, այն հաշվով, որ դադարեցվի դեպքեսիոն ձագարի դարգացումը, այն հաշվով, որ դադարեցվի դեպքում, ներմղման աշխատանքների միջոցով այն աստիճանաբար վերականգնվի: Այսպես, օրինակ, Լոս-Անջելոսի մոտ, Լոնգ-Բիչ շրջանում, ստորերկրյա ջրեցից բացի, նավթի ու գազի

պաշարների ինտենսիվ արդյունահանումը հանգեցրել է օ փլուզումներով ուղեկցվող մակերեսութի անհավասարաչափ նստեցումների: Նավթաբեր շերտերում ու ջրատար նորիդոններում ճնշումը կայունացնելու համար ընդերք ներմղվեց ծովի ջուրը և մակերեսութի նստեցումները դադարեցին: Սակայն, զրա հետ մեկտեղ, վերացան նաև ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի հարիզոնները:

Ընդհանրապես ծովափնյա գոտիներում ստորերկրյա ջրերի ինտենսիվ շահագործումը հանգեցնում է ցամաքի մեջ ծովային ջրերի ներդրմանը (ինտրուզիային): Ստորերկրյա ջրերի ավաղաններն էլ անսահման և նրանց անհաշվենիատ շահագործումը հղի է ծանր հետևանքներով: Օրինակ, Թուրքիայում, Ստամբուլի մոտակայքի արտեզյան ավաղանը 50—60-ական թվականներին շահագործվեց այնպիսի շոալլությամբ, որ ջրերի ստատիկ պաշարները նույնպես սպառվեցին: Ավաղանը տեղակալվեց ծովի ջրով և քաղցրահամ ջրի շտեմարանը դադարեց այդպիսին լինելուց: Նման երեսութներ դիտվում են նաև մերձարևադարձային գոտու մի շարք երկրներում: Ընդերքի քաղցրահամ ջրերի պահանջարկն ու դրանց վերականգնման հնարավորությունները չեն համապատասխանում հատկապես Արարական թերակղզում, որի հետեանքով Կարմիր ծովից և Պարսից ծոցից ծովի ջուրը երկարութմանի, տարեկան մի քանի կմ արագությամբ «հարձակվում է» թերակղզու վրա:

Հայտնի է նաև, որ համաշխարհային մասշտաբներով գյուղատնտեսության ինտենսիվացումը, ոռոգելի հողագործության բնդլայնումը տարեցտարի մեծացնում են ստորերկրյա ջրերի որակական ու քանակական փոփոխությունները: Արտավայրերի ջրարբիացումը, հողերի մելիորացումը, դրանց ոռոգումն ու չորացումը էապէս փոխում են գրուտային, երբեմն նաև արտեղյան ջրերի հաշվեկշիռը: Ոռոգման բացասական հետեանքները, որոնք հիմնականում արդյունք են ջրման կարգի ու նորմերի խախտման, հանրահայտ են: Դրանք են. գրունտային ջրերի մակարդակի ու հանքայնացման բարձրացումը, հողերի գերխոնավացումն ու աղակալումը, երբեմն նաև տեղանքի ճահճակալումն ու լյուսային հողերի նստեցումը:

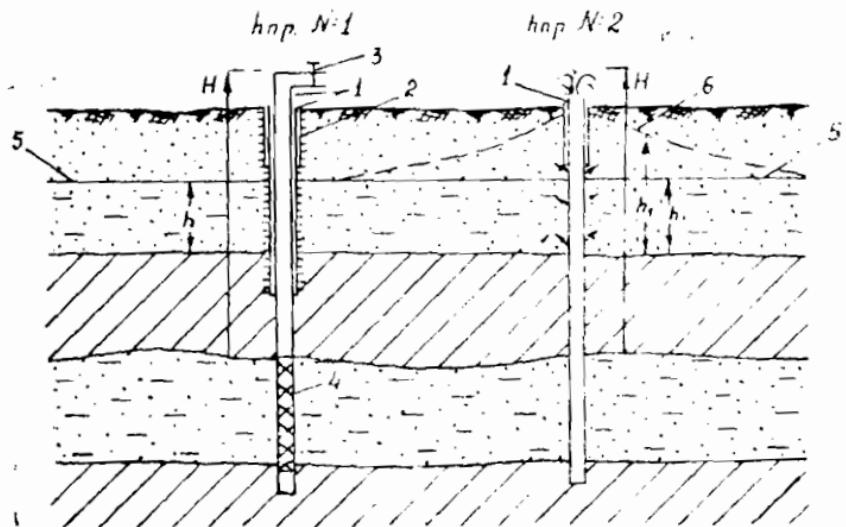
Վերջին տարիներին գործածության մեջ է մտել «իոփացիոն էրողիա» հասկացությունը, որը ծնունդ է առել ոռոգման ու ագրոտեխնիկական կանոնների խախտումներից: Լեռնալանջերի սխալ վարք և շուայլ ջրաւմբ անխուսափելիորեն հանգեցնում են բարեբեր հողարուսական շերտի լվացմանն ու տեղատարմանը: Այսպիսով, բնական պայմաններում հարցուրամյակների ընթացքում զոլացող մի քանի սմ հզորության շերտը կարող է վերանալ ընդամենը ջրման 1 սեզոնի ընթացքում: Դրությունը էապես կարելի է շտկել նոր կաթիլային եղանակների և անձրեացնող սարքերի ներդրումով:

Նշված նեգատիվ պրոցեսներն ու երեսութները առավել շատ դիտվում են այնպիսի հողատարածքներում (հարթավայրերում, միջլեռնային գոգավորություններում և այլն), ուր գրունտային ջրերի բնական հոսքը խիստ թույլ է, դրենաժային (ցամաքուրդային) սխատեմ չկա կամ եղածը անբավարար է աշխատում: Իրավիճակն ավելի է վատթարանում, եթե ոռոգման նպատակներով, առանց շրջանի ստորերկրյացքերի հաշվեկշռի ճիշտ իմացության, օգտագործվում են նաև արտեզյան ջրերը, առավել ես, երբ ջուրը ստացվում է տեխնիկապես անսարք հորատանցքերի միջոցով: Նկ. 20-ում բերված սխեմայից պարզորոշ երեսում է, որ № 1 հորատանցքում գրունտային և ճնշումային հորիզոնները միմյանցից հուսալիորեն մեկուսացված են խողովակային ամրակապումով ու ցեմենտացումով, իսկ փականը նարավորություն է տալիս ճնշումային հորիզոնից ջուրը անհրաժեշտ չափով վերցնել միայն վեգետացիայի ժամանակ: Մինչդեռ № 2 անսարք հորատանցքից տեղի ունեցող մշտական արտահոսքը, բացի ջրի իզուր կորստից, հանգեցնում է նաև գրունտային ջրերի մակարդակի բարձրացմանը, տեղանքի ճահճացմանն ու հողերի գերխոնավացմանը:

Զրատնտեսական աշխատանքներով պայմանավորված վնասակար երկութներից խուսափելու համար անհրաժեշտ է համապատասխան միջոցառումներով նվազեցնել ջրամբարներից ու ջրանցքներից տեղի ունեցող ծծանցման կորուսաները, պահպանել ջրման նպաստավոր ուժիմը, հորատանցքերը ամրակապել ու կահավորել անհրաժեշտ սարքերով, կառուցել հուսալի ցամաքուրդային ցանց և այլն:

Հանքահայտ են նաև պյուղատնտեսության քիմիացման պատճառով շրջապատող միջավայրին, մասնավորապես ստորերկրյա ջրերին պատճառող վնասները: Հողաբուսական ծածկի պարարտացումը հանքային ու օրդանական պարարտանյութերով և թունաքիմիկատների հաճախ շուայլ օգտագործումը նպաստում են գրունտային ջրերի հանքայնացման բարձրացմանը, նիտրատների և այլ վնասակար նյութերի պարունակության մեծացմանը: Վերջին տարիներին արտառաջանյան մի շարք զարգացած երկրներում (ԳՅՀ, Դանիա, ԱՄՆ և այլն) ստորերկրյա ջրերի որոշ հանքավայրեր կամ զրանց տեղամասեր ջրամատակարարման համար այլևս չեն օգտագործվում, որովհետեւ միայն նիտրատների բարձր պարունակության պատճառով դիտվել են որոշ հիվանդությունների տարածման դեպքեր:

Ստորերկրյա ջրերի քիմիական աղտոտման դեմ պայքարի կարևոր միջոցներ են ինտենսիվ օգտագործվող հողատարածքներում պարարտանյութերի ծախսի նպաստավոր



Ակ. 20. Արտեզյան հորիզոնի շահագործման պիեմա.

1—ամրակապող խողովակներ, 2—ցեմենտացում (տամպոնում), 3—փական, 4—քամիչ (ծակոտիներով խողովակ), 5—գրունտային ջրերի ստատիկ մակարդակ, 6—բարձրացված մակարդակ. հ—գրունտային ջրերի ստատիկ հզորություն, հ₁—փոփոխված հզորություն, Հ—արտեզյան ջրերի ընշման մեծություն:

շափերի պահպանումը և կայուն թունավոր քիմիական նյութերի խիստ կրծատումը։ Ոռոգվող հարատարածքներում հարկավոր է ըստ ամենայնի հաշվի առնել տեղանքի հիդրոերկրաբանական պայմանները, ուսումնասիրել ստորերկրյա ջրերի աղտոտման հնարավորությունը և ըստ այնմ որոշել պարարտանյութերի ու թունաքիմիկատների օգտագործման շափերը։

Ընդհանուր առմամբ, զանագանում են ստորերկրյա ջրերի աղտոտման 4 տեսակներ. մեխանիկական, քիմիական, մանրեաբանական և ուղղիուակտիվ։ Մեխանիկական աղտոտվածությունը հազվագեց է հանդիպում. քանի որ ստորերկրյա ջրերը, բայց կարստային ջրերից, հեշտությամբ մաքրվում են մեխանիկական խառնուրդներից։ Ամենաշատ տարածվածը և գժվար վերացվողը քիմիական աղտոտվածությունն է, որի աղբյուրներ կարող են ծառայել արդյունաբերական ու կենցաղային հոսքաջրերը, պարարտանյութերը, թունաքիմիկատները և այլն։ Աղտոտման ավելի շատ ևնթակա են գրունտային ջրերը, որոնք կեղտոտվում են մակերեսութային ջրերից՝ աերացիոն գոնայի միջոցով։ Քանի որ քիմիական աղտոտվածությունը գժվար է կլանվում (սորբվում) ապարների կողմից, ապա աերացիայի զոնայի անգամ մեծ հզորության դեպքում էլ այն անցնում է գրունտային ջրերին՝ մնալով դրանց մեջ անորոշ երկար ժամանակ։

Ստորերկրյա ջրերի աղտոտվածությունը մանրէներով պայմանավորված է մակերեսութային ջրերի ներծծման ժամանակ պաթուգեն մանրէների ներթափանցումով։ Եթե աերացիայի գոնայում կան 3—4 մ հզորության թույլ ջրաթափանց ալիքարներ, որոնք դանդաղեցնում են ջրերի ներծծման արագությունը, ապա պաթուգեն մանրէները տեղ չեն հասնում։ Ապացուցված է, որ մանրէաբանական աղտոտվածության ջրերը հանդիսանում են համաճարակային հիվանդությունների բռնկման գլխավոր պատճառը։

Ռադիոակտիվ վարակվածությունը պայմանավորվում է ուրանային և այլ հանքավայրերի շահագործումով, ատոմային զենքի փորձարկումներով և ատոմային սարքերի աշխատանքով։ Ռադիոակտիվությունը աշքի է ընկնում կրանման մեջ ունակությամբ, որի հետեանքով ստորերկրյա ջրերում

դանդաղ է տարածվում։ Որոշ ուաղինակտիվ տարրերի վարակը ջրատար ապարներում մնում է երկար ժամանակ։

Նկատի ունենալով ստորերկրյա ջրերի աղտոտման հնարավորությունները, ջրամատակարարման համար կառուցվող ջրհան կայանների շուրջ առանձնացվում են սանիտարական պահպանության երկու զոնաներ։ Առաջինը, որ կոչվում է ուժեղացված պահպանության զոնա, արտեղյան ջրերի համար ունենում է առնվազն 30 մ շառավիղ, իսկ գրանտային ջրերի համար՝ ավելի քան 50 մ։ Երկրորդ կամ սահմանափակումների զոնայի շառավիղը մեծությունը որոշվում է ելնելով տեղանքի հիդրոերկրաբանական պայմաններից և ջրհան կառուցվածքի բնույթից։

Ստորերկրյա ջրերի աղտոտվածության գեմ պայքարի հիմնական մեթոդը նախականիող միջոցառումներն են։ Ակադեմիկոս Ի. Վ. Պետրյանով-Սոկոլովի դիպուկ արտահայտությամբ, թանաքը հատակին թափվելիս չպետք է դիտողի դերում հանդես գալ, ապա գլուխ կոտրել նրա հետքերը վերացնելու համար։ Հարկավոր է հիմնովին նվազեցնել լճերի ու գետերի աղտոտումը այն հաշվով, որ բնական ինքնամաքրման ձանապարհով վերականգնվի դրանց անաղարտությունը։

Այսպիսով, գիտատեխնիկական հեղափոխության դարաշրջանում մարդու տնտեսական գործունեությունը հանգեցնում է ստորերկրյա ջրերի որակական ու քանակական ակընհայտ փոփոխությունների, դրանց պաշարների սպառմանն ու աղտոտմանը։ Ընդգծենք, որ ջրային պաշարների սպառման վտանգ ստեղծվում է այն գիպքում, երբ տվյալ հանքավայրից ջրհան կայաններով վերցվում է ավելի շատ, քան ջրհավաք ավաղանում պաշարներ են վերատեղդվում։ Այդ պատճառով, ինչպես արդեն նշել ենք, ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի շահագործումը պետք է սկսել միայն հանքավայրի ռանրամասն հետախուզումից և ստորերկրյա ջրերի պաշարների հաստատումից հետո։

Հարկավոր է նշել, որ ստորերկրյա ջրերի պաշարների արհեստական վերականգնման գործում կիրառական հիդրոերկրաբանությունը հասել է որոշակի հաջողությունների։ ԱՄՆ-ում դեռևս անցյալ դարի 90-ական թվականներին քա-

դաքային հոսքաջրերը սկսեցին մաքրել ճեղքածակոտկեն լեռնային ապարների միջոցով։ Պարզունակ փորձերով ապացուցվեց, որ հոսքաջրերը անցնելով, օրինակ, 10—15 մ հզորության տարածատիկ ավաղային շերտի միջով, 200—250 մ հեռու տեղադրված ջրաներում արդեն տալիս էին լրիվ մաքրություն, խմելու կոնդիցիայի ջուրը շետագայում ամերիկացիները այս եղանակը սկսեցին կիրառել ստորերկրյա ջրերի սպառվող պաշարները վերականգնելու համար, որն իրակործվում է մակերեսութային հոսքը ներծծման ավագանների, շուրջիկի ու կլանող հորատանդերի մեջ ուղղելու միջոցով։ Ներկայումս ստորերկրյա ջրերի «ֆարրիկացիան» կիրառվում է աշխարհի շատ երկրներում, այդ թվում նաև Սովետական Միությունում (Մերձբալթիկա, Միջին Ասիա, Հարավային Ռւկրախինա և այլն)։

Տեխնիկապես հեշտ ու տնտեսապես ձեռնտու այս եղանակով ստորերկրյա ջրերի ոեսուրսները ավելացնելու միանգամայն նպաստավոր պայմաններ կան սակավազուր Հայաստանում։ Կենտրոնական Հրաբիսային բարձրավանդակի և բարձր լեռնային գոտու գարնանային ձնավլիքի ջրերը կարելի է ուղղել դեպի ջրատարության հոյակապ հատկանիշներով սժտված հրաբիսածին ապարները և դգալիորեն ավելացնել ստորերկրյա ջրերի ոեսուրսները։ Այսուհեղ կառուցված և նախագծվող բազմաթիվ մեծ ու փոքր ջրամբարները ստորերկրյա ջրերի պաշարների արհեստական լրացման հետ հնարավորություն կտան ոռոգելի հողագործությունը ավելի ընդարձակել և միաժամանակ խնայել Սեանա լճի դարավոր պաշարները։

Հատկանշական է, որ ստորերկրյա ջրամբարը մակերեսութայինի նկատմամբ մեծ առավելություններ ունի. բացառվում է արհեստական լճերի տակ գետահովիտների օգտակար հողատարածքների կորուստը, վերանում են գոլորշիացման հետեանքով ջրերի անվերապահ կորուստները և այլն։

Ստորերկրյա ջրերի պահպանությունը և ոացիոնալ օգտագործումը միինույն հարցի երկու կողմերն են։ Պետք է նշել, որ վերջին տարիներին ջրօգտագործման ասպարեզում դգալի բարեփոխումներ են կատարվել, կենցաղում, արդյունաբերության ու գյուղատնտեսության մեջ ջրի ոացիոնալ օգ-

տագործման որոշակի տենդենցներ նկատվում են: Այսպիս, արդյունաբերական ձևուարկությունների զգալի մասը ահացել է ջրամատակարարման փակ սիստեմի, որը նշանակում է մեկ անգամ օդտագործված ջուրը աղտազերծել և նորից օդտագործել, այսինքն՝ վերաշրջանառության մեջ դնել: Օրինակ, նախկինում 1 տ պողպատի ստացման համար օդտագործվում էր մոտ 270 մ³ ջուր, իսկ վերաշրջանառության կիրառումից հետո 30 մ³ ջուրը լիովին բավարարում է: Այս նույն ձեռվ օդից թթվածնի ստացման և կառուստիկ սողայի արաւագրության մեջ երեանի քիմիական կոմբինատում ներկայումս տասնապատիկ քիչ ջուր և օդտագործվում: Հասկանալի է, որ նման խնայողական ծախսի հետեանքով նաև քիչ հոսքաջրեր կթափվեն գետերի մեջ և, հետեարար, մակերեսի թային ջրերի աղտոտումը էապես կնվազի: Ապացուցված է, որ յուրաքանչյուր մ³ քիմիապես կեղտոտ ջուրը փշացնում է առնվազն 60—70 մ³ բնական մաքուր ջուր: Իսկ զրատիսուր հետեանքների մասին կարելի է դատել թեկուզ միայն ժողովրդական տնտեսության կարեոր բնագավառներից մեկին՝ ձկնարդյունաբերությանը, հասցված վնասներով:

Ջրօդտագործման շափերի պահպանման շնորհիվ ջրերի որոշ խնայողություն դիտվում է նաև գյուղատնտեսության և կենցաղի մեջ: Կարեոր է ընդդեմ, որ եթե «սովորական» ջուրու դիտվում է որպես ապրանք, ապա մարդկանց գիտակցության մեջ տեղի է ունենում յուրահատուկ բեկում՝ ծնվում է խնայողության զգացումը: Արտասահմանյան շատ երկրների փորձը ցույց է տվել, որ այն քաղաքներում, որտեղ բնակչությանը ջուրը տրվում է ջրաշափ հաշվիչների միջոցով, այնաեղ ջուրը խնայվում է 30—40 տոկոսի չափով: Նույն բանը կատարվում է նաև ոռոգման աշխատանքներում. վճարովի ջուրը մեխանիկորեն լուծում է գիշերային ջրման և այլ պրոցեմներ:

Այստեղ կրկին անգամ կուղենայինք ցույց տալ երեանի ջրօգտագործման անհաջող պրակտիկան: Ինչպես ասվեց նախորդ գլխում, ներկայումս մայրաքաղաքին տրվում է շատրչ 14 մ³/վրկ բարձրորակ ստորերկրյա ջուր: Դիտումները ցույց են տվել, որ քաղաքի ջրատարների, ջրաբաշխիչ սարքերի, սանտեխնիկական և ջեռուցման սիստեմների անսարքության

գատճառով, համեստ հաշվումներով, 1 վարկյանում կորսվում է շուրջ 1000—1500 լ ջուր: Եթե դրան ավելացնենք «սովորական» ջրի նկատմամբ երեանցու դրսեորած շոայլությունը (հոսող ջրով սննդամթերք սառեցնելը, լվացքը պարզացրելը, ավտոմեքենա լվանալը և այն), ապա հասկանալի կլինի, թե ինչու 1 բնակչին օրական հասնող 550 լ ջուրը չի բավականացնում: Ենելով ջոօպտագործման շափերից, երեանը նույնիսկ 1,5 մլն ազգարնակչության դեպքում և ջրի «ծարավ» չպետք է զգար, մինչդեռ այսօր էլ առանձին թաղամասերի, առավել ես, բարձրահարկ շենքերի բնակիչները որվա որոշ ժամերի սառնորակ ջրի կարոտ են մնում:

Հայաստանի կուսակցությունն ու կառավարությունը գործնական միջոցներ են ձեռք առնում երեանում ջուր կլանող արդյունաբերության տեսակները սահմանափակելու, քիմիական ձեռնարկությունները քաղաքի սահմաններից հանելու, արդյունաբերական ու կենցաղային հոսքաջրերը աղտազերծելու և այլ ուղղությամբ: Դրա հետ մեկտեղ, հարկավոր է կտրականապես վերջ տալ նաև ջրի շրայլումներին, քանի ող մատակարարվող ջրաքանակի ավելացումը, ինչը կատարվել է վերջին տասնամյակների ընթացքում, այլևս անհնարի ջրային ուսուրաների սահմանափակության հետեանքով:

Համաշխարհային մասշտաբներով ջոօպտագործման հարցը քննարկելիս համոզվեցինք, որ ջրամատակարարման գործում ստորերկրյա ջրերի տեսակարար կշիռը գնալով մեծանում է: ԱՄՆ-ում 1950—80 թթ. ժամանակահատվածում ստորերկրյա ջրերի օգտագործումը ավելացել է մոտ 3 անդամ և կազմել է ողջ ջրամատակարարման ավելի քան 30 տոկոսը: Եվրոպական շատ երկրներում (ԳՖՀ, Հոլանդիա, Գանիա, Լեհաստան և այլն) ստորերկրյա ջրերին բաժին է ընկնում ջրամատակարարման կեսից ավելին: Սովետական Միությունում ստորերկրյա ջրերի օգտագործման ընդլայնումը նույնպես ակնհայտ է, իսկ երկրի հարավային շորային գոտիներում ստորերկրյա ջրերը հանդիսանում են ջրամատակարարման հիմնական աղբյուրը:

Ենթադրվում է, որ առաջիկա 50—100 տարում քաղցրահամ ջրերի մեծացող պահանջարկը բավարարվելու է հիմնականում ի հաշիվ ընդերքի ջրերի: Քաղցրահամ ջրի պրո-

լեմի լուծման այլ գործնական և ավելի նպաստավոր ուղի դժվար է նշել: Գիտական նվաճումները զգալի են մասնավորապես ծովի ջրի աղաղերծման լոնգավառում, մշակվել են մաքրման մի շարք մեթոդներ (թորման, սառեցման, գուրշիցման, էլեկտրադիֆալիզի և այլն), սակայն գեռես այդ մեթոդներով քաղցրահամ ջրի ստացումը տնտեսապես խիստ թանկ է նստում: Այսուհետեւ, այս ճանապարհով թերես հարավոր լինի բավարարել ափամերձ զոտիների, բայց տակավին ոչ՝ ծովից հեռու, առավել ևս ծովից բարձր տեղադրված երկրների ջրացին պահանջները:

Ընդհանրացնելով ասենք, որ ստորերկրյա ջրերի մեծ շափերով օգտագործումը, ինչպես նաև մարդու տնտեսական գործունեաթյունը բերում են դրանց հաշվեկշռի ու ուժիմի էական փոփոխությունների: Այդ պրացեսները անխուսափելի են և, հետեարար, պետք է սովորել կառավարել դրանք. որպեսզի թույլ շտրվի ստորերկրյա ջրերի սպառումն ու որակի վատացումը:

Կառավարել՝ առաջին հերթին նշանակում է կանխատեսել: Այդ կապակցությամբ հարկավոր է ավելի զարգացնել ստորերկրյա ջրերի հաշվեկշռի ու ուժիմի կանխատեսան մեթոդները: Ժամանակի հրամայական պահանջն է ինտենսիվորեն շահագործվող ջրավագանների սահմաններում ստեղծել, միջաղգային լեղվով ասած, մոնիթորինգ, որը նշանակում է «գիտել—գնահատել—վերահսկել» ստորերկրյա ջրերի վարքագիծը:

Մոնիթորինգի սիստեմի ստեղծումը իիհստ անհրաժեշտ է, ասենք, Արարատյան արտեզյան ավաղանի համար, որտեղ տարիներ ի վեր գոյացել է ստորերկրյա ջրերի արհեստական անկայուն ուժիմ: Բացի բնական աղբյուրներից (Ակնա-լիճ, Մեծամոր, Կապույտ-լիճ և այլն), ավաղանում հորատվել են ավելի քան 2 հազար հիգրոերկրաբարսնական հորատանցքեր, որոնց միջոցով իրագործվում է քաղցրահամ ջրերի սպառումը: Տեղում ոռոգման համար օգտագործելուց բացի, այդ ջրերի մի դղալի մասը հզոր պոմակակյաններով մղվում է դեպի հարթավայրի նախալեռնային մասերը՝ նույն նպատակով: Պարզ է, որ ոռոգման ջրերը, մասամբ ներծծվելով, նորից գալիս են սնելու ինչպես գրունտային, այնպես էլ արտեղյան

Հորիզոնները։ Մյուս կողմից, ստորերկրյա ջրերի ռեսուլսները հուսալիսրեն ավելանում են նաև ի հաշիվ լեռնալանջերին կառուցված ջրամբարներից, ջրանցքներից ու ոռոգվող հողատարածքներից կատարվող ծծանցման կորուստների։ Նման պայմաններում դժվար է հուսալ, որ ստորերկրյա ջրերի բնական հաշվեկշռից ու ռեժիմից որեւէ բան է մնացել։

Այսպիսով, արդի պայմաններում ստորերկրյա ջրերի պահպանության ու ուսցիոնալ օգտագործման հարցերի կարեռությունը գძիվար է գերազնահատել։ Ընդերքի այս կամ այն օգտակար հանածոյի վերահաս սպառումը մարդուն այնքան չի վախեցնում, ինչքան ստորերկրյա ջրերի սպառումն ու վարակումը։ Պատճառները միանգամայն հասկանալի են. գրեթե բոլոր օգտակար հանածոներին, նույնիսկ հաղվագյուտ ու թանկարժեք մետաղներին մարդը կտնում է բազմապիսի բնական ու արհեստական փոխարինակներ, սակայն քաղցրահամ ջրին փոխարինող, այն էլ այդ քանակով ու արժեքով, պատկերացնելն անգամ դժվար է։

Անհրաժեշտ է գիտակցել, որ բնական քաղցրահամ ջրերը հանդիսանում են յուրաքանչյուր երկրի աղքային անփոխարինելի հարստությունը, որի նկատմամբ ցայսօր դրսերվում է շոայլ ու անհարդի վերաբերմունք։ Ներկայումս միայն անպատճակին գոտիների բնակիչները չեն, որ մտածում են «չուրը բաց չթողնել մատերի արանքից»։ Մոլորակի այդ կենսարեր հեղուկի պահպանության ու ուսցիոնալ օգտագործման խնդիրները կրում են համամարդկային բնույթ։ Եվ որպեսզի ծարագր «շինղղի» գալիք սերուղներին, հարկավոր է այդ խնդիրները լուծել հետևողականորեն ու գիտականորեն հիմնավորված ձևով։

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Ավետիսյան Վ. Ա., Գափրյան Գ. Ե. Ջրային ռեսուրսների պահպանության
ու ռացիոնալ օգտագործման նարդերի շուրջը: Երևանի Համալսարան,
Խ. 2 (25), 1976:
- Գրիգորյան Լ.: Բնությունը և մարդիկ: Երևան, «Հայտաստան», 1982:
- Միքամբյան Կ. Պ.: Բնության պահպանության իմնական խնդիրները:
Երևան, «Հայրատան», 1979:
- Ավետիսյան Վ. Ա., Դավթյան Շ. Ե. և ուր. Ресурсы пресных вод Армян-
ской ССР. Промышленность Армении, № 12, 1979.
- Алекин О. А. Основы гидрохимии. М., Гидрометеоиздат, 1970.
- Магнитский В. А. Внутреннее строение и физика Земли. М., Недра,
1965.
- Липилов В. Е. Формирование и прогноз режима грунтовых вод на
застраиваемых территориях. Изд. 2-е. М., Недра, 1984.
- Биндерман И. И., Язвин Л. С. Оценка эксплуатационных запасов
подземных вод. Изд. 2-е. М., Недра, 1970.
- Бочевер Ф. М., Гармонов И. В., Лебедев А. В., Шестаков В. М.
Основы гидрогеологических расчетов. Изд. 2-е. М., Недра,
1969.
- Бочевер Ф. М., Лапшин И. И., Орадовская А. Е. Защита подземных
вод от загрязнения. М., Недра, 1979.
- Вернадский В. И. Избр. соч. «История природных вод». Т. 4. Кн. 2.
М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Виноградов А. П. Происхождение ободочек Земли. Изд. АН СССР.
Серия геол., № 11, 1962.
- Гавриленко Е. С., Дерпольц В. Ф. Глубинная гидросфера Земли.
Киев, Наукова Думка, 1971.
- Геология Армянской ССР. Т. VIII. Гидрогеология. Ереван, Изд-во
АН АрмССР, 1974.
- Геология Армянской ССР. Т. IX. Минеральные воды. Ереван, Изд-во
АН АрмССР, 1969.
- Геотермические методы исследований в гидрогеологии. Отв. ред.
Н. М. Фролов. М., Недра, 1979.
- Гольдберг В. М., Кулаков Г. В. Техногенное воздействие на под-
земные воды и их охрана. «Разведка и охрана недр». № 5,
1984.
- Григорьев С., Емцев М. Скульптор лика земного. М., Мысль, 1977.

- Гулта Х., Растоги Б. Плотины и землетрясения. Пер. с англ. М., Мир, 1979.
- Дворов И. М., Дворов В. И. Термальные воды их использование. М., Просвещение, 1976.
- Девис К., Дей Дж. Вода—зеркало науки. Л., Гидрометеоиздат, 1964.
- Дерпольц В. Ф. Мир воды. Л., Недра, 1979.
- Друянов В. А. Недра—цех под землей. М., Знание, 1980.
- Карцев А. А., Вагин С. Б. Невидимый океан. М., Недра, 1973.
- Кац Д. М. Гидрогеология. М., Колос, 1969.
- Киссин И. Г. Вода под Землей. М., Наука, 1976.
- Киссин И. Г. Землетрясения и подземные воды. М., Наука, 1982.
- Климентов П. П., Кононов В. М. Динамика подземных вод. М., Высшая школа, 1973.
- Климентов П. П., Богданов Г. Я. Общая гидрогеология. М., Недра, 1977.
- Кутырин И. М., Беличенко Ю. П. Охрана водных ресурсов—проблема современности. Л., Гидрометеоиздат, 1974.
- Ланге О. К. Гидрогеология. М., Высшая школа, 1969.
- Лебедев А. Ф. Почвенные и грунтовые воды. Изд. 4-е. М., Изд-во АН СССР, 1936.
- Львович М. И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М., Мысль, 1974.
- Меркулов А. Самая удивительная на свете жидкость. М., Советская Россия, 1978.
- Методическое руководство по производству гидрогеологической съемки. М., Госгеолтехиздат, 1962.
- Методические указания по гидрогеологической съемке на закрытых территориях. М., Недра, 1968.
- Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Л., Гидрометеоиздат, 1974.
- Новиков Ю. В., Сайфутдинов М. М. Вода и жизнь на Земле. М., Наука, 1981.
- Овчинников А. М. Минеральные воды. Изд. 2-е. М., Госгеолтехиздат, 1963.
- Одум Ю. Основы экологии. Пер. с англ. М., Мир, 1975.
- Оценка изменений гидрогеологических условий под влиянием производственной деятельности. М., Недра, 1978.
- Плотников И. А., Сычев К. И. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод с искусственным их восполнением. М., Недра, 1976.
- Плотников И. И. Подземные воды—наше богатство. Недра, 1976.
- Потемкин Л. А. Охрана недр и окружающей природы. М., Недра, 1977.
- Разумов Г. А. Подземная вода. М., Наука, 1975.

- Руководство по проектированию сооружений для забора подземных вод. М., Стройиздат, 1978.
- Седенко М. В. Основы гидрогеологии и инженерной геологии. М., Недра, 1979.
- Справочник гидрогеолога. Под общ. ред. М. Е. Альтовского. М., Госгеолтехиздат, 1962.
- Справочник по осушению горных пород. Под ред. И. К. Станченко, М., Недра, 1984.
- Справочное руководство гидрогеолога. Т. I и II. Изд. 3-е, Л., Недра, 1979.
- Филипповский И. Сок жизни. Алма-Ата, Казахстан, 1974.
- Фролов И. М. Гидрогеотермия. Изд. 2-е. М., Недра, 1976.
- Фюрон Р. Проблема воды на земном шаре. Пер. с французского. М., Гидрометеоиздат, 1966.
- Человек и природа. М., Знание, № 3, 1985.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ներածություն	3
Ստուեկրյա շրերի ծագումը	6
Մոլոքակի բնդիանուր չրամանակը և շրի շրանառությունը բնուրյան մեջ	16
Ստուեկրյա շրերի փիզիկական հատկությունները	26
Ստուեկրյա շրերի հիմնական կազմը ու հատկությունները	35
Անային ապարների չրաֆիզիկական հատկություններն ու շրերի տեսակները	43
Ստուեկրյա շրերի տարածման օրինաշափություններն ու տիպեր	52
Ստուեկրյա շրերի շարժման հիմնական օրինաշափությունները	70
Հիդրուեկրաբանական աշխատանքների բովանդակությունն ու հիմնական խնդիրները	83
Ստուեկրյա շրերը ծառայում են մարդուն	94
Ստուեկրյա շրերի պահպանությունը և ռացիոնալ օգոազուրծությունը	122
Օգտագործված գրականություն	133

Վարդգես Աբգարի Ավետիսյան
Գևորգ Ենոքի Դավթյան
ԿԵՆՍԱՔԵՐ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ԶԲՈՒՅՑ

Վարդգես Աբգարի Ավետիսյան
Դեկարտ Ենոկովիչ Դավթյան
ЖИВОТВОРНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
(На армянском языке)
Ереван «Айастан» 1987

Խմբագիր՝ Հ. Հ. Ղազանշյան
Նկարիչ՝ Ա. Հ. Հովսեփյան
Գեղ. խմբագիր՝ Գ. Ա. Պապոյան
Տեխն. խմբագիր՝ Գ. Գ. Մարգարյան
Վերստուգող սրբագրիչ՝ Լ. Շ. Ճովինանիսյան

ИБ — 5467

Հանձնված է շարվածքի 8. 12. 1986 թ.:

Առողջապահության 26. 05. 1987 թ.: ՎՖ 01174:

Ֆորմատ 84×108^1 :₂, թուղթ՝ տպագրական № 1: Տառատեսակ՝ «Գրքի սովորական»: Տպագրություն լարձ: 7,56 պայմ. տպագր. 7,77 պայմ
ներկ. թերթ., 6,42 հրատ. մամուլ: Տպաքանակ 1000: Պատվեր 221:

Գինը՝ 95 կուգ.:

«Հայաստան» հրատարակչություն: Երևան—9, Խաչակյան 28:

Издательство «Айастан», Ереван-9, ул. Исаакяна, 28.

ՀՀ Հրատարակչությունների, պոլիգրաֆիայի և գրքի առևտությունների պետական կոմիտեի № 2 տպարան, Երևան, Տերյան 44:

Типография № 2 Госкомитета Арм. ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, Ереван, ул. Теряна, 44.