

Վ. Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Դ. Ե. ԴԱՎԹՅԱՆ

**ԿԵՆՍԱԲԵՐ
ՍՏՈՐԵՐԿՐՑԱ
ԶՐԵՐԸ**

Գրախոս՝ Երկրաբանական-հանքաբանական գիտությունների թեկնածու դոցենտ
Ա. Լ. ԱՆԱՆՅԱՆ

Ավետիսյան Վ. Ա., Դավթյան Դ. Ե.

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

Գիրքը նվիրված է ոգտակար նանածոներից առավել լայն տարածում ունեցող, բնության անփոխարինելի տրաստություններից մեկին՝ ստորերկրյա ջրերին: Շարադրվում են ստորերկրյա ջրերի ձագման, տարածման ու շարժման օրինաչափությունները, ինչպես նաև բնության մեջ ջրի շրջանառության նարդերը, դրանց պաշարների ուղիները ոգտագործման ու պաշպանության միջոցները:

Հատուկ ուշադրություն է դարձված մարդու ջրատնտեսական գործունեությանը և բաղդրում ջրերի աղատման սպաուման. ինչպես նաև ստորերկրյա ջրերի արենատական պաշարների սակցման խնդիրներին, որոնց անտեսումը նախա նանցեցում է բնության դինամիկ նավասարակշռության խախտմանը, անդարձելի վնասակար պրոցեսների և մարդկությանը կանգնեցում է ջրի պժվարին պրերլմի առաջ:

Գիրքը նախատեսված է բնության պաշպանության բնագաումառի աշխատողների, ջրաերկրաբանների, ինժեներ-երկրաբանների և ջրախնարարների նամար:

1804060000

Ա —————129-87

ԳՄԴ 26.22

701 (01) 87

Ն Ե Ր Ա Մ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Շրջապատող 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 XXVII համագումարի բաղաձայնական զեկուցման 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. Ս. Գորբաչով, ՍՄԿԿ Կենտրոնական կոմիտեի քաղաքական զեկուցումը Սովետական Միության կոմունիստական կուսակցության XXVII համագումարին, «Հայաստան», 1986, էջ 83:

գործման, ինչպես նաև ստորերկրյա ու մակերևութային ջրային ռեսուրսների պահպանության հիմնական գրույթները:

Ջուրը՝ բնության այդ անգնահատելի պարգևը, ակադ. Ա. Պ. Կարապետյանին անվանել է կենսարար արշուն, որի առկայությունը կյանք է ստեղծում ամենուր: Ջուրը հագեցնում է մեր ծարավն ու բուժում, մաքրում ու լվանում է օրգանիզմը, արտադրությունից կորցում է ավելորդ, խանգարող ջրամթյունն ու տաքացնում է մեր կողարանները, չրաբրիացնում է լոպն ու շահագործում երկրի ընդերքը... Մի խոսքով, այս կենսարար հեղուկը բնության մեջ կոտարում է մի այնպիսի աշուղի աշխատանք, որին միայն ինքն է ընդունակ:

Վերջին տասնամյակներում ջրօգտագործման պրակտիկայում ավելի ունենալով դատնում ստորերկրյա ջրերի օգտագործման ավելացման միտումը: Բանն այն է, որ ստորերկրյա ջրերը մակերևութային ջրերից շահեկանորեն տարբերվում են իրենց քիմիական կազմով ու ֆիզիկական հատկանիշներով, զերծ են մեխանիկական, ու օրգանական խառնուրդներից, սառնորակ են ավելի կաշտն ունեն: Այնուհետև, արդի պայմաններում, երբ բնության ապականումը տարեցտարի ավելի է ծավալվում, ստորերկրյա ջրերը նվազ չավելում են ենթակա քիմիական աղտոտման, մանրէաբանական ու ռադիոակտիվ վարակումների:

Ներկայումս աշխարհի շատ դարչացած երկրներում, այդ թվում նաև Սովետական Միությունում, բաղաժանցիկ կենտրոնացված ջրամատակարարումը կատարվում է գերադասյապես ի հաշիվ ստորերկրյա ջրերի: Զրասակավ Հայաստանում, օրինակ, մալրաբաղաք Երևանը և գրեթե բոլոր բնակավայրերը մատակարարվում են ընդերքի քաղցրահամ ջրերով:

Ստորերկրյա ջրերի զերծ մեծ է նաև չորային գոտիներում ոռոգելի հողագործությունը դարգացնելու և արտաավալրերը չրաբրիացնելու գործում: ՍՄԿԿ 1984 թ. հոկտեմբերյան պլանումը առանձնահատուկ կարևորություն տվեց հողերի մելիորացիայի և ոռոգելի հողագործության դարդացմանը: Հատկանշական է, որ Հայաստանում բույսերի վեգետացիայի մուհանակաշրջանում հողերի ոռոգման համար օգտագործվում է 35—40 մ³ վրկ գումարային ծախսով ստորերկրյա քաղցրահամ ջուր:

Հանրահայտ է ստորերկրյա հանքային ջրերի դերը առողջապահության բնագավառում, ուր հանքաջրաբուժությունը (բալնոլոգիան) ղգալի նվաճումների է հասել: Վերջին տարիներին խորը հորիզոնների ստորերկրյա ջրերը, որոնք հաճախ օժտված են լինում բարձր ջերմությամբ և պարունակում են մեծ քանակությամբ օգտակար բաղադրիչներ (I, Br, B, NaCl և այլն), հաջողությամբ օգտագործվում են որպես ջերմության ստացման աղբյուր և հեղուկ հանքանյութ:

Նշված հանգամանքները կարևոր ու ալժմեական են դարձնում հիդրոերկրաբանական գիտելիքների տարածման ու խութացման հարցը: Այս նկատառումով գրքում շարադրվում են ստորերկրյա ջրերի ծագման, տարածման ու շարժման օրինաչափությունները, դիտարկվում են հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների հիմնական մեթոդներն ինդիրները, քննարկվում են ստորերկրյա ջրերի ու շրջապատող միջավայրի այլ բաղադրատարրերի փոխազդեցության ասպեկտները՝ կախված մարդու հարաճուն տեխնոգն գործունեության հետ:

Կարելի է հուսալ, որ հայերեն լեզվով առաջին անգամ հրատարակվող այս գիրքը օգտակար կլինի հիդրոերկրաբաններին, ինժեներ-երկրաբաններին, ջրաշինարարներին և շատ այլ մասնագետների, որոնք առնչվում են ջրօգտագործման հարցերի հետ: Հեղինակները երախտապարտ կլինեն ընթերցողին՝ առաջարկների ու դիտողությունների համար:

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ԻՍԿՈՒՄԸ

Ջրի՝ այդ կենսաբեր և զարմանահրաշ հեղուկի ծագման հարցը վաղուց ի վեր հետաքրքրել է մարդուն։ Եվ եթե մակերևութային ջրերի՝ գետերի ու լճերի գոյացումը առաջին պարզ մոտեցման դեպքում ակներև էր, քանի որ նրանք առաջանում են անձրևի, ձնհալքի ջրերի և ընդերքից դուրս եկող աղբյուրների շաղվիճ, ապա անհասկանալի էր մնում ստորերկրյա ջրերի ծագումը։ Հարկ է նշել, որ այս հարցի լուծման գործում, գիտական նվաճումների .ետ մեկտեղ, այսօր էլ դեռևս մնում են չլուծված խնդիրներ ու տարակարծություններ, որոնք համարվում են ընդհանուր հիդրոերկրաբանության տեսական բաժնի պրոբլեմներից։

Փորձենք նախ բացատրել մեր Երկիր մոլորակի վրա ջրի ծագման ընդունված տեսությունը։ Համաձայն առավել ճանաչում գտած ժամանակակից վարկածի, Երկիր մոլորակը առաջացել է տիեզերական ոռոը գազափոշու ամպերի խտացումից։ Այդ խտացված ամպերի կազմը պայմանականորեն նմանեցվում է երկնային ասուպների կազմին, որոնք պարունակում են 0,5—1,0 տոկոս կապակեցված ջուր։ Հաշվարկները ցույց են տվել, որ ջրի այդ քանակության նույնիսկ փոքր մասը միանգամայն բավարար է Երկրի ջրային պաշտպանի (հիդրոսֆերայի) գոյացման համար։ Պրոֆ. Ֆ. Ա. Մակարենկոյի հաշվումների համաձայն, եթե հրահեղուկ պանգվածից առաջացած երկրակեղևի 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 պաշտպանի ազատ (զրավիտացիոն) 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 հրկ-րապատյանները, այդ թվում ջրային պատյանը, որի գո-յացման համար հարկավոր էր Քլապակցված ջրի անջատումը սկզբնանյութից՝ հսկայական քանակության էներգիա էր անհրաժեշտ: Ներկայումս գիտնականների մեծամասնությունը գտնում է, որ այդ պրոցեսներում որոշիչ դեր է կատարել մո-լորակի ներքին ուղիղ գծին ջերմությունը, որը ստացվում է ի հաշիվ ռադիոակտիվ էլեմենտների տրոհման էներգիայի:

Ակադ. Ա. Պ. Վինոգրադովի վարկածի համաձայն, Երկրի պատյանների տարանջատումը կատարվել է դոնալ (շեր-տավոր) եռման սկզբունքով: Մոլորակի եռացող ընդերքում, դոմենյան վառարանի նման, հրահեղուկ դանգվածը շերտա-վորվել է դժվարահալ ու դյուրահալ նյութերի: Առաջինները, որ ավելի ծանր են, հանգրվանել են ներքևում և աստիճա-նաբար վերածվել են պինդ ապարների (պլաշմանականորեն՝ բազալտների), իսկ դյուրահալ, գազեւոլ հագեցված նյութերը բարձրացել են վերև և որոշակի խորություններում սառչել են, բյուրեղացել և ենթարկվել դեգազացիայի (գազանջատման): Արդյունքում առաջացել են գրանիտային ապարներ (նույնպես պլաշմանականորեն): Այս պրոցեսների ընթացքում սկզբում գոլորշու, ապա ջերմաստիճանի նվազմանը դուզընթաց, հե-ղուկ-կաթիլի ձևով անջատվել է «կուսական» ջուրը:

Ենթադրվում է, որ սկզբնապես համաշխարհային օվկիա-նոսը ծածկել է մոլորակի գրեթե ողջ մակերևույթը, այնուհետև տեկտոնական շարժումների հետևանքով տեղի են ունեցել քարային պատյանի բեկորազատումներ, տեղաշարժեր, ցա-մաքի բարձրությունների և օվկիանոսի խորությունների նի-շերի բազում տատանումներ: Այդ տատանումների հետևան-քը եղել է այն, որ երկրաբանական անցյալում օվկիանոսային ջրերը բազմիցս գրավել են Ցամաքի այս կամ այն հատ-վածը և ապա նահանջել, իսկ ընդհանուր առմամբ Ցամաքի տարածքը մեծացել է ի հաշիվ համաշխարհային օվկիանոսի: Ի վերջո, վերին շորորոդականում Երկրի ջրային պատյանն ուտացել է ժամանակակից եզրագծերը, սակայն այսօր էլ ցա-մաքի ու ծովի «անհաշտ պայքարը» շարունակվում է:

Արեգակից ստացվող էներգիայի շնորհիվ սկսվել է լոն-
թյան մեջ ջրի շրջանառության պրոցեսը, առաջացել են մթնո-
լորտային խոնավութունը, մակերևութային ջրերը, ինչպես
ստորև ցույց կտրվի, ստորերկրյա ջրերը:

Երկրի վրա բաղցրահամ ջրի առաջացումը տևել է ունե-
նում համաշխարհային օվկիանոսի և Ցամաքի մակերևույթից
կատարվող գոլորշիացման հաշիվին. գոլորշիները բարձրա-
նալով վեր, մթնոլորտի վերին շերտերում խտանում են և հե-
ղուկ կամ կարծր տեղումների ձևով թափվում Երկրի վրա: Բնու-
թյան մեջ կյանքի, մասնավորապես բուսականության ծագ-
ման հետ է կապվում մթնոլորտի թթվածնով հարստացումը,
իսկ վերջինս էլ նպաստել է քաղցրահամ, թթվածնով հագե-
ցած ջրերի առաջացմանը:

Այսպիսով, մեր մոլորակի վրա ջրի նախատիպը հանդի-
սանում է ասուպակերպ նյութի քիմիական կապակցված ջուրը,
որը մի շարք բարդ երկրաբանական վերափոխումների կրե-
լույց հետո, կուտակվելով, հանգեցրել է համաշխարհային օվ-
կիանոսի առաջացմանը: Ուշագրավ է, որ մի շարք խոշոր երկ-
րաբանների կարծիքով Երկրի քաբային պատյանի (լիթոսֆե-
րայի) աճը և ջրի զանգվածի ափսոսանքալից շարունակվում
նաև ներկա ժամանակներում: Անխնդրադեմ հիդրոերկրաբան
Վ. Ֆ. Կերպսոլցի հաշվումներով, համաշխարհային օվկիա-
նոսի մակարդակը մեկ հազարամյակում բարձրանում է 1
մետրով (տարեկան՝ 1 մմ):

Մի խումբ դիտնականներ ենթադրում են, որ մեր մոլո-
րակի ջուրը կարող է ունենալ նաև «տիեզերական» ծագում:
Տիեզերքից առաքվող պրոտոնները թափանցելով մթնոլորտի
վերին շերտերը, «զուգակցվում» են էլեկտրոնների հետ ու
վերածվում են ջրածնի ատոմների: Այնուհետև, ջրածնի
ատոմները միանում են թթվածնի ատոմների հետ և առաջա-
նում է H_2O , որը մթնոլորտային տեղումների ձևով թափվում
է Երկրի վրա: Ենթադրվում է, որ այս ճանապարհով մոլորակո-
տարեկան կարող է ստանալ մինչև 1,5 կմ³ ջուր: Սակայն այ-
վարկածը դեռևս գիտափորձնական հիմնավորում չի ստացել,
իսկ վարկածի հակառակորդները պնդում են, որ տեղի ունի
նաև հակառակ պրոցեսը՝ մթնոլորտի խոնավության «ցնդու-
մը» դեպի տիեզերական տարածություն:

Երկիր մուրրակի վրա ջրի ծագման տեսության համառոտ ակնարկից հետո դիտարկենք ստորերկրյա ջրերի ծագման հարցերը: Հիդրոերկրաբանությունում պատմագիտականորեն ձևավորվել են ստորերկրյա ջրերի ծագման 4 տեսություններ.

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

2) կոնդենսացիոն՝ մթնոլորտային գոլորշիների ներթափանցման-խտացման,

3) սևդիմենտացիոն՝ նստվածքագոյացման պրոցեսում ավերանոսային ջրերի պարփակման և,

4) մագմածին կամ յուզլենիլ (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 ջրառատ գետակները դուրս գալով տափարակային տեղանք, անհետ կորչում են: Դիտելով այս երևույթները, հռոմեացի գիտնական Մարկ Վիտրուվի Պոլլին դեռևս մ. թ. առաջին դարում սկիզբ դրեց ստորերկրյա ջրերի ծագման ինֆիլտրացիոն (ներթափանցման) տեսությանը: XVIII դարի սկզբին ֆրանսիացի ֆիզիկոս է. Մարիտեր հիմնավորեց ինֆիլտրացիոն տեսությունը, համաձայն որի մթնոլորտային տեղումները ներթափանցելով ապարների ճեղքերով ու ծակոտիներով, երկրի ընդերքում առաջացնում են ստորերկրյա ջրերի կուտակումներ:

Տեսությունը ունեցավ նաև իր հակառակորդները: Դեռևս հռոմեացի փիլիսոփա Սենեկան և մինչև մեր դարասկզբի շատ գիտնականներ, մասնավոր դիտումներից ելնելով, ապացուցում էին, որ մթնոլորտային տեղումները թափանցում են չնչին խորություններ, և հավանաբար, գոլորշիանալով՝ նորից վերադառնում են մթնոլորտ: Սակայն 1904--1905 թթ. կատարած գիտափորձնական հիմնավոր ուսումնասիրություններով օրու ականավոր բնագետ Ա. Ֆ. Լերեդեր վերջ դրեց ստորերկրյա ջրերի ինֆիլտրացիոն ծագման վերաբերյալ կասկածներին և, այնուհետև, գիտնականները նպատակամղվեցին ուսումնասիրել ինֆիլտրացիոն պրոցեսի բարդ գործոններն ու առանձնահատկությունները:

Մթնոլորտային ջրերի ինֆիլտրացիոն պրոցեսի բնական գործոններից են տեղանքի ֆիզիկաաշխարհագրական (մթնոլորտային տեղումների քանակն ու ինտենսիվությունը, օդի ջերմաստիճանը, հարաբերական խոնավությունը, բուսածածկի առկայությունը և այլն), երկրաբանական (ապարների կազմը, դասավորությունը, ծակոտկենությունը, ճեղքավորվածությունը) և գեոմորֆոլոգիական (ուլիկֆի բնույթը, թևքությունը, կտրվածությունը) պայմանները:

Այս շարքում առավել կարևոր գործոններից են մթնոլորտային տեղումների քանակը, ասպարների ճեղքավորվածության ու բաց ծակոտկենության աստիճանը: Հայտնի է, որ կախված տեղանքի աշխարհագրական լայնությունից ու բացարձակ բարձրությունից, մթնոլորտային տեղումների քանակը խիստ փոփոխվում է: Օրինակ, ՍՍՀՄ Եվրոպական մասի Նյուսիսային լայնություններում տարեկան տեղումների քանակը հասնում են 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 զեպքում էապես տարբեր կլինի նաև ներթափանցման ճանապարհով ստորերկրյա ջրերի սնումը:

Այս գործում կարևոր են նաև երկրաբանական գործոնները: Մթնոլորտային տեղումները գերազանցապես կծախսվեն ստորերկրյա ջրերի սնման համար, ինչպես տեղանքի վերին շերտերը ներկայացված են փոխր-բեկորային կամ ճեղքավոր ու ծակոտկեն ապարներով: Օրինակ, Հայաստանի Կենտրոնական հրաբխածին բարձրավանդակում մեծ տարածում ունեն բարացրոնները (չինգիլները) և ճեղքածակոտկեն բազալտները, որոնք միանգամայն բարենպաստ պայմաններ են ստեղծում մթնոլորտային տեղումների ներծծման համար:

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

Պոնդևսացիոն (խտացման) տեսություն: Դեռևս մ. թ. ա. IV դարում հույն փիլիսոփա Արիստոտելը միտք է հայտնել,

որ ընդերքի ջրերը գերադանցապես առաջանում են ի հաշիվ մթնոլորտային օդի գոլորշիների/լեռնալանջերին հավոդ ամպերի, որոնք ներթափանցում են երկրակեղևի ապարների սառը դատարկութունները/Այսպիսի մտքի կարելի էր հանգել ամենապարզ դիտումներով. բավական էր տեղահան անել հողում կիսաթաղված քարաբեկորները և նրա տակ հայտնաբերվում է թացույթ (խոնավություն՝ հաճախ կաթիլի ձևով): Այս տեսակետը 1877 թվականին վերստին առաջ է քաշել գերմանացի ինժեներ Օ. Ֆուգերը: Ըստ նրա, տաք օդի հետ ջրային գոլորշիները ներթափանցում են երկրակեղևի վերին մասի ավելի սառը ապարների մեջ, խտանում վերածվում են ջրային կաթիլների, որոնք ժամանակի ընթացքում կուտակվելով, առաջացնում են վերնաջրեր կամ գրունտային ջրերի հորիզոններ:

Ֆուգերի տեսակետը ենթարկվեց խիստ քննադատության ավստրիացի օգերեութարանների կողմից: Ընդդիմախոսներն ապացուցում էին, որ հենց տաք օդում գոլորշիների պարունակությունն ավելի քիչ է (չորային գոտիներում օդի հարաբերական խոնավությունը չի գերադանցում 40 տոկոսից) և, հետևաբար, կոնդենսացիոն 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 ոուս նշանավոր գիտնական Ա. Ֆ. Լեբեդևը բազմամյա փորձարարական աշխատանքների տվյալներով հիմնավորեց խտացման եղանակով ջրագոյացման տեսությունը և ապացուցեց, որ ջրային գոլորշու տեղաշարժի գործում բոլորովին էլ անհրաժեշտ չի օդի ներթափանցումը ապարների մեջ՝ այն էլ այդպիսի քանակությամբ: Խոլորշու շարժումը դեպի երկրակեղևի ապարները և հակառակը կատարվում է մթնոլորտում և ապարների ծակոտիներում եղած ջրային գոլորշիների առաձգականության տարբերության շնորհիվ: Այսինքն՝ այն միջավայրը, որտեղ ջրային գոլորշու առաձգականությունը բարձր է, գոլորշին տեղափոխվում է ցածր առաձգականության միջավայր

մինչև հավասարակշռված պայմանների ստեղծումը, ըստ որում գոլորշու առաձգականությունը պայմանավորված է ջերմաստիճանով՝ Փորձերով ցույց տրվեց, որ ապարների ծակոտիներ ներթափանցած օդային գոլորշիները նախ վերածվում են ապարի մասնիկների՝ հետ սերտորեն կապված հիդրոսկոպիկ և թաղանթային ջրատեսակների (տե՛ս էջ 50), ապա աստիճանաբար կուտակվելով, վերածվում են ապատ՝ զրավի տացիոն կաթիլների:

Այսպիսով, խտացման եղանակով ստորերկրյա ջրերի առաջացումն ակներև է: Դրանում հեշտ է համոզվել, դիտելով ջրաժանային մասերում նույնիսկ մթնոլորտային տեղումների երկարատև ռադակայության դեպքում գործող ալբյուրները կամ տերիկոններից (ածխահանքերի շահագործումից առաջացած «պարապ» ապարների արհեստական բլուրներ) սկիզբ առնող փոքր, թույլ ջրահոսերը: Սակայն այս պրոցեսին մասնակցող բնական շատ գործոնների դերը դեռևս վերջնականորեն պարզված չի: Այսպես օրինակ, հայտնի է, որ օդտակար հանածոների հանքավայրերի շահագործման ժամանակ ստորերկրյա փորվածքների մեջ մեծ քանակությամբ օդ է ներթափանցում (բնական կամ արհեստական՝ ռափոխություն), որի ժամանակ, կախված մի շարք կլիմայական ու երկրաբանական գործոններից, օդի գոլորշիների խտացումից փորվածքներում այս կամ այն քանակությամբ ջուր է գոյանում: Սրինակ, ջրակյանման հիդրոսկոպիկ հատկանիշներով ապարների միներալների հետ օդի շփումից փորվածքներում կարող է առաջանալ օրական հարյուրավոր մ՝ ջուր, իսկ ոչ ջրաթափանց քարաղի հետ շփումից առաջանում է աննշան ջրաքանակ:

Տեխնիկայի դարգացմանը համընթաց նոր ջրաչափ սարքերը (լիդիմետրեր և այլ խոնավչափ սարքեր) առաջիկայում հնարավորություն կտան որակապես ու քանակապես ճիշտ գնահատել խտացման ճանապարհով ստորերկրյա ջրերի սնումը: Այս հարցի լուծումը կիրառական խիստ կարևորություն ունի հատկապես չորային շրջանների համար: Ներածրժման 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 մթնոլորտային ծագումը:

Սեդիմենտացիոն (նստվածքագոյացման) տեսություն: Այս տեսությունը, ինչպես նաև քննարկված նախորդ տեսությունները, ծնունդ են առել հին ժամանակներում, երբ գիտակից մարդը փորձում էր կապ դնել օվկիանոսային, մթնոլորտային և ստորերկրյա ջրերի միջև: Մ. թ. VI դարում փիլիսոփայական միլեթյան դպրոցի ներկայացուցիչ Թալեսը՝ առաջին բնագետներից մեկը, բնության նախահիմքը համարել է ջուրը և մշուշոտ ձևով կարծիք է հայտնել, որ ստորերկրյա ջրերը համաշխարհային օվկիանոսի ծնունդ են: Ավելի ուշ, վերածննդի դարաշրջանում, Հռոմալոո դա Վինչին գտնում էր, որ ծովի ջուրը ներծծվում է ցամաքի դանդաղածի մեջ, ապարների ճեղքվածքներով բարձրանում է լեռնագագաթներ և արտավիժվելով, նորից հոսում է դեպի ծով: Եթե բացառենք չափազանցությունները, որոնք ժամանակի սամանափակությունների արդյունք էին, ապա այս երկու դատողություններն էլ հիմքից վտրկ չեն:

Հայտնի է, որ նստվածքագոյացման (սեդիմենտացիայի) ժամանակ օվկիանոսի հատակում կուտակվող օբյեկտների և անօրգանական ծագման նստվածքների մեջ ուրուշակի բանակություններ չուր է մնում: Այսպես, ծովային տիղմում ներթափանցված (թաղված) ջուրը կարող է կալմել նրա ծավալի 80 տոկոսը: Այնուհետև, նստվածքների չդրություն մեծացմանը դուզընթաց տիղմը ենթարկվում է սեզմման մեջ ներփակված ջրի մի մասը անջատվում է: Սակայն այս պրոցեսը շատ դանդաղ է ընթանում (երկրաբանական պրոցես է), և նույնիսկ միլիոնավոր տարիներ առաջ գոյացած և արդեն հարյուրավոր մետր խորություններում տեղադրված նստվածքները պարունակում են մինչև 50 տոկոս ջուր:

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

նոր փոփոխություններ են կրում: Կավը դիցուք, մեծ խորություններում կարող է վերածվել թերթաբարի՝ անջատելով ևս 10—15 տոկոս ջուր: Կամ գիպսը ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 80—96° ջերմության տակ վերածվում է անհիդրիդի և 1 տ գիպսի ջրադրկումից անջատվում է մոտ 210 լ ջուր:

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

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

Մագմածին կամ յուվենիլ (կուսակաճ) տեսություն: XVI դարում գերմանացի գիտնական Ագրիկոլան միտք հայտնեց, որ երկրակեղևում կարող են խտանալ ջրային գոլորշիներ, որոնք հալանաբար բարձրանում են ընդերքի մեծ խորություններից: Այդ ենթադրությունը իր ժամանակին պաշտպանություն և դարգացում չստացավ:

1902 թ. ավստրիացի երկրաբան էդվարդ Զյուսը հանդես եկավ ստորերկրյա ջրերի ծագման յուվենիլ (մագմածին) տեսությամբ: Պստ Զյուսի, հանքային և թերմալ ջրերի ծագումը տեղի է ունենում ի հաշիվ հրահեղուկ մագմայից անջատվող գոլորշիների, որոնք խտանալով ավելի սառը երկրակեղևում, տեկտոնական ճեղքերով և խզվածքներով վեր են բարձրանում և երկրի մակերևույթին հանդես են գալիս հանքային աղբյուրների և հեյզերների ձևով՝ Ահա այս ճանապարհով

առաջացած ստորերկրյա ջրերը, որոնք ծագման շնույթով կուսական են (առաջին անգամ են մուտք գործում երկրակեղև), անվանվեցին յուվենիլ կամ մագմածին ջրեր։ Այսպիսի հետևություններ համար հիմք է ծառայում նախ հրաբխային արտավիժումների կազմի ուսումնասիրությունը, որոնց զանգվածի մեջ ջրային գոլորշիների պարունակությունը հասնում է 6—8 տոկոսի։

Սովետական խոշոր հիդրոերկրաբանների (Ն. Ն. Սլավյանով, Ա. Մ. Օվչինիկով, Օ. Կ. Լանգե և ուրիշներ) հետազարակերկիտ ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ հանքային և թերմալ ջրերը իրենց կազմով ավելի նման են երկրակեղևի վերին շերտերի ջրերին և հավանաբար ունեն մթնոլորտային կամ ծովային ծագում։ Ըստ պրոֆ. Օ. Կ. Լանգեի, երկրակեղևի վերին շերտերի ապարներն ու միներալները, որոնք կարող են մինչև 50—60 տոկոսի չափով կապակցված ու ազատ ջուր պարունակել, տեկտոգենների հետևանքով կարող են հայտնվել մեծ խորություններում։ Այնտեղ տիրող բարձր ճնշման ու ջերմաստիճանի պայմաններում ապարները ենթարկվում են մետամորֆիզմի, որի հետևանքով ջրային մասնիկները վերածվում են գոլորշու և վերադառնում են երկրակեղևի վերին շերտեր՝ ծնունդ տալով հանքային ու թերմալ ջրերին։

Ներկայումս հիդրոերկրաբանների ճնշող մեծամասնությունը ընդունում է ստորերկրյա ջրերի մագմածին ծագումը՝ հատկապես ակտիվ հրաբխականության գոտիներում։ Սակայն այս ճանապարհով առաջացած ջրերի բաժինը ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր հաշվեկշռում հավանաբար աննշան է։ Անկասկած, երկրաբանական անցյալում, երբ հրաբխային գործունեությունը ծավալվել է գլոբալ մասշտաբներով, մագմածին ծագման ջրերը գերիշխել են։ Ավելին, ինչպես դիտարկվեց վերևում, համաձայն ակադ. Ա. Պ. Վինոգրադովի երկրակեղևի ձևավորման 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: Ծագումնաբանական հարցերի իմացությունը հիդրո-
երկրաբաններին հնարավորություն է ընձեռում ավելի հեշտ
ըմբռնելու ստորերկրյա ջրերի տեղադրման շարժման օրի-
նաչափությունները, նրանց ֆիզիկա-քիմիական առանձնա-
հատկությունները և, հետևաբար, այդ կենսաբեր հեղուկը
ավելի բանիմաց ձևով ի սպաս դնելու մարդու կարիքներին:
Ինչպես երևաց բերված հակիրճ բնութագրումից, այս
տեսությունները հեշտությամբ չեն ստեղծվել, նրանք անցել
են պատմաերկրաբանական դժվարին ուղի: Հաճախ որևէ
տեսության հիմնադիրները գնացել են մյուս տեսությունները
բացառելու և իրենց տեսությունը բացարձակացնելու: Ճա-
նապարհով, դրանով իսկ ստեղծելով տեսության խոցելիու-
թյուն: /

Ժամանակակից հիդրոերկրաբանությունը, ի տարբերու-
թյուն նախորդ ժամանակների, խաղաղասիրաշար ընդունում
է ստորերկրյա ջրերի ծագման բոլոր շորս տեսությունները:
Դրանք իրարամերժ տեսություններ չեն, բնության մեջ հան-
դիպում են և ներծծման ու ծծանցման (վերջերս դրանք հա-
մատեղ են դիտվում) և նստվածքադրոյացման մագմածին
ծագման ստորերկրյա ջրեր, իսկ ավելի հաճախ՝ դրանց սկա-
խառնված տիպը, որում, այնուամենայնիվ, գերիշխում են
ներծծման ջրերը:

ՄՈԼՈՒԱԿԻ ԸՆԻՀԱՆՈՒՐ ԶՐԱՔԱՆԱԿԸ ԵՎ ԶՐԻ ՇՐՋԱՆԱԽՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ

Զուրը բնության մեջ ամենատարածված միացությունն է՝
կյն H_2O մոլեկուլի կամ O և H ատոմների ձևով մտնում է
երկրակեղևը կաղմող միներալների բաղադրության մեջ,
ազատ ձևով տարածված է լեռնային ապարների ճեղքերում
ու ծակոտիներում, երկրակեղևի վերին շերտերում և հողա-
բուսական ծածկում, օվկիանոսներում, ծովերում, լճերում ու
գետերում, կարծր (սառցի ու ձյան) ձևով՝ բևեռային ու
բարձրլեռնային շրջաններում, առավելապես գոլորշու ձևով՝
օդային պատշանում, որոշակի քանակությամբ ջուր կա նաև
բուսապատշանում:

Պատահական չէ, որ Երկիրը հաճախ անվանվում է «Կապույտ» մոլորակ: Նրա տարածքի ավելի քան 70 տոկոսը ծածկված է անուշի խորությունների հստակ համաշխարհային ավերանոսով: Տիեզերական թռիչքներից վերադարձող տիեզերագնացները այն զգացումն են ունենում, որ համատարած էպպուլտի մեջ դժվար կլինի վայրէջք կատարել ցամաքի վրա: Ջուրը կենդանական աշխարհի ցանկացած օրգանիզմում քանակապես գերիշխող բաղկացուցիչ մաս է: Իսկապես, բուսական 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 արջան մեջ այն գերադանցում է 90 տոկոսից: Իդուր չէ, որ ֆրանսիացի Նուակափոր կենսաբան է. Ռայմոն-Դյուրուան ողջ կենդանականը կոչել է «l'eau animée» — կենդանացված ջուր:

Ինչքան ջուր կա Երկիր մոլորակի վրա և ինչպե՞ս է տեղաբաշխված այն տարբեր երկրապատյաններում: Այս հարցերի պարզաբանումը կապված է զգալի դժվարությունների հետ, քանի որ ջուրը, ի տարբերություն այլ օգտակար հանածոների, շարժունակ է և գտնվում է բնական անընդհատ շրջաճանապարհի մեջ:

Անհրաժեշտ է նշել, որ համաձայն ռուս 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 միավորել նաև շատ երկրների մասնագետների ուժերը, որոնք մասնավորապես արդյունավետ հետազոտական տվյալների հասան, աշխատելով Միջազգային հիդրոլոգիական տասնամյակի (ՄՀՏ) ծրագրով, որը կենսագործվեց ՅՈՒՆԵՍԿՈ-ի կողմից 1966—75 թթ. ընթացքում: Այս գործում իրենց զգալի ավանդը ներդրեցին սովետական մասնագետները, մասնավորապես պրոֆ. Մ. Ի. Լվովիչը:

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

Աղյուսակի տվյալները վկայում են, որ ջրերի գերիշխող ծավալը գտնվում է համաշխարհային օվկիանոսում, ապա՝ Երկրակեղևում և բևեռային բարձրլեռնային սառցաշերտերում: Ջամաքի մակերևութային ջրերն ու մթնոլորտային խոնավությունը կազմում են ընդամենը 0,02 տոկոս:

Երկրի վրա քաղցրահամ ջրերի ահռելի շտեմարաններ են սառցակուտակումները, որոնք զրադեցնում են ավելի քան 16 մլն կմ³ տարածք (ցամաքի մակերևույթի շուրջ 11 տոկոսը): Սառցազետների տվյալներով, առավել հզոր սառցաշերտերը գտնվում են Անտարկտիդայում, որտեղ նրանց միջին հզորությունը կազմում է 2000 մ, իսկ առավելագույնը հզորությունը հասնում է 4200 մ-ի: Եթե երկրի ողջ սառույցները հալվեն, ապա համաշխարհային օվկիանոսի մակարդակը կբարձրանա 64 մ-ով, իսկ մակերևույթի կալիվաճա 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, նազ. կմ ³	Ընդհանուր ծավալի տոկոսը
Համաշխարհային օվկիանոս	1370323	94,203
Ստորերկրյա ջրեր	60000	4,125
Այդ թվում՝ ակտիվ շրջանառության գոնայի	(19530)	(0,72)
Սառույցներ	24000	1,65
Լճեր	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՝ քաղցրահամ ջրեր	35029	2,41

կատարված հաշվարկները, համաձայն որի աղյուսակում բերված թիվը (60 մլն կմ³) վերաբերում է միայն երկրակեղևի մինչև 5 կմ խորությունն ասլարներում պարունակված աղատ (գրավիտացիոն) ջրերին: Եթե հաշվառվեն նաև միներալների հետ քիմիապես կապված ջուրը, ապա 60 մլն կմ³-ին պետք է ավելացնել ևս 24.4 մլն կմ³:

Երկրակեղևի 16 կմ խորությունում պարունակվող ընդհանուր ջրաքանակը ակադ. Վ. Ի. Վերնադսկին գնահատել է 450—500 մլն. կմ³: Լեմերիկացի երկրաբան Ջ. Կալպի հաշվարկներով (1951 թ.) ողջ երկրակեղևում պարունակվում է 840 մլն կմ³, իսկ Վ. Ֆ. Դերպուլցի «հաշվումներով» շուրջ 1050 մլն կմ³ ջուր: Այսինքն, համաձայն այդ հաշվումների, երկրակեղևում պարունակված ջրաքանակը գրեթե համարժեք է համաշխարհային օվկիանոսի ծավալին: Սակայն պարզ է, որ այս հաշվումները մոտավոր բնույթ են կրում և երկրակեղևի կառուցվածքի ու կազմի վերաբերյալ գիտելիքների խորացմանը դուգընթաց, ընդերքի ջրաքանակի հաշվումները ավելի կճշգրտվեն:

Հարկ է նշել, որ Կոլա թերակղզում հորատվող գերխոր հորատանցքը, որի խորությունը արդեն գերազանցում է 12,5 կմ-ը, կարևոր տվյալներ է տալիս ընդերքում կատարվող փոփոխությունների օրինաչափության վերաբերյալ: Սակայն հորատանցքի եղակիությունը ղեռնս հնարավորությունն չի տալիս գիտական ընդհանրացումներ կատարել: Դա հնարավոր կլինի հավանաբար մոտ ապագայում, գերխոր հորատանցքերի ցանցի ընդլայնման, ինչպես նաև երկրաֆիզիկական ու տիեզերական ուսումնասիրությունների կատարելագործման շնորհիվ:

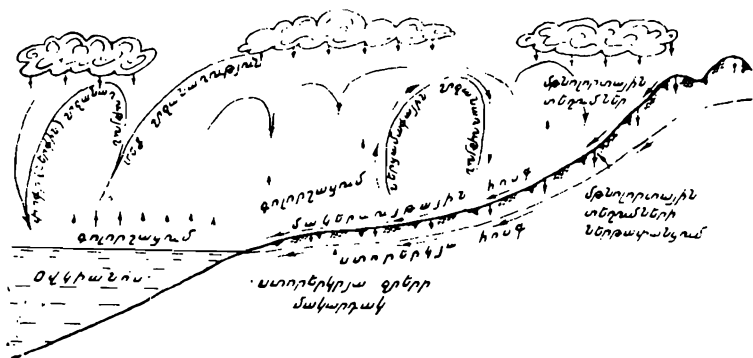
Հայտնի է, որ մարդու տնտեսական կարիքների համար անհրաժեշտ է քաղցրահամ ջուր, որի 1 լիտրում լուծված աղերի քանակը կազմում է մինչև 1 գ (բացառիկ դեպքերում՝ մինչև 3 գ): Չեռեսբար, համաշխարհային օվկիանոսի ջուրը, որ կազմում է մոլորակի ջրային պաշարների ավելի քան 94 տոկոսը, տնտեսական կարիքների համար պիտանի չի այն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

ՄՀՏ-ի ծրագրով կատարված ուսումնասիրությունների տվյալների չամաձայն, Լերիագնդի բաղադրամասերի պաշարները կազմում են 35 մլն կմ³-ից մի փոքր ավելի, այսինքն՝ ամբողջ ջրաբանակի մոտ 2,41 տոկոսը: Դրանք նախ սառցակուտակումներում և Լերիակղզի ակտիվ շրջանառության դնայում պարփակված ջրերն են, ինչպես նաև գետերը, լճերը, մթնոլորտում և հողարուսական ծածկոցի մեջ Լեռնափոխները:

Ինչպես նշեցինք, աղյուսակում բերված տվյալները վերաբերում են Լերիագնդի վրա տեղաբաշխված ջրերի միաժամանակյա կամ ուտարիկ պաշարներին: Սակայն, ինչպես քննարկել է ակադ. Վ. Ի. Վերնադսկին, բնության մեջ բոլոր տեսակի ջրերը փոխադարձ կապի մեջ են և գտնվում են մըշտական շրջանառության մեջ: Բնության մեջ ջրերի մշտական շրջանառությունը կատարվում է արևգալի ջերմային էներգիայի և ծանրության ուժի աղյուսակային տակ (նկ. 1): Գոլորշիանալով օվկիանոսների, ծովերի, գետերի, լճերի, բուսածածկի ու ցամաքի մակերևույթի, խոնավությունը բարձրանում է մթնոլորտի վերին շերտեր: Օդային դանգվածների տեղաշարժի պրոցեսում ջրային գոլորշիները նույնպես տեղափոխվում են և որոշակի պայմաններում խառնալուծված անձրևի ու ձյան տեսքով թափվում են Լերի վրա:

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

Այսպիսով, բնական շրջանառությանը մասնակցում են օվկիանոսային, մակերևութային, մթնոլորտային և ստորերկրյա ջրերը, ըստ որում՝ այս շրջանառությունը որոշիչ դեր է խաղում Լերիակղզի վերին շերտերում ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսների ձևավորման գործում: Անհաժեշտ է նշել, որ անընդհատ շրջանառության շնորհիվ քաղցրահամ ջրերի պա-



Նկ. 1. Բնության մեջ ջրերի շրջանառության սխեմա:

շարժերը մշտապես վերականգնվում են և դրանով իսկ պայմանավորում կյանքի հարատևությունը:

Տարբերում են ջրի շրջանառության հետևյալ սխեմաները. մեծ, փոքր (ներքին) և ներքամաքային շրջանառություններ (Նկ. 1): Մեծ շրջանառության դեպքում խոնավությունը մթնոլորտում տեղափոխվում է մեծ տարածություններ, օվկիանոսից գոլորշիանալով, այն օդային հոսանքներով տարվում է ցամաքի վրա, տեղումների ձևով թափվում և գետերով կամ ստորերկրյա ճանապարհով նորից հասնում 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 ներքամաքային:

Ջրի շրջանառության քանակական արտահայտությունը որևէ գետային ջրհավաք ավազանի, ռեգիոնի կամ ողջ երկրագնդի համար իրենից ներկայացնում է ջրային հաշվեկշիռը (բալանսը), ներկարատես ժամկետում (բաղմամյա կտրվածքում) երկրագնդի վրա կատարվող գոլորշիացումը հավասար է մթնոլորտային տեղումների քանակին և ըստ Մ. Ի. Լվովիչի հաշվարկի, տարեկան կազմում է մոտավորապես 520 հազ. կմ³: Ընդ որում, եթե այդ ջրաքանակը ընդունենք 100 տոկոս, ապա ներկրագնդի տարեկան ջրային հաշվեկշռի բա-

Վայրը	Տեղումներ, տոկոս	Գոլորշիացում, տոկոս
Համաշխարհային օվկիանոս	79,2	56,2
Ցամաք	20,8	13,5
	100	100

ղաղրիչները կարտահայտվեն հետևյալ թվերով (աղյուսակ 2):

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

Որևէ գետային ջրահավաք ավազանի 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:

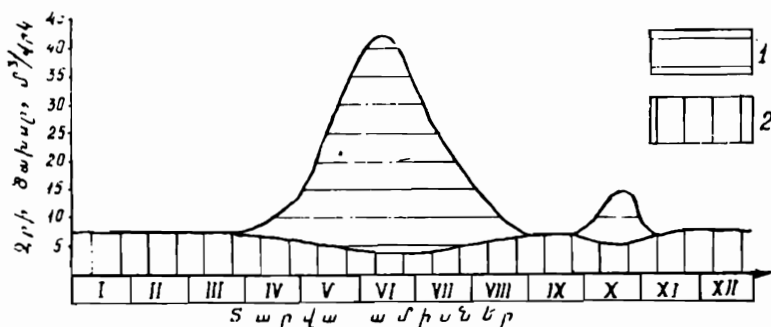
Ջրային հաշվեկշռի բաղադրիչներից ամենադժվար որոշվողը ստորերկրյա հոսքն է, այդ պատճառով էլ այն հաշվարկում են ըստ տարբերության՝ $U = P - (S + E)$:

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

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

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

Իրականում 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: Մակերևութային և ստորերկրյա ջրերի փոխհարաբերությունը ավելի է բարդանում նրանց ռեժիմի սկզբնային փոփոխությունների, հատկապես գետի վարարումների հետևանքով: Այդ պատճառով անհրաժեշտ է լինում կատարել ավելի մանրակրկիտ ջրաչափական և հիդրոերկրաբանական հետազոտական աշխատանքներ:



Նկ. 2. Գետի սխեմատիկ հիդրոգրաֆ:

1 — գետի հոսքը՝ ի հաշիվ մթնոլորտային տեղումների և ձնհալքի (զուտ մակերևութային հոսք), 2 — գետի հոսքը՝ 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 մարզը փորձեր կատարեց Արկարիկայից այսրեյզներ հասցնել հասարակածային գոտու անջուր երկրները և համալսել, որ ույդ աշխատանքը համեմատյալ դեպք մեր դարաշրջանում տեխնիկական դժվար է իրականացվում և տնտեսական շատ թանկ է: Սակայն ամերիկացի մասնագետների հաշվարկներով, որոշ երկրների համար այս հանապարհով ստացվող ջուրը շատ ավելի էժան կարող է նստել, քան ծովի ջրի աղադեղմումը:

Քաղցրահամ ջրերի պաշարների մնացած մասը խիստ անհավասարաչափ է տեղարաշխված Ցամաքի վրա՝ թե՛ նրա մակերևույթին, թե՛ ընդերքում: Այսպես, օրինակ, շուրջ 37 մլն. կմ³ ընդհանուր տարածքով անապատային ու կիսաանապատային գոտիները համարյա պարզ են մակերևութային հոսքից, իսկ հավերժական սառցույթի գրեթե անմարդաբնակ գոտիներին բաժին է ընկնում բաղյուրահամ ջրերի պաշարների զգալի մասը, կամ ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերը մեծամասամբ բնական կլք շունեն դեպի երկրի մակերևույթ և 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, որն սուղջանում է ի հաշիվ մթնոլորտային տեղումների և ստորերկրյա ջրերի: Ինչպես վերևում նշվեց, ջրի այդ բանակը կազմում է շուրջ 47 հազ. կմ³, որը լիովին կարող է բավարարել ժամանակակից մարդկության պահանջները: Չէ՞, որ մոտ 4,8 մլրդ սղգաբնակչություն ունեցող մոլորակի յուրաքանչյուր բնակչին միջին հաշիվով սարեկան բաժին է ընկնում շուրջ 10 հազ. մ³ բաղյուրահամ ջուր: Այսօր էլ շատ հորդառատ գետերի հոսքեր օգտագործվում են ընդին քանակությամբ, բնական շատ աղբյուրներ դեռևս մնում են անօգտագործելի:

Հատկանշական է, որ 1 ավստրալիացուն, օրինակ, բաժին է ընկնում 12 անգամ ավելի ջուր, քան եվրոպացուն, 4

անգամ ավելի, քան չյուսիսամերիկացուն և 1,3 անգամ ավելի, քան հարավամերիկացուն:

Սակայն, ինչպես ստորև ցույց կտրվի (տե՛ս էջ 122—137), ջրային ուսուրանների ոչ ոսցիոնալ օգտագործման և զրանց ադտոտման պատճառով ժամանակակից հասարակությունը, կարելի է ասել գլոբալ մասշտաբով, կանգնել է քաղցրահամ ջրի պրոբլեմի առջև: Բանն այն է, որ գիտատեխնիկական հեղափոխություն իրականացնող մարդը իր կարիքների համառանհրաժշտ քանակից տասնապատիկ հարյուրապատիկ անգամ շատ ջուր է ադտոտում, զրանով իսկ հսկայական վնասներ պատճառում է կոնսամկարգիչի մաքրությանը: Թունավորվում է դետային հոսքը, որի հետ կապված ոչնչանում է կենդանական աշխարհը, հսկայական վնաս է հասցվում լճերի, ծովերի, նույնիսկ օվկիանոսի մաքրությանը:

Ամփոփելով ջրային ուսուրանների յանակին և տեղաբաշխմանը նվիրված հարցերի համառոտ քննարկումը, հարկ ենք համարում նշել ջրօգտագործման հարցի հետ կապված մի կարևոր շանդամանք: Ընդհանուր առմամբ, համաշխարհային մասշտաբով, ջրօգտագործման պրակտիկայում մակերևութային ջրերի տեսակարար կշիռն ավելի մեծ է, քան ստորերկրյա ջրերինը: Սակայն վերջին տասնամյակներում բուռն թափ է ապրում ստորերկրյա ջրերի օգտագործման միտումը: Ժամանակակից մարդը ավելի շատ է ձգտում օգտվել ստորերկրյա ջրերի թեկուղ հեռու գտնվող աղբյուրներից, կամ համեմատաբար խորը տեղադրված (մի քանի տասնյակ կամ 1—2 հարյուր մ) ստորերկրյա ջրերի հորիզոններից: Եվ դա սլատահական չէ: Ստորերկրյա ջրերը շահեկանորեն տարբերվում են գետային ջրերից իրենց քիմիական կազմով:

Ֆիզիկական հատկանիշներով, զերծ են մեխանիկական ու քրզանական խառնուրդներից, ունեն ավելի կայուն ուժիմ: Ստորերկրյա ջրեր հանդիպում են նաև հոսքագուրկ (անապատային) գոտիներում, ի տարբերություն գետային հոսքի, կտրուկ սեղոնային փոփոխությունների չեն ենթարկվում և ունեն ավելի կայուն պաշարներ: Այնուհետև, արդի պայմաններում, երբ բնության ապականումը տարեց-տարի ավելի է ծավալվում, ստորերկրյա ջրերը կապես նվազ չափով են են-

թակա քիմիական սղտոտման, մանրէաբանական և ռադիոակտիվ վարակումների:

Նշված հանգամանքները առավել ևս կարևոր ու այժմեական են դարձնում հասարակության լայն շրջաններում հիգիենական և բնական գիտելիքների տարածման ու խորացման, ստորերկրյա ջրերի պահպանության և ռադիոնալ օգտագործման խնդիրներն ու հարցերը:

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

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

Հավանաբար ջրի ամենուրեք տարածված լինելը, այդ կենսատու հեղուկին մարդու հավիտյանս-հավիտենից վարժվածությունը ծնել է նրա նկատմամբ առերևույթ, անհոգի վերաբերմունք. «ջուր» բառը հաճախ օգտագործվում է որպես սնմիտ, անբովանդակ, ի վերուստ պարզ ու հայտնի իրերի ու երևույթների հոմանիշ: Իր բմբռնումների 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 առանձնահատկություններով 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 (ջրածին) ու այրվող (թթվածին) տարրերի միացությունը տալիս է հանգցնող նյութ՝ ջուր:

Ավելի մանրակրկիտ ուսումնասիրությունների շնորհիվ 1805 թ. գերմանացի Ա. Հումբոլդը և ֆրանսիացի Գեյ-Լյուսակը հայտնաբերեցին, որ ջուրը բաղկացած է երկու ծավալ ջրածնից և մեկ ծավալ թթվածնից, նրա քիմիական բանաձևն է H_2O , իսկ մոլեկուլային կշիռը՝ չավասար է 18-ի:

Այս հայտնագործումից հետո, ավելի քան մեկ հարյուրամյակ տիրապետում էր այն կարծիքը, որ ջուրը «իսպառ չանաչված է», բաղադրությունը վերջնականապես պարզված: Սակայն, 1931 թ. քիմիկոսներ Լ. Բերթեն Դ. Մենցլեր, 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 է): Դա նշանակում է, որ կարող են լինել նաև ջրածնի ու թթվածնի այլ միացություն ձևեր: Սովետական գիտնական Ի. Պետրյանովի կարծիքով կարող են լինել ջրի 42 միացություններ, որոնցից 9-ը կայուն ձևեր են: Առաջժ դրանցից առավել ուսումնասիրված են 2 ձևերը. «ծանր» ջուրը՝ դեյտերիումի միացությունը, և «գերծանր» ջուրը՝ տրիտիումի միացությունը: Եվ և՛ «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: «Մանր» 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 ունակիայի մեջ մտնել՝ առաջացնելով հսկա-

յական քանակի ատոմային էներգիա էնյ որում, այդ էներգիան մոտավորապես 3—10 անգամ ավելի մեծ է, քան ծանր բաղիտակտիվ տարրերի (ուրան, պլուտոնիում) միջուկների տրոհման հետևանքով անջատվող էներգիան: Գուցե այս հանգամանքն էլ պարտադրի մարդուն հրամարվել ջրի համար արհամարական՝ «ջուր ծեծել», «փոթորիկ՝ բաժակ ջրում» արտահայտություններից, որոնք սովորաբար օդտաղործվում են ապարդյուն աշխատանքը որակավորելիս: Եթե մեզ հաջողվի ջուրը «ծեծել» այնպես, որ նրա մի բաժակից անջատենք աննշան քանակի դեյտերիումը, ապա կստացվի այնքան էներգիա, որքան ստացվում է 300 լիտր բենզինի այրումից: Փորձենք ծանոթանալ ջրի այդ խոտորիչ (անսովոր) համարվող հատկանիշների հետ և կհամոզվենք, թե նա ինչքան տարօրինակություններ ունի:

Մեր մոլորակի վրա ջուրը միակ նյութն է, որ սովորական ջերմային ու ճնշման պայմաններում հանդես է գալիս միաժամանակ 3 վիճակներով՝ պինդ, հեղուկ և գոլորշի: Ձմռանը ջրափաղանները ծածկվում են սառցակեղևով, որի տակ ջուրը գտնվում է հեղուկ վիճակում, իսկ նրանից վերև, օդում՝ սնտեսանելի գոլորշու ձևով: Հայտնի է, որ բնության մեջ տարբեր քիմիական տարրեր ունեն որոշակի հատկանիշներ ու նրանց հետ կատարվող ֆիզիկա-քիմիական փոփոխությունները, համաձայն Կ. Մենդելևի պարբերական աղյուսակի, ենթարկվում են որոշակի օրինաչափությունների: Այդպես էլ ջրածնի միացությունները պարբերական աղյուսակի 6-րդ խմբի տարրերի (Se, Te, S) հետ ունեն որոշակի ֆիզիկա-քիմիական հատկանիշներ, բացի Օ-ի հետ միացությունից՝ ջրից: Եթե ջուրը ենթարկվեր չիշյալ խմբի միացությունների օրինաչափություններին, ապա նրա հալման ջերմաստիճանը պետք է լիներ —90, իսկ հոման ջերմաստիճանը՝ —70: Մինչդեռ դրանց փաստաթղթի արժեքները համապատասխանաբար կադմում են 0° և 100°: Ի դեպ, ջրի նշված ցուցանիշները դեռևս 1665 թվականից հոլանդացի գիտնական Փ. Հյուգենսի առաջարկով դրվել են ջերմաստիճանային բաժանման հիմքում: Հասկանալի է, որ եթե ջուրը իրեն «նորմալ» ձևով դրսևորեր, ապա Երկրի վրա այն գոյություն կունենար միայն գոլորշու ձևով: Ահա ջրի այդ խոտորիչ հատկանիշն էլ պայմանավորում

և կյանքի գոյությունը, քանի որ այն սոսանց հեղուկ ջրի, բնականաբար, անհնարին է:

Այնուհետև, ջուրն աշխարհում միակ նյութն է, որը սառչելիս թե խտանում, այլ ընդարձակվում է: 4°Ց-ի դեպքում ջուրը ձևոր է բերում առավելագույն խտություն (1,0 գ սմ³), իսկ 0°-ի դեպքում, երբ ջուրը բյուրեղանում է (վերածվում է սառույցի), նրա ծավալը միանգամից ավելանում է շուրջ 10 տոկոսով: Մինչդեռ մյուս բոլոր հեղուկների բյուրեղացումը ուղեկցվում է խտության ավելացմամբ, հետևաբար, ծավալի փոքրացմամբ: Ահա այս է պատճառը, որ գետերն

ջրային ավազանները նույնիսկ ամենացուրտ եղանակներին սառցակալում են միայն մակերեսից: Սառցածածկույթը ավելի թեթև լինելու պատճառով ներքև իջնել չի կարող, որի շնորհիվ ջրային ավազաններում օրգանական կյանքը պահպանվում է: Այս երևույթը բացասական հետևանքներ է ունենում հավերժական սառցույթի դոնաներում, որտեղ ստորերկրյա ջրերը տարվա ընթացքում հեղուկ վիճակից անցնում են կարծր վիճակի և հակառակը: Սառցի վերածվելիս, ստորերկրյա ջրերը առաջացնում են հիդրոլակոլիտներ, որոնք ուլիկեֆի վրա արտահայտվում են տարբեր չափի բլրակների ձևով: Տար կիսատարում հիդրոլակոլիտները հալվում են, որի հետևանքով տեղանքի ուլիկեֆը դժգոհմանցիաներ է կրում և լանդշաֆտը խիստ փնասվում է:

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

Ավելի ակնբախ են ջրի հալման ու եռման կրիտիկական ջերմաստիճանի շեղումները: Այսպես օրինակ, 1 գ սառույցի հալման համար անհրաժեշտ է 80 կալորիա ջերմություն, որն սնահամեմատ ավելի շատ է, քան 1 գ կապարի (6 կալ.), անագի (14 կալ.), կամ պղնձի (51 կալ.) հալման համար: Եթե ջրի այս ցուցանիշը ցածր լինելու դիպուք, այնքան, ինչքան անագինն է, ապա դա աղետալի հետևանքներ կարող էր ունենալ ողջ մոլորակի համար. դարունը բացվելիս ամբողջ ձյունը կարող էր հալվել ընդամենը մի քանի օրում, որի հետևանքով ողջ ծամաբը ջրհեղեղի կմատնվեր: Կամ, 1 գ ջուրը գոլորշու վերածվելիս անհրաժեշտ է շատ ավելի մեծ ջերմաքանակ (539 կալ.), քան ցանկացած այլ հեղուկին: Իսկ եթե վերջինս փոքր լիներ, ապա ջրային ավազանները ամռան շոգին կարող էին իսպառ գոլորշիանալ:

Մյուս բոլոր հեղուկների համեմատությամբ, բացի սընդիկից, ջուրն ունի առավել մեծ մակերևութային լարվածություն: Ջրափաղանների ջրային հայելին իրենից ներկայացնում է միմյանց հետ մեծ ուժով կապված մոլեկուլների նույն շերտիկ: Մակերևութային մեծ լարվածության շնորհիվ գրունտային ջրերը կարողանում են «մագլցել» ապարների մաղական (կապիլյար) անոթներով և սնուցել հողաբուսական ծածկոցը: Անուամալ է նաև ջրի մածուցիկության հատկանիշը. ի հակադրություն մյուս հեղուկների, ճնշման ու ջերմության բարձրացման դեպքում նրա մածուցիկությունը նվազում է:

Թվարկածով ջրի տարօրինակությունները չեն սպառվում, բայց ասվածից էլ պարզ է դառնում, թե այդ տարօրինակությունները ինչ կարևոր դեր են կատարում մեր մոլորակի կենսոլորտի դարգացման գործում: Այսօր ազեն հայտնի են ջրի բաղմաթիվ խոտորիչ, բայց չափազանց կարևոր հատկանիշներ, որոնք հաջողությամբ ծառայեցվում են մարդու նպատակների համար: Այսպես օրինակ, մագնիսականացված ջուրը օգտագործվում է ջերմակաթսաներում նստվածքային աղածածկույթը վերացնելու համար, ցածր ջերմաստիճանում չսառչող ալաջուրը՝ ցուրտ գոտիներում մեքենաների հովացման համար, ճնհալքի 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 Նետագա ուսումնասիրությունները ջրի նոր «որակներ» կհայտնաբերեն, որոնք կարող են նոր ու Նետաքրքիր անակնկալներ մատուցել:

Ստորերկրյա ջրերի որակական գնահատման ժամանակ մեծ նշանակություն է տրվում նրանց ֆիզիկական հատկությունների ուսումնասիրությանը: Դրանցից առավել կարևոր են համարվում ջրի ջերմաստիճանը, թափանցիկությունը, գույները, հոտը, համը, խտությունը, էլեկտրահաղորդականությունն ու ռադիոակտիվությունը, որոնք որոշվում են համաձայն 18963—73 ԳՕՍՏ-ի: Թվարկվածներից մի քանիսը օժտված են օրգանոլեպտիկ հատկանիշներով, այսինքն սրությամբ ընկալվում են մարդու զգայական օրգաններով:

Ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը տատանվում է մեծ սահմաններում և կախված է նրանց տեղադրման խորությունից ու սնման ուժից, տեղանքի երկրաբանական կառուցվածքից և ֆիզիկաաշխարհագրական պայմաններից: Հավերժական սառցույթի գոտում աղաջրերը ունենում են բացասական ջերմաստիճան՝ մինչև — 20° 3 սահմաններում: Միջին գոտիներում ոչ խորը տեղադրման ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը, կախված կլիմայական պայմաններից, փոփոխվում է 5—15-ի, հասարակածային գոտիներում՝ 15—25°-ի սահմաններում: Երիտասարդ հրաբխականության մարդերում, ինչպես նաև տեկտոնապես կոտրատված տեղերում, որտեղ ստորերկրյա ջրերը բարձրանում են խորը հորիզոններից, հայտնի են աղբյուրներ, որոնց ջրի ջերմաստիճանը հաճախ գերազանցում է 100° 3 (թերմեր, Նեյզերներ): Գեոթերմալ գոնաներում խորը շորատանցքերով երբեմն հայտնաբերվում են գերտաք ջրեր մինչև 250° 3 ջերմությամբ (տե՛ս էջ 108):

Ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը, հատկապես դրանց ու լրիվ խորը տեղադրման դեպքում, տարվա ընթացքում որոշակի փոփոխության է ենթարկվում: Իսկ տեղանքի հաստատուն ջերմաստիճանային գոտուց (15—20 մ) ներքև, ստորերկրյա ջրերի ջերմաստիճանը ավելանում է ըստ գեոթերմիկ աստիճանի (միջին հաշվով յուրաքանչյուր 33 մ խորությունը՝ 1° 3):

Տեմբեր ամիսը համարվում է Բուսման, մասնավորապես լողանքների ընդունման համար բարենպաստ է ջրի 35—37° ջերմությունը, որը մոտ է մարդու մարմնի ջերմաստիճանին: /

Ջերմաստիճանը պաշտի ազդեցություն է գործում երկրակեղևում ընթացող ֆիզիկաքիմիական պրոցեսների և ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի վրա: Ստորաբար ջերմաստիճանի ավելացման հետ ջրում դիֆուզիայի արագությունը և աղերի լուծման աստիճանը ավելանում են, իսկ գազերի լուծունակությունը նվազում է:

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

Ստորերկրյա ջրերը ըստ ջերմաստիճանի ստորաբաժանվում են.

գերսառը՝ 0°-ից ցածր,

շատ սառը՝ 0—4°,

սառը՝ 4—20°,

գոլ՝ 20—37°,

տաք՝ 37—42°,

շատ տաք՝ 42—100°,

գերտաք (թերմեր)՝ 100°-ից բարձր:

Ստորերկրյա ջրերի վիտուրությունը կախված է ջրում լուծված հանքային նյութերի քանակից, միևնույնիսկ և խառնուրդների, օրգանական նյութերի կոլոիդների պարունակությունից:

Ըստ վճիտության դասակարգվում են վճիտ, թույլ պղտոր և շատ պղտոր ստորերկրյա ջրեր: Ի տարբերություն մակերևութային ջրերի, ստորերկրյա ջրերը առավելապես վճիտ են:

Ջրերի վճիտությունը որոշվում է դլանաձև թափանցիկ

ապակյա անոթի միջոցով: Նրա մեջ լցված ջրի սյան բարձ-
րությամբ, որը դեռ ննարավորություն է տալիս ընթերցել
ղլանի տակ գրված որոշակի տառաշարը, որոշվում է նրա
վճիտությունը: Յանկալի է այդ դիտումները համադրել աղա-
վերծված (ստերիլ) ջրի նմուշի հետ:

Ստորերկրյա ջրերի գույնը կախված է նրանց քիմիական
կազմից խառնուրդների առկայությունից: Այն որոշվում
է անդեն աչքով, ինչպես ջրի վճիտությունը:

Սովորաբար ստորերկրյա ջրերն անգույն են, սակայն կոշտ
ջրերը երկնագույն երանգ են ստանում, երկաթն ու ծծմբա-
ջրածինը ջրին հաղորդում են կանաչակապտավուն երանգ, հու-
մինալին օրգանական միացությունները՝ դեղնավուն, իսկ
կախված միներալային մասնիկներից՝ մոխրավուն երանգ:

Ստորերկրյա ջրերը սովորաբար հաղ չունեն, սակայն եր-
բեմն այն որոշակիորեն զգացվում է: Պարզված է, որ ջրի
հոտը առավելապես պայմանավորված է մանրէների կենսա-
կան գործունեությամբ: Ոչ խորը աղակալման գրունտային
ջրերը, ճահճային ջրերի հետ հաղորդակցվելիս, ձեռք են բե-
րում «ճահճային» հոտ, քիչ օգտագործվող ջրհորերում, որոնք
ամրակալված են փայտով, ջուրը տհաճ հոտ ունի, իսկ
ծծմբաջրածնով հարուստ ջուրը օծտված է նեխած ձվի հոտով:
Խմելաջուրը հոտ չպետք է ունենա: Այն որոշելու համար շշի
մեջ լցված տաքացած ջուրը մի քանի անգամ թափահարում
են և անմիջապես հոտ քաշում:

Ստորերկրյա ջրերի համր պայմանավորված է ջրի մեջ
հանքային միացությունների, գազերի և այլ խառնուրդների
պարունակությամբ: Այսպես օրինակ, կալցիումի ու մագնե-
զիումի ջրակարբոնատների, ինչպես նաև ածխաթթվի պարու-
նակությունը ջրին հաճելի համ են տալիս, օրգանական նյու-
թերը ջուրը քաղցրացնում են, երկաթի իոնները ջրին հաղոր-
դում են ժանգի յուրօրինակ համ, սուլֆատները ջուրը դարձ-
նում են դառնահամ, իսկ նատրիումի քլորիդը՝ աղահամ:

Ջրի համը որոշվում է գոլ ջուրը զգայարաններով փոր-
ձարկելով: Հարկ է նշել, որ ջրի համ ու հոտի զգացողություն-
ները սուբյեկտիվ են, կապված են մարդու փորձից՝ որա-
կավորումից:

Ջրի խտությունը քանակապես որոշվում է որոշակի ջեր-

մաստիճանում նրա դանգվածի և ծավալի նարարերությունը: Որպես չափի միավոր ընդունված է աղապերծված (ստերիլ) ջրի խտությունը 4 Ց (1,0000 գր/սմ³):

Ջրի խտությունը կախված է նրա ջերմաստիճանից, լուծված աղերի, գազերի, ինչպես նաև մեխանիկական խտությունների պարունակությունից: Ստորերկրյա ջրերի խտությունը տատանվում է 1,0—1,4 գ.սմ³ սահմաններում և առաջին հերթին ներթին պայմանավորված է նրանց չանքայնացումով (միներալացումով):

Ջրի խտությունը հեշտությամբ որոշվում է արևոմետրի կամ պիկնոմետրի միջոցով, որոնք աշխատում են մինչև 0,001 ճշտությամբ: Օրինակ, աղային չանքավայրերի տարածման շրջաններում «պալուն» արևոմետրերով հեշտությամբ կարելի է որոշել աղաջրերում նատրիումի քլորիդի պարունակության տատանումները: Իյսպես, աղաջրի 1 գ.սմ³ խտության դեպքում նրա 1 լիտրում պարունակվում է 128 գ նատրիումի քլորիդ, 1,111 գ սմ³ խտության դեպքում՝ 141 գ:

Ստորերկրյա ջրերի էլեկտրահաղորդականությունը պայմանավորված է նրանով, թե ջրերը ինչքանով են էլեկտրալիտային լուծույթ չանդիսանում, այսինքն էլեկտրահաղորդականությունը ուղղակի կապի մեջ է ջրում լուծված աղերի քանակից: Էլեկտրահաղորդականության մասին պատում են ջրերի տեսակարար էլեկտրական դիմադրությամբ, որը չափվում է օհմ. մետրերով: Քիմիական մաքուր (թորված) ջուրը էլեկտրահաղորդիչ չի, իսկ ստորերկրյա ջրերի տեսակարար էլեկտրական դիմադրությունը տատանվում է 0,02—1,00 օհմ. մ սահմաններում: Ջրի այս հատկությունը կարևոր չափանիշ է ծառայում ստորերկրյա ջրերի երկրաֆիզիկական մեթոդներով ուսումնասիրության մասանակ:

Ստորերկրյա ջրերի ռադիոակտիվությունը պայմանավորված է գրանցում ուրանի, ռադիումի և ռադոնի (ռադիումի գաղային և մանացիայի) պարունակությամբ: Հալված գյուտ բուցառությամբ, բոլոր ստորերկրյա ջրերը այս կամ այն չափով ռադիոակտիվ են:

Որպես ռադիոակտիվության միավոր ընդունված է կյուրին, որը չավասար է նշվում 1 գ ռադիումի նեո ռադիոակ-

տիվ հավասարակշռության մեջ գտնվող ռադիոնի քանակին, Վանի որ 1 կյուրին շատ մեծ քանակությու՛ն է, ապա օգտվում են ավելի փոքր չափման միավորներից, մասնավորապես էման-ից ($1 \text{ էման} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ կյուրի}$):

Ըստ ջրում ռադիումի էմանացիաների պարունակության, Ա.Ս. Բուրկսերը առաջարկում է օգտվել ստորերկրյա ջրերի հետևյալ դասակարգումից.

(էմաններով).

շատ ուժեղ ռադիոակտիվ— 10000 և ավելի,

ուժեղ ռադիոակտիվ— 1000—10000,

ոադիոակտիվ— 100—1000,

թույլ ռադիոակտիվ— 10—100,

շատ թույլ ռադիոակտիվ— 10-ից պակաս:

Ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրության ժամանակ հիդրո-երկրաբանները սովորաբար սահմանափակվում են թվարկված ֆիզիկական հատկանիշների հետազոտմամբ:

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱԶՄԸ ՈՒ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ջրի բարձր լուծելիության հատկանիշը հանրահայտ է: Ստորերկրյա ջրերը, շրջանառելով երկրակեղևի 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 զրանց 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 է բրոշակի փոփոխության: Ստորերկրյա ջրերի իոնային-աղային համակցությունը ներկայացվում է մակրո և միկրորադիոններով, ինչպես նաև ռադիոակտիվ տարրերով: Բացի այդ, գրեթե ցանկացած

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

Ջրի սրուշակի քանակությունում (1 լ) հանքային աղերի և այլ միացությունների ընդհանուր պարունակությունը ընդունված է անվանել ջրի հաճախացում (միներալիզացիա): Նրա մասին դատում են մեկ լիտր ջրի գոլորշիացումից հետո ստացվող կարծր (չոր) մնացորդով: Չոր մնացորդը ընդունված է արտաայտել q լիտրերով կամ մգ լիտրերով: Իրական ստորերկրյա ջրերի հանքանյացումը հաշվում են քիմիական անալիզներով սրուշված իոնների պոմարով: Ինչու եղանակով հաշված հանքանյացումը կարող է ոչ էականորեն չհամընկնել չոր մնացորդի բանակի հետ, քանի որ ջրի գոլորշիացման ժամանակ որոշ նշտ լուծելի բաղադրիչները ցնդում են, օրգանական նյութերը օքսիդանում և այլն:

Ստորերկրյա ջրերի հանքանյացումը կարող է տատանվել մի քանի տասնյակ մգ լ-ից մինչև 600 գ լ: Համաձայն գործող նորմերի խմելու ջրի հանքանյացումը չպետք է գերազանցի 1 գ լ, սակայն չորային շրջաններում օգտագործվում են նաև մինչև 2—3 գ լ չոր մնացորդով ջրեր (իհարկե, եռացնելուց հետո):

Ըստ հանքանյացման բնական ջրերը ստորաբաժանվում են 5 խմբի (գ լ-երով).

գերքաղցրահամ՝ մինչև 0,2,

քաղցրահամ՝ 0,2—1,0,

թույլ աղահամ՝ 1,0—3,0,

աղահամ՝ 3,0—10,0,

աղի ջրեր՝ 10 0—35,6,

աղաջրեր՝ 35,0 և ավելի:

Ջրերի քիմիական կազմի մեջ մտնող այն իոններն ու միացությունները, որոնք հանդիպում են ավելի հաճախ ու առավել մեծ քանակություններով և որոշում են դրանց տիպն ու ֆիմնական 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+} կատիոնները:

Երբեմն այս շարքին են դասվում նաև աղոտի միացություններն որոշ տարրեր (K , Sl , Fe Λi), որոնք լայնորեն տարածված են երկրակեղևում և որոշակի պայմաններում ձևավորում են ստորերկրյա ջրերի շատ քիչ հանդիպող առանձնահատուկ տիպեր:

Սովորաբար քաղցրահամ և թույլ աղահամ 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 երևույթի պարզեցված բացատրությունը կայանում է հետևյալում:

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

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

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

Իոններ	մգ/լ	Հաշվարկային գործակից	մգ-համարժեք	մգ-համարժեք _{0,1}
Կատիոններ				
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
Անիոններ				
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) կշիռի 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 Ca^{2+} և Mg^{2+} իոնների առկայությամբ: Տարբերում են ջրի ընդհանուր, ժամանակավոր (վերացվող) և մշտական (մնացորդային) կոշտություններ:

Ընդհանուր կոշտությունը արտահայտվում է ջրում լուծված Ca^{2+} -ի և Mg^{2+} -ի բոլոր միացությունների պարունակությամբ, որը որոշվում է քիմիական անալիզների միջոցով: Ժամանակավոր կամ վերացվող կոշտությունը պայմանավորված է Ca-ի և Mg-ի կարբոնատ-հիդրոկարբոնատային միացությունների պարունակությամբ, որոնց մի մասը ջրի հոսքման դեպքում նստում է: Մշտական կոշտությունը իրենից ներկայացնում է ընդհանուր և ժամանակավոր կոշ-

տությունների տարրերությունը, այսինքն՝ ջրում պարունակվող Ca-ի և Mg-ի այն քանակը, մնում է այն եռացնելուց հետո:

Ներկայումս ջրի կոշտությունը արտահայտում են 1 լիտրում Ca-ի և Mg-ի մգ-համարժեքներով, ընդ որում՝ 1 մգ-համարժեք կոշտությանը համապատասխանում է 20,04 մգ/l Ca-ի կամ 12,16 մգ/l Mg-ի պարունակություն:

Ստորերկրյա ջրերի որակը գնահատելիս, հատկապես կենցաղային ջրամատակարարման համար, ջրի կոշտությունը դիտվում է որպես շատ կարևոր հատկանիշ: Հայտնի է, որ կոշտ ջրում օձառը դժվար է փրփրում, նրանում սննդամթերքը (միսը, բանջարեղենը) դժվար է եփվում, շոգեկաթսաներում առաջանում են նստվածքներ և այլն: Լեյզ պատճառով կոշտ ջուր չի կարելի օգտագործել կաթսայատներում, սննդատրոհման համակարգերում, թուլյատրեղի է համարվում մինչև 7 մգ-համարժեք կոշտությունը:

Ստորերկրյա ջրերի միկրոբաղադրիչների շարքին են դասվում այն քիմիական տարրերն ու միացությունները, որոնց պարունակությունը սովորաբար չի գերազանցում 10 մգ/l-ից: Սակայն որոշակի հիդրոերկրաբանական պայմաններում, մասնավորապես խորը հորիզոնների բարձր հանքայնացման ջրերում, որոշ միկրոբաղադրիչների (Br, I, F, B, Sr, Ba և այլն) պարունակությունը կարող է տասնապատիկ և հարյուրապատիկ անգամ գերազանցել նշված նորմը: Օրինակ, Բաշկիրիայի, Գրոյնու, Բաքվի և այլ նավթարեր մարզերի ստորերկրյա ջրերում (այսպես կոչվող «նավթային» ջրերում) Br-ի, B-ի, I-ի պարունակությունը հասնում է հարյուրավոր և նույնիսկ հազարավոր մգ/l-երի:

Ստորերկրյա ջրերում միկրոբաղադրիչների բարձր պարունակությունը հնարավորություն է տալիս դրանք օգտագործել որպես հանքային (միներալային) հումք՝ որոշ օգտակար տարրեր (J, Br, B, Li և այլն) կորուկու համար: Բացի այդ, միկրոբաղադրիչների բարձր պարունակությունը ստորերկրյա ջրերում օգտագործվում է որպես տվյալ օգտակար հանածոյի 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 սլաու-ճառ է հանդիսանում որոշ շրջաններում բնորոշ հիվանդու-թյունների տարածմանը: Օրինակ, վահանաձև գեղձի հիվան-դությունը՝ կնդկիկ դորը, կապված է խմելաջրում յոդի պա-կասի հետ, ֆտորով աղքատ խմելաջրերը՝ ֆանգեյնում է ատամների կարիեսի, իսկ դրա խտտերիչ մեծ պարունակու-թյունը՝ ատամների էմալի քայքայման:

Ստորերկրյա ջրերը հաճախ այս կամ այն չափով պարու-նակում են նաև օրգանական նյութեր և միկրոօրգանիզմ-ներ: Օրգանական նյութերից առավել շատ ֆանդիպում են հումինային ու ճարպային թթուները, բիսուլները, ֆենոլ-ները, ինչպես նաև օրգանական ածխածինն ու ալոտը: Օր-գանական նյութերի մեծ պարունակությունը դիտվում է 2 դեպքում. 1) երբ ստորերկրյա ջրերը տեղադրված են մակերև-վույթին մոտ և ներթափանցման ջրերի հետ դրանք ֆարստա-նում են կենդանական ու բուսական ծագման օրգանական նյութերով, 2) երբ ստորերկրյա ջրերի հորիզոններին ֆա-րակից տեղադրված են նավթադադարեր շերտախմբեր: Ու-պես կանոն, օրգանական նյութերի պարունակությունից ստորերկրյա ջրերի որակը վատանում է և խմելու չեռույց-ման (կաթսայատների) նպատակների համար դառնում են պիտանի:

Ստորերկրյա ջրերում միկրոօրգանիզմներից լինում են միա-բջիջ, հալվադեպ բազմաբջիջ մանրէներ: Սրանց տարած-ման սահմանը հավանաբար հասնում է մինչև այն խորու-թյունները (4—5 կմ), որտեղ ջրի ջերմությունը գերազան-ցում է $+100^{\circ}$ Ց: Մանրէները ակտիվորեն մասնակցում են ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի ձևավորմանը, իրենց կենսագործունեության ընթացքում վերամշակության են-թարկելով օրգանական ու անօրգանական միացություններ:

Մարդու օրգանիզմի համար մանրէները վնասակար են և կարող են վանալան համաճարակային հիվանդությունների պատճառ դառնալ: Այդ կապակցությամբ, ստորերկրյա ջրերի մանրէաբանական կազմի մանրամասն ուսումնասիրու-թյունը պարտադիր է դառնում, հատկապես խմելու նպատակներով օգ-տագործելիս: Հայտնի է, որ ջուրը հանդիսանում է մի շարք

վարակիչ հիվանդությունների (զիդենտերիա, ադիքային տիֆ, խոլերա և այլն) ամենաակտիվ տարածողը: Զրի սանիտարական վիճակի գնահատականը տալու համար բուժսանիտարական լաբորատորիաներում կատարվում են հատուկ մանրէաբանական անալիզներ: Որպես վարակվածության ցուցանիշ ծառայում է ջրում ադիքային ցուպիկ (*coli*) կոչվող մանրէի առկայությունը: Վերջինս թեև օրգանիզմի համար վնասակար չի, սակայն նրա առկայությունը վկայում է այլ հիվանդարեր մանրէների առկայության մասին:

Զրի մանրէաբանական վարակվածությունը որոշվում է կոլի-տիտրով կամ կոլի-տեստով: Կոլի-տիտրը արտահայտում է ջրի ծավալը սմ³-ով, որը պարունակում է 1 ադիքային ցուպիկ, իսկ կոլի-տեստը արտահայտում է 1 լիտր ջրում եղած ցուպիկների քանակը: Զուրը բացարձակապես առողջ է համարվում, եթե նրա 1 լիտրում ցուպիկների քանակը չի գերազանցում 3-ից, իսկ եթե այն հասնում է 20—40-ի, ապա այդ ջուրը միանգամայն հիվանդարեր է:

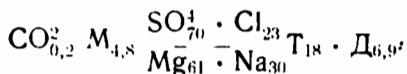
Սովորաբար ստորերկրյա ջրերը գալիք քանակությամբ գազեր են պարունակում: Դրանցից առավել շատ տարածված են թթվածինը (O_2), ածխածինը (CO_2), ծծմբաջրածինը (H_2S), մեթանը (CH_4), ջրածինը (H_2), ազոտը (N_2), ծանր ածխաջրածինները և աղնիվ գազերը:

Ստորերկրյա ջրերում գազերը կարող են գտնվել ինչպես լուծված, այնպես էլ ազատ (սպոնտան) վիճակներում: Մեծ խտություններից բարձրացող ստորերկրյա ջրերում լուծված գազերը, ճնշման նվազման հետևանքով, կարող են անջատվել, ինչը հաճախ դիտվում է հանքային ջրերի ելքերի տեղում: Գազերը ստորերկրյա ջրերում լինում են մթնոլորտային, կենսաքիմիական, ռադիոգեն, մետամորֆածին և մագմածին ծագման: Որոշ գազերի օգնությամբ (He , Ar) որոշվում է ստորերկրյա ջրերի հասակը, դրանց մի մասը ջրին հաղորդում է բուժիչ հատկություններ (հանքային ջրեր), իսկ CO_2 -ը՝ բետոնի նկատմամբ ագրեսիվ (քայքայիչ) հատկություն:

Հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմն ու հանքանյութային կազմը որոշվում են քիմիական անալիզների միջոցով: Ըստ

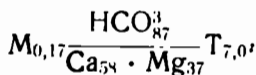
ւրում, հետազոտությունների մանրամասնությունը որոշվում է կրկնով ստորերկրյա ջրերի օգտագործման նպատակներից: Ինչու, խմելու կամ բուսիչ նպատակների համար այդ հետազոտությունները կատարվում են ամենայն մանրամասնությամբ, իսկ ոռոգման կամ տեխնիկական նպատակների համար ջրերում որոշվում են դրանց ընդհանուր հանքայնացումը և մակրոբաղադրիչների կազմն ու պարունակությունը:

Հիդրոերկրաբանության մեջ կիրառվում են ստորերկրյա ջրերի քիմիական կազմի արտահայտման բազմաթիվ ձևեր՝ աղյուսակներ, դիագրամներ, գրաֆիկներ և բանաձևեր: Վերջիններից առավել պարզ ու պատկերավոր է համարվում Մ. Գ. Կուռլովի առաջարկած բանաձևը: Այն իրենից ներկայացնում է կեղծ կոտորակ, որի համարիչում ցույց են տրվում անիոնների, հայտարարում՝ կատիոնների պարունակությունը մզ՝ համարժ. տոկոսներով, ձախից-աջ քանակի նվազման կարգով, ըստ որում՝ բանաձևում չեն նշվում այն իոնները, որոնց քանակը փոքր է 10 մզ համարժ. տոկոսից: Կոտորակի գծից ձախ, Ա տառի մոտ գրվում է ջրի ընդհանուր հանքայնացման արժեքը (գ/լ), Ա տառից ձախ նշվում է գազերի և առանձնահատուկ միկրոբաղադրիչների պարունակությունը (գ/լ)՝ նույնպես ձախից-աջ նվազման կարգով: Կոտորակից աջ հաճախ ցույց է տրվում ջրի ջերմաստիճանը ($T^{\circ} \text{ } \beta$) և դիսսոլվող հորատանցքի, ջրհորի կամ աղբյուրի ջրի ծախսը ($\Delta \text{ մ}^3/\text{օր}$): Օրինակ՝



Ասվածը ավելի պարզ դարձնելու համար բերենք Հայաստանում տարածված առավել տիպական ստորերկրյա ջրերի ընդհանրացված քիմիական կազմը՝ արտահայտված Մ. Ի. Կուռլովի բանաձևով.

Արոլյանի շրջանի Քառասունակնի խմբի աղբյուրների՝



Մեծամորի աղբյուրի՝ $\text{M}_{0,37} \frac{\text{HCO}_{61}^3 \cdot \text{SO}_{23}^4 \cdot \text{Cl}_{16}}{\text{Ca}_{45} \cdot \text{Mg}_{34} \cdot \text{Na}_{21}} \text{T}_{11,5}^2$

$$\text{Արդնու հանքային ջուր՝ } \text{CO}_{1,2}^2 \cdot M_{11,3} \frac{\text{Cl}_{68} \cdot \text{HCO}_{24}^3}{\text{Na}_{75} \cdot \text{Mg}_{16}} T_{20,1},$$

$$\text{Զերմուկի հանքային ջուր՝ } \text{CO}_{0,2}^2 \cdot M_{4,4} \frac{\text{HCO}_{59}^3 \cdot \text{SO}_{27}^4 \cdot \text{Cl}_{11}}{\text{Na}_{74} \cdot \text{Ca}_{15} \cdot \text{Mg}_{11}} T_{39,5}$$

Օրինակ, Զերմուկի հանքային ջրի կազմը՝ արտահայտված Մ Գ. Կուլոլովի բանաձևով, պետք է հասկանալ հետևյալ կերպ. ջրի ընդհանուր հանքայնացումը կազմում է 4,4 գ/լ, այն պարունակում է ազատ 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 Յելսիուսի:

ԼԵՒԵԱՅԻՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԶՐԱՖԻԶԻԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ

ՈՒ ԶՐԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ

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, գիպս, կրաքար և այլն), որոնց հատուկ են կարստային ուղիներն ու դատարկությունները:

Ապարների ճեղքերի, ծակոտիների և դատարկությունների ողջ հանրագումարը 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 են դատարկությունների չափերը: Մանր ծակոտիներում ու ճեղքերում ջրի շփման մակերեսը պատերի հետ մեծ է, որի հետևանքով, օրինակ, կավային և մանրահատիկ ապարներում ջրի շարժումը խիստ դանդաղում է, իսկ տեկտոնապես կոտրատված կամ կարստային դանգվածներում ջրի շարժումը կարող է հիշեցնել գետային հոսքի:

Այն դեպքում, երբ ծակոտիների ու ճեղքերի չափերը փոքր են 1,0 մմ-ից, կոչվում են մազական (կապիլյար) ճեղքաւ ծակոտիներ: Այդպիսի ընդհանուր ծակոտկենսությամբ օժտւած են մանրահատիկ նստվածքային և նուրբ ճեղքավոր ապաւումային ապարները: Տարբերվում են նաև մերձմազական (սուրկապիլյար) ճեղքածակոտիներ, որոնց չափերը 0,0002 մմ-ից (0,2 միկրոնից) փոքր են: Վերջիններս չատուկ են կաւումային և ամուր դանգվածային ապարներին, որոնցում թեև ընդհանուր ծակոտկենսությունը կարող է մեծ լինել, սակայն ջրի շարժումը պրակտիկորեն չի կատարվում: Երբ ճեղքերի ու ծակոտիների չափերը գերազանցում են 1 մմ-ից, դրանք կոչվում են ոչ մազական:

Ընդհանուր ծակոտկենսությունը (!) քանակապես որոշվում է ապարում եղած բոլոր դատարկութունների ծավալի ($V_{\text{սկ}}$) և նրա ընդհանուր ծավալի (V) հարաբերությամբ՝ արտահայտված տոկոսներով. $n = \frac{V_{\text{սկ}}}{V} \cdot 100$ տոկոս: Ընդհանուր ծակոտկենսությունը բնութագրվում է նաև ծակոտկենսության գործակցով (ε), որն իրենից ներկայացնում է ծակոտիների ծավալի ($V_{\text{սկ}}$) և ապարի կամուրջի ծավալի ($V_{\text{կս}}$) հարաբերությունը՝ արտահայտված միավորի մասերով.

$$\varepsilon = \frac{V_{\text{սկ}}}{V_{\text{կս}}}$$

Փուխր բեկորային և հատիկավոր ապարներում ծակոտկենսությունն ապահովում են միջմասնիկային դատարկությունները, որոնց չափերը կախված են մասնիկների մեծությունից, ձևից և դասավորության բնույթից: Ապառաժային ապարներում ջրի շարժումը կատարվում է հաղորդակցվող ճեղքերի ու ծակոտիների միջոցով:

Առնային ապարների ընդհանուր ծակոտկենսությունը կարող է տատանվել մեծ սահմաններում՝ տասնորդական տոկոսից մինչև 90 տոկոս: Այսպես օրինակ, դանգվածային գրանիտի, գնեյսի, մարմարի, որձաքարի ընդհանուր ծակոտկենսությունը չի գերազանցում 1 տոկոսից, իսկ ճեղքավոր բա-

դալտի, ավազաբարի մոտ այն կարող է հասնել 15—20 տոկոսի, տուֆի ու խարամի մոտ՝ մինչև 50—60 տոկոսի: Սովորական կավային ապարները ունենում են 35—55 տոկոս ծակոտկենություն, ծովային նորագույնացումները, մասնավորապես տիղմը՝ մինչև 90 տոկոս:

/ Լեռնային ապարների ընդհանուր ծակոտկենությունը լիթոլոգիական կազմը պայմանավորում են նրանց հիմնական ջրաֆիզիկական հատկությունները, որոնցից կարևորներն են խոնավատարությունը, ջրատվությունը, ջրաթափանցելիությունը ու մաղսկանությունը: /

✓ Ապարի ջուր կլանելու և այն իր մեջ պահելու ունակությունը կոչվում է խոնավատարություն: Տարբերվում են լրիվ, մաղական, առավելագույն մոլեկուլյար և հզորոսկոպիկ խոնավատարություն:

/ Լրիվ խոնավատարությունը համապատասխանում է ապարի այն վիճակին, երբ նրա մեջ եղած բոլոր դատարկությունները լրիվ հագեցած են ջրով: Քանակապես այն հավասար է ապարի ընդհանուր ծակոտկենությանը և արտահայտվում է տոկոսներով: Մաղական խոնավատարության տակ հասկացվում է ջրի այն քանակը, որը պահվում է ապարի մաղական ծակոտիների կողմից: Առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունը ապարում ֆիզիկապես կապված ամբողջ ջրաքանակն է, իսկ հզորոսկոպիկ խոնավատարությունը՝ ապարի շրջից կլանած, կապակցված (հզորոսկոպիկ) ջրի քանակը: /

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

Աղյուսակ 4

Ապարներ	Լրիվ խոնավատարություն, տոկոս	Առավելագույն մոլեկուլյար և խոնավատարություն, տոկոս
Խոշորահատիկ ավազ	20—60	1—2
Մանրահատիկ ավազ	26—31	1,5—2,5
Կավավազ	30—33	5—8
Ավազակավ	32—35	15—20
Կավ	40—46	32—40

/ Ծանրության ուժի ազդեցության տակ ջրահագեցված ապարների ջուր տալու (անջատելու) բնդունակությունը կոչվում է ջրատվություն/ Թվապես այն աղետալ է լրիվ և առավելագույն մոլեկուլյար խոնավատարությունների տարբերությանը: Ջրատվության մեծությունը որոշվում է ապարից ազատ կերպով (գրավիտացիայով) անջատված (սխտագրությամբ) ջրի ու ապարի ծավալների հարաբերությամբ և արտահայտվում է միավորի մասերով: Ապարների այս հատկության մասին որոշակի պատկերացում կազմելու համար բերենք Օ. Բ. Սկիրգելլոյի և ուրիշների կողմից առավել լավ ուսումնասիրված որոշակի ապարները: Ջրատվության տրվյալները (աղյուսակ 5):

Աղյուսակ

Ապարներ	Ջրատվությունը, միավորի մասեր
խոշորահատիկ ավազ	0,25—0,35
Մանրահատիկ ավազ և կավավազ	0,1—0,2
Ավազակավ և տորֆ	0,05—0,1
Կավային շաղախով ավազաքար	0,02—0,03
Ճեղքավորված կրաքար	0,01—0,1

Քերված տվյալները վկայում են, որ ապարների ջրատվությունը տատանվում է մեծ սահմաններում: Խոշորահատիկ և բեկորավոր ապարները օժտված 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 ջրանցիկություն կամ ջրաթափանցելիություն: Իվերջինիս 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 փոխրբեկորային և խոշորատիկ նստվածքները (ավազներ, խիճ, գլաբար, գետաքար և այլն), ինչպես նաև ճեղքավոր ու բեկորատված ապառաժային ապարները (բազալտներ, խարամ, կոտրատված գրանիտ, թերթաքարեր և այլն): Մանրահատիկ և կավով շաղախված նստվածքները (ավազակավ, կավավազ, լյոս), ինչպես նաև թույլ ճեղքավորված ապառաժային ապարները թույլ ջրաթափանց են: Վերջապես, կավերն զանգվածային (ոչ ճեղքավոր) ապառաժային ապարները կարող են գործնականում ջրաթափանց լինել և ջրատար ապարների համար ծառայել որպես ջրամերժ շիմք: /

Ապարների ջրաթափանցելիությունը թվապես գնահատվում է ծծանցման (ֆիլտրացիայի) զորձակցով: Վերջինս նախատար է ապարի միջով ջրի շարժման արագությունը, եթե ջրի ճնշման գրադիենտը հավասար է 1-ի: Ծծանցման գործակիցը չափվում 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՝ փոքր է 0,001 մ'օր-ից, այսինքն ապարում գործնականորեն ջրի շարժում չի կատարվում:

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

Լեռնային ապարների փոքր ծակոտիները սովորաբար մազանոթների հատկություն ունեն: Մակերևութային լարվա-

ծության ուժերի շնորհիվ գրունտային ջրերը ապաշնե-
մազանոթներով վեր են բարձրանում և առաջացնում են
մազական ջրերի որոշակի բարձրության հորիզոններ։ Մազա-
կանության ցուցանիշներն են մազական բարձրացման աշա-
գությունն ու մակարդակը։ Դրանք կախված են ապարի մե-
խանիկական կազմից, մասնիկների ձևից, խտությունից

Ա Ղ Յ Ո Ս Ա Կ 6

Ապարներ	Ծծանցման պորձակից. մլ/որ
Կավեր	0,001
Ավազակավ	0,001—0,01
Կավավազ	0,01— 0,5
Մանրահատիկ ավազ	0,5— 5,0
Խոշորահատիկ ավազ	5,0—60,0
Գլաբար ավազային լիցքով	20—100
Գլաբար և ղևաքար	100

Ա Ղ Յ Ո Ս Ա Կ 7

Ապարներ	Կապիլյար բարձրացում. սմ
Խոշորահատիկ ավազ	10— 35
Մանրահատիկ ավազ	35—100
Կավավազ	100—200
Ավազակավ	200—400
Կավեր	400—600

ու դասավորությունից, ինչպես նաև ջրի ջերմաստիճանից ու
հանքայնացումից։ Ինչպես վկայում են ստորև բերված աղյու-
սակի (7) տվյալները, խոշորահատիկ ապարներում մազական
բարձրացումը փոքր է, իսկ մանրահատիկ ապարներում՝ մեծ։
Որոշ տեսակի կավերում մազական բարձրացումը կարող է հաս-
նել 10—12 մ-ի։ Ապացուցված է, որ ջրի ջերմաստիճանի բարձ-
րացման դեպքում մազական բարձրացումը նվազում է, իսկ
հանքայնացման բարձրացման դեպքում՝ ավելանում։ Դի-

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

Հեռնային ապարներում մաղական բարձրացման երևույթները հաճախ գործնական մեծ նշանակություն ունեն: Մաղական ջուրը կարող է սնուցել բույսերին, եթե հասնում է արմատներին: Սակայն, եթե մաղական ջուրը բարձրանում է լինչև երկրի մակերևույթ՝ գոլորշիանում է, ապա տեսական պրոցեսի դեպքում զգալի չափով աղեր են կուտակվում և դերը վերածվում են աղուտների: Մաղական ջրերը բացասական ազդեցություն են ունենում նաև ինժեներական կառույցների վրա. շենքերի նկուղային հարկերում խոնավությունը մեծանում է, աղերը քայքայում են կառույցների հիմքերը և այլն:

Ինչպես վերևում նշվեց, բնության մեջ ջուրը միակ միացությունն է, որ հանդես է գալիս ն աղեկատալին վիճակներով՝ հեղուկ, կարծր և գոլորշի: Հեռնային ապարներում ջուրը աարբեր ձևով ու վիճակով պարունակվում է դրանց նեղքերում 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. Լեբեդևը: Սկզբնականագույնը, որ հետազոտում ճշգրտվել ու լրացվել է Ս. Ի. Գուզովի, Վ. Ա. Պրիկլոնսկու, Ա. Ա. Ռոդեի, Ե. Մ. Սերգևի և ուրիշների աշխատանքներով, կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ:

1-ին գոլորշու ձևով:

2-րդ. ֆիզիկապես կապակցված ջուր: Տարբերում են ևսուր կապակցված (աղսորբացված կամ հիդրոսկոպիկ) և թույլ կապակցված (թաղանթային) ջրատեսակներ:

3-րդ. ազատ կամ դրավիտացիոն ջուր: Տարբերում են մաղական (մակերևութային լարվածությամբ կապված) և միանգամայն ազատ ջրատեսակներ: /

4-րդ. կարծր (սառցի) ձևով ջուր:

5-րդ. միներալներում բիմիտայես կապակցված ջուր: Տարբերում են բյուրեղային (կրիստալիզացիոն), կառուցված-
րային (կոնստիտուցիոն) և ցեոիտային ջրատեսակներ:

7 Կոլորչու ձևով ջուրը օդի չեա միասին պարունակվում է աերացիայի գոնայի լուծանային ապարների ճեղքերում ծա-
կոտիններում: Այն գտնվում է դինամիկ հավասարակշռության մեջ ինչպես մթնոլորտային գոլորշու, այնպես էլ ապարների այլ ջրատեսակների հետ: Զրային գոլորշիների շարժումը ապարներում կատարվում է առաձգականությամբ: զրադիենտի առկայության դեպքում, որը հիմնականում պայմանավորված է տարբեր տեղամասերի ջերմաստիճանային տարբերությամբ: Ձմռանը ջրային գոլորշիները շարժվում են ներքին-վերև, իսկ առմանը՝ հակառակ ուղղությամբ: Մի տեղում ջրի գո-
լորշիացումը, մեկ այլ տեղում այլ գոլորշիների խտացումը (կոնդենսացիան) կարող են զգալի դեր խաղալ ապարներում և հողաբուսական ծածկոցում խոնավության տեղաբաշխման գործում:

7 Ֆիզիկապես կապակցված ջուրը գերազանցապես տա-
րածված է մանրահատիկ կամ կավային ապարներում: Հայտնի է, որ փոքր չափերի կավային մասնիկների մակերև-
վույթին առաջանում է բացասական լիցքով էլեկտրաստատիկ ղաշտ: Վերջինս ձգում է ջրի մոլեկուլներին, որոնք իրենցից ներկայացնում են դիպոլներ, և այս ձևով ապարի մասնիկ-
ների 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 չափերի մոլեկուլյար ու էլեկտրա-
ստատիկ ձգողական ուժերով (մինչև մի քանի հազար մթն-
նոլորտ) և կարող է տեղաշարժվել միայն բարձր ջերմաս-
տիճանում (100—120° 8) գոլորշիացման ճանապարհով:

Ամուր կապակցված ջրային մոլեկուլները կարող են ծածկ-
վել ավելի հաստ շերտով կամ թաղանթային ջրով, որն ավե-
լի թույլ է կապակցված ապարի մասնիկների հետ: Թաղան-
թային ջուրը որոշակի հաստության դեպքում ընդունակ է դանդաղորեն շարժվել դեպի հարեան ավելի բարակ թաղան-

թով մասնիկները: Շարժման արագությանը կախված է ապարի մասնիկների միներալային կազմից, միջավայրի ջերմաստիճանից և ջրի ռանքայնացման աստիճանից: Ռադան-թային ջուրը հիդրոստատիկ ճնշում չի հաղորդում, ընդունակ է որոշ քանակի աղեր լուծել և թուլացնում է կավային ապարների առաձգական հատկանիշները:

Ազատ կամ զրավիտացիոն ջուրը ստորաբաժանվում է 2 տեսակի: Լեռնային ապարների ջրային հատկությունները վերևում դիտարկելիս որոշակի պատկերացում կազմեցինք մազական ջրերի մասին, իսկ միանգամայն ազատ կամ զրավիտացիոն ջուրը հիդրոերկրաբանություն խնդրո առարկան է և նրա ըստ ամենայնի դիտարկումը կարվի ևտադա շարադրանքում:

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

Քիմիապես կապակցված ջուրը մտնում է միներալների քիմիական կազմի մեջ: Բյուրեղային (կրիստալիոացիոն) ջուրը մտնում է միներալների բյուրեղային ցանցի մեջ առանձին մոլեկուլների կամ դրանց խմբի ձևով: Այս ջուրը միներալից կարելի է անջատել $250-300^{\circ}\text{K}$ ջերմային պայմաններում կամ միներալի քայքայման 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 կշռի 63 տոկոս), միրաբիլիտը՝ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ (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^+

խոնքների ձևով: Այս ջուրը կարելի է անջատել ափսիսի բարձր
 էլեմենտի միջոցով (300—1300° Ց) կամ միներալի բյուրեղային
 ցանցի լրիվ բայրալման դեպքում: Որպես օրինակ կարող են
 ծառայել $(\text{Al}_2\text{OH})_3$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ հիդրօքսիդները և այնպիսի տա-
 բածված միներալներ, ինչպիսիք են դիսպարը՝ $\text{AlO} \cdot \text{OH}$, տո-
 պալը՝ $\text{Al}_2(\text{OH})_2\text{SiO}_2$ և այլն:

Ցեոլիտային ջուրը միներալի նեո շտիպաղանց թույլ է կապ-
 ված, նրա քանակի փոփոխությունը չի ազդում բյուրեղային
 ցանցի կառուցվածքի վրա: Ցեոլիտային ջուրը միներալից ան-
 ջատվում է 80—120°-ում: Այս սիպի ջուր պարունակող բնո-
 րոշ միներալ է օպալը՝ $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$:

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ԶՐԵՐԻ ՏԱՐԱԾՄԱՆ ՈՐԻՆԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ ՈՒ ՏԻՊԵՐԸ

Լեռնային ապարների ջրաֆիզիկական հատկությունները
 դիտարկելիս պարզ դարձավ, որ կախված ապարների լիթո-
 լոգիական կաղմից ու ընդհանուր ծակոտկենությունից, դրանք
 կարող են իրենց դրսևորել որպես ջրատար կամ ջրամերժ մի-
 ջավայրեր:

Կախված երկրակեղևում ջրատար ու ջրամերժ ապարների
 տեղաբաշխումից, դրանցում կարող են առաջանալ այս կամ
 այն քանակի ջրային կուտակումներ, որոնց համակցությունը
 առաջացնում է երկրակեղևի ստորերկրյա ջրային պատյանը
 կամ «անտեսանելի օվկիանոսը»: Ստորերկրյա ջրային պատ-
 յանի ստորին սահմանը, ըստ պրոֆ. Ա. Մ. Օվչիննիկովի,
 պայմանականորեն կարող է հասնել մինչև 12—16 կմ խո-
 բությունները, այսինքն կրիտիկական ջերմաստիճանի (+374°
 Ց) խորությունները, որտեղ ջրի նեղուկ վիճակում գոյու-
 թյունը անհնար է: Որոշ գիտնականներ (Ֆ. Ա. Մակարենկո,
 Վ. Ս. Իլյին) գտնում են, որ գեոտեկտոնական առանձնահատ-
 կություններով պայմանավորված, երկրակեղևի որոշ մա-
 սերում այն կարող է հասնել մինչև 70—100 կմ խորու-
 թյուններ: Սակայն հիդրոերկրաբանական գործնական խնդիրնե-
 րի լուծման տեսակետից կարելի է սահմանափակվել մինչև

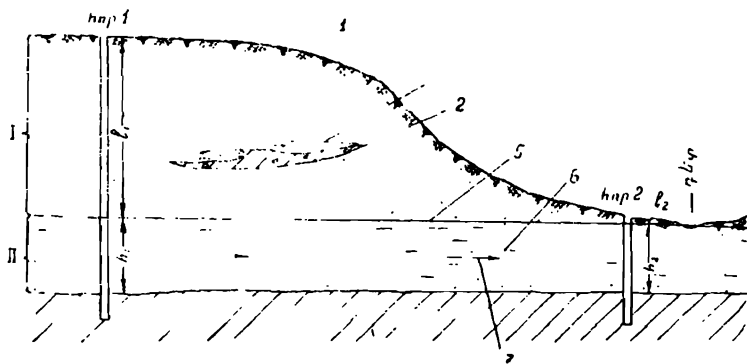
5 կմ խորությամբ երկրակեղևով, ինչպես դա սրվում է ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր պաշարները գնահատելիս:

Ստորերկրյա ջրային պատյանի վերին սահմանը ներքի մակերևույթից հաշված կարող է տատանվել մի քանի մետրից մինչև 100 մ: Առանձին դեպքերում, մասնավորապես Հումիդ (խոնավ) կլիմայական պայմաններում, ստորերկրյա ջրերը կարող են ընդհուպ մոտենալ մակերևույթին կամ նույնիսկ «արտահայտվել» մակերևույթի վրա՝ ճահճների ձևով: Երկրակեղևի կտրվածքի ամենավերին հատվածը, որը գուրկ է ստորերկրյա ջրերի կայուն կուտակներից և ապարների դատարկություններում առկա է օդը, կոչվում է Անհա-ցիալի զոնա (նկ. 3): Վերջինի նյութությունը կախված է տեղանքի կլիմայական պայմաններից, ջրամերձ ապարների 1-ին շերտի տեղադրման խորությունից և, ինչպես ասացինք, կարող է հասնել մինչև 100 մետր նյութության:

Անհացիալի զոնան մեծ դեր է կատարում գրունտային ջրերի սնման ու ծախսման գործում, նրա միջոցով է իրականացվում ստորերկրյա ջրերի ու մթնոլորտի կապը, այսինքն այս զոնան կատարում է մի տեսակ թափաբեկի (բուֆերի) դեր: Այսպես, անձրևային և ձնհալքային ջրերը, անցնելով անհացիալի զոնան, սնում են ստորերկրյա ջրային հորիզոնները, իսկ չորային գոտիներում, ստորերկրյա ջրերի ոչ խորը տեղադրման դեպքում (մինչև 3 մ) այս զոնայի միջով է կատարվում գոլորշիացումը:

Անհացիալի զոնայից ներքև տարածվում է հաղեցման զոնա (նկ. 3), որտեղ ապարների ճեղքերն ու ծակոտիները ամբողջապես լցված են ազատ (գրավիտացիոն) ջրով: Հաղեցման զոնան մայրցամաքում գրեթե համատարած բնույթ ունի, հանդիպում է նույնիսկ տափաստանային ու անապատային մարզերում, սակայն ավելի մեծ խորությունների վրա (տասնյակ և հարյուրավոր մետրեր): Այս զոնայի մեծ խորություններում, սկսած 1,5 կմ-ից, ֆիզիկապես կապված ջրերը նույնպես անցնում են շարժուն վիճակի, իսկ 4—5 կմ-ից մեծ խորություններում, որտեղ թափավորում են բարձր ճնշումն ու ջերմաստիճանը, հեղուկ վիճակի են անցնում նաև քիմիապես կապված ջրերը:

Կախված ջրատար ապարների կառուցվածքային առանձ-



Նկ. 3. Վերնաթերի ու զրունտային թերի տեղադրման սխեմա.

1— աւերադիպի գոնա, 11— Նոգեցման Կոնա. 1— ալպա, 2— զլարա-
րով ալպադակով, 3— կապ, 4— վերնաջրեր, 5— գրունտային ջրեր, 6—
գրունտային ջրերի մակարդակ, 7— գրունտային ջրերի Նոսրի ուղղություն,
h₁, h₂— գրունտային ջրերի Նոսրությունը Նորատանցքերում, i₁, i₂— գրուն-
տային ջրերի տեղադրման խորությունը:

նահատկություններից, ստորերկրյա ջրերը կարող են ունենալ տարածման բազում ձևեր, սակայն առավել շատ հանդիպում են շերտաձև կուտակները, հոռուսով կլիմայական պայմաններում ստորերկրյա ջրերի կուտակները կարող են ահեղի շափերի ծովային ավազաններ հիշեցնել, իսկ չորային գոտիներում՝ «լցնել» միայն թաղված հին ուղիների (պալեոուղիների) դածրագիր մասերը: Այստեղ ջրերը կուտակվելով ջրատար ապարներում, որոնք տեղադրված են ջրամերձ ապարների շերտի վրա, կամ վերեկից ու ներքեկից պարփակված են ջրամերձ շերտերով, առաջացնում են ջրատար հորիզոններ: Հաճախ երկրակեղևի ուղղաձիգ կտրվածքում հանդիպում են մի քանի ջրատար հորիզոններ, որոնք միմյանցից անջատված են ջրամերձ շերտով: Այսպես օրինակ, Արարատյան արտեզյան ավազանում գոյություն ունեն ճեղքավորված բազալտների և գետալճային բեկորավոր նստվածքների հետ կապված առնվազն 3 ջրատար հորիզոններ, որոնք միմյանցից անջատված են կավային ու ավազային շերտերով:

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

չրերի բազմաբնույթ բնական տոանձնահատկություններով։ Որպես դասակարգման հիմք ընդունվում են ստորերկրյա ջրերի ծագումը, նրանց տեղագրման ձևերն ու պայմանները, հիդրոգիսամիկ ցուցանիշները, որակական կազմը, ջրատար ապարների լիթոլոգիական կազմն ու հառակը և այլն։ Դիտարկենք պրոֆ. Ա. Մ Օվչիննիկովի ընդհանրացված դասակարգումը, որի համաձայն ստորերկրյա ջրերը բաժանվում են 3 խոշոր տիպերի՝ վերնաջրեր, գրունտային և արտեզյան ջրեր։

Վերնաջրեր կոչվում են այն ստորերկրյա ջրերը, որոնք փոքր, ոչ համատարած կուտակների ձևով տեղագրված են անրաքիայի զոնայում։ Սովորաբար դրանք կապված են երեսասարդ նստվածքների հետ (մանրահատիկ ավազներ, ավազակավեր, լյուս և այլն), որոնց համար ջրամերձ հիմք են ծառայում կավային ոսպնյակներն ու շերտիկները (նկ. 3)։ Վերնաջրերին են դասվում նաև «կախված» ջրերը, որոնք մակերևույթից թափանցելով անրաքիայի զոնա, ջրի ոչ բավարար քանակի պատճառով չեն հասնում գրունտային ջրերին, բայց և չեն հասցրել գոլորշիանալ։

Վերնաջրերին բնորոշ են հետևյալ հատկանիշները. պլանում դրանք ունեն ոչ մեծ տարածում և տեղագրված են փոքր խորությունների վրա, պաշարները մեծ չեն և ունեն սեզոնային բնույթ (սովորաբար տաք կիսատարում վերանում են)։ Խոնավ գոտիներում վերնաջրերը ունենում են փոքր հանքայնացում և մեծամասամբ հիդրոկարբոնատային կալցիումային կազմի են, իսկ չորային գոտիներում հանքայնացումը բարձր է, քիմիական կազմում գերիշխում են Cl և Na իոնները։

Տեղագրման փոքր խորությունների հետևանքով վերնաջրերը հակված են շուտ աղտոտվելու, հատկապես՝ բնակավայրերի շրջակայքում։

Վերնաջրերը կարևոր դեր են խաղում բույսերի սնման գործում և թերևս այդ պատճառով էլ կրում են սեզոնային 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

ծառայումներ, այդ պատճառով անհրաժեշտ է լինում կատարել լուրացման (գրեհաժի) դժվարին աշխատանքները:

Գրունտային կոչվում են երկրի մակերևույթից հաշված առաջին տարածուն ջրամերձ շերտի վրա տեղադրված ջրերը և որոնք դրադեղնում են ընդարձակ տարածքներ և մշտապես գոյություն ունեն: Գրունտային ջրերը հորիզոնը սովորաբար ջրամերձ ապարներով ծածկված չի, իսկ ջրատար շերտը ջրով ամբողջությամբ չի լցված (նկ. 3): Գրունտային ջրի մակերևույթը վերինից սահմանափակված չի, այդ պատճառով դրանք համարվում են ազատ, ոչ ճնշումային: Հորատանցքով կամ ջրհորով գրունտային ջրերի հորիզոնը հատելիս նրա հայելին կանգնում է սկզբնապես բացված մակարդակի վրա:

Առանձին տեղամասերում, որտեղ գրունտային ջրերը վերելից պարփակված են լոկալ ջրամերձ շերտով, դրանք ձևով են բերում տեղական փոքր ճնշում: Ուրպես կանոն, գրունտային ջրերի սնման և տարածման մարդկերը համընկնում են: Տափաստանային ու անապատային գոտիներում սնման մարկերը կարող են ձգվել դեպի մոտակա բարձրագիծ լեռները, իսկ որոշ միջլեռնային գոգավորություններում, ինչպես օրինակ, Արարատյան արտեզյան ավազանում, գրունտային ջրերը սնվում են առավելապես խոփային հորիզոններից, որոնք իրենց հերթին սնվում են գոգավորությունը եզրավորող լեռնաշղթաներից:

Մշտական պաշարներով բնորոշվող գրունտային ջրերը բնության մեջ ունեն լայն տարածում: Դրանք գերազանցապես կուտակվում են չորրորդական հասակի նորագոյացումներում, ինչպես նաև արմատական ապարների հողմահարման կեղևում: Գրունտային ջրերի տեղադրման պայմանները բազմապիսի են և պայմանավորված են տեղանքի ֆիզիկաաշխարհագրական, երկրաբանական-լիթոլոգիական, գեոմորֆոլոգիական և այլ գործոններով:

Գրունտային ջրերը բավական զգայուն են մթնոլորտում տեղի ունեցող փոփոխական պրոցեսների նկատմամբ: Կախված մթնոլորտային տեղումների քանակից, գրունտային ջրերի մակարդակը զգալի փոփոխություններ է կրում. անձրևադուրկ եղանակներին և չորային տարիներին այն զգալիորեն իջնում է, իսկ անձրևային եղանակներին և խոնավ տարիներին

րին՝ բարձրանում: Մակարդակի տատանումների հետ զուգընթաց էական փոփոխությունների են ենթարկվում նաև գրունտային ջրերի ֆիզիկա-քիմիական հատկանիշները:

Գրունտային ջրերը մարդու կարիքների համար առավել մատչելի ստորերկրյա ջրերն են: Դիտողական բնակավայրերում լայնորեն տարածված է ոչ խաբը ջրօրերի միջոցով դրանց շահագործումը: Սակայն գրունտային ջրերի ոչ խորը տեղադրման պատճառով դրանք հաճախ ենթակա են աղտոտման և վարակման:

Գրունտային ջրերի ազատ մակերևույթը կոչվում է հալելի կամ սփռոց: Քանի որ այն ենթակա է տատանումների, ապա օգտագործվում է գրունտային ջրերի մակարդակ հասկացողությունը, որը նշանակում է ջրերի հորիզոնի վերին և ստիմանի տեղադիրքը՝ չափած ջրամերձ շերտից: Գրունտային ջրերի մակարդակը պայմանավորում է ջրատար հորիզոնի հզորությունը (կ) և տեղադրման խորությունը (կ)՝ չափած երկրի մակերևույթից (նկ. 3):

Գրունտային ջրերի հալելին որոշակի կախման մեջ է տեղանքի ուղիղից, ջրատար ապարների համասեռությունից և ջրամերձ ապարների ուղիղից (պալեոուղիղից): Հաճախ այդ հալելին իրենից ներկայացնում է թույլ ալիքավոր մակերևույթ, որի բնդհանուր թերությունը ուղղված է դեպի տեղանքի մոտակա ցածրությունները (ձորակները, գետահովիտները և այլն): Համասեռ ապարներում գրունտային ջրերի մակերևույթը կարող է կատարյալ հարթ լինել, իսկ նախապայրային տեղանքներում գոգավոր ջրամերձ հիմքի դեպքում ունենան հորիզոնական դիրք: Վերջին դեպքում հորիզոնին անվանում են գրունտային ջրերի ավազան:

Բնության մեջ ավելի հաճախ գրունտային ջրերի հալելին որոշակի թերություն ունի, որի շնորհիվ ստորերկրյա ջրերը շարժվում են դեպի տեղանքի ցածրությունները և էրոզիոն խրվածքներում դուրս գալիս երկրի մակերևույթ: Այս դեպքում արդեն գործ ունենք գրունտային ջրերի հոսքի հետ: Հոսքի արագությունը կախված է ապարների ջրաթափանցելիությունից և գրունտային ջրերի հալելու թերությունից, որը կոչվում է նաև իդրավիկ թերության կամ ճնշման պրագիկետ:

Երբևէն բնության մեջ հանդիպում են գրունտային ջրերի ալագանների և գրունտային խոռների գուգորդումներ (Նկ 4): Զրամերձ հիմքի գոգավորություններում գրունտային ջրերը գտնվում են կանգուն վիճակում, իսկ վերևից տեղի ունենում գրունտային ջրերի ազատ նստ:

Մանրության ուժի շնորհիվ գրունտային ջրերը շարժվում են բարձրադիր տեղամասերից (սկսած գրունտային ջրերի ջրաժանից) դեպի ցածրությունները, ըստ որում՝ ապարների ձևերում ծակոտիներում ջուրը կատարում է բարդ և տարրեր բնույթի շարժում: Գետահովիտներում, հատկապես, էրձնային հատվածում գրունտային ջրերի շարժման ուղղությունը համընկնում է մակերևութային հոսքի ուղղությանը:



Նկ. 4. Գրունտային հոսքի ու գրունտային ալագանի գուգորդման սխեմա.
1— ալագ, 2— ջրատար ալագ, 3— ջրամերձ կապ, 4— գրունտային ջրերի մակարդակ, 5— գրունտային ջրերի շարժման ուղղություն, 6— ներծծում:

Ըստ Ե. Ա. Զամարինի տվյալների, գրունտային ջրերի մակերևութի հաճախ դիտվող 0,001—0,01 իդրավիթիկ թեքությունների դեպքում ստորերկրյա ջրերի շարժման արագությունը կարող է կազմել՝ զյարարերում՝ 2,0—5,0 մ օր, խոշորահատիկ ավաղներում՝ 1,5—2,5 մ/օր, մանրահատիկ

ավազներում՝ 0,5—1,5 մ'օր, ավազակավերում և լյուսերում՝ 0,1—0,5 մ օր:

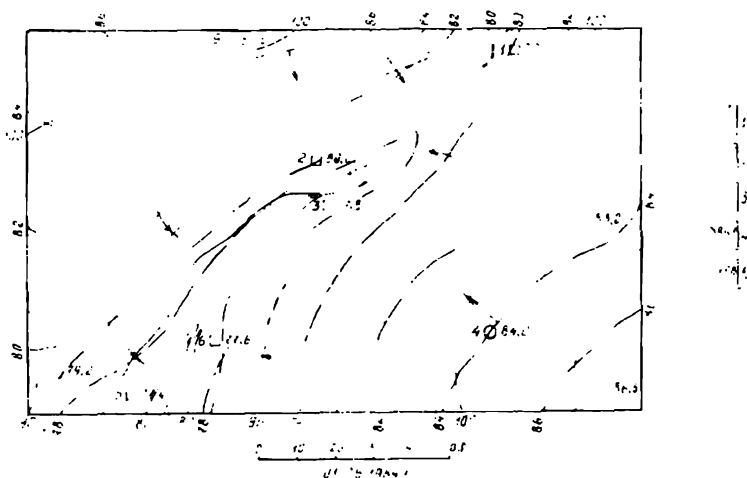
Տեղանքի ցածրադիր մասերում, որտեղ գրունտային ջրերի հորիզոնը հասնում է գետահովիտներով և այլ երկրորդ խրվածքներով, այդ ջրերը բևեռաթափվում են աղբյուրների և թաղույթների ձևով: Գրունտային հոսքերի հետ կապված աղբյուրները սովորաբար ունենում են վարքնաբանական: Կրունտային ջրերի տեղադրման, սնման ու շարժման պայմանները ժամանակի ընթացքում փոփոխական են, որի հետևանքով փոխվում են նաև դրանց մակերևույթի բնույթը, շարժման առաջուկայինը, ջրերի ֆիզիկական հատկանիշները, քիմիական կազմը և այլն: Քանի որ գրունտային ջրերը մարդու կյանքում հակառակ կարևորություն ունեն, ապա վաղուց ի վեր ուսումնասիրվում են նշված փոփոխությունները պայմանավորող օրինաչափությունները: Ստեղծվել է հիդրոերկրաբանության հատուկ բաժին, որն ուսումնասիրում է ստորերկրյա ջրերի ուժի մասին: Վերջինիս տակ հասկացվում է ստորերկրյա ջրերի վարքը (որակական ու քանակական փոփոխությունները) ժամանակի ընթացքում՝ կախված երկրաբանական ու ֆիզիկաաշխարհագրական գործոններից և մարդու տնտեսական գործունեությունից:

Գրունտային ջրերի ուժի մասին վրա հիմնականում ազդում են դրանց սնման պայմանները, որոնք իրենց հերթին կախված են տեղանքի կլիմայական, ուղիներից, հողաբուսական, լիթոլոգիական և այլ գործոններից:

Ուսումնասիրելով տեղանքի աղբյուրները, ջրհորերն ու հորատանցքերը, հիդրոերկրաբանները կազմում են գրունտային ջրերի իզոգոնների (հիդրոիզոհիպսերի) քարտեզ՝ որոշակի ժամանակահատվածի համար: Հիդրոիզոհիպսերը կազմվում են ուղիների հորիզոնականների (իզոգոնների) անալոգիայով՝ սահուն գծերով միացնելով ստորերկրյա ջրերի հավասար մակարդակներ ցույց տվող կետերը (նկ. 5): Ունենալով հիդրոիզոհիպսերի քարտեզը՝ համադրված ուղիների իզոգոնների վրա, քարտեզի ցանկացած կետում այդ 2-ի նիշերի տարբերությամբ կարելի է որոշել գրունտային ջրերի տեղադրման խորությունը, դրանց հաշվու թեքությունը և շարժման ուղիությունը:

Ինչպես վերևում նշեցինք, գրունտային ջրերի քանակը, որակը և տեղադրման խորությունը կախված են ոչ միայն երկրաբանական գործոններից, այլ նաև շրջանի ֆիզիկա-աշխարհագրական, մասնավորապես կլիմայական պայմաններից: Գրունտային ջրերի կապը կլիմայական պայմաններից առաջինը հայտնաբերել է լուս ազանավոր դիտական Վ. Վ. Գոկուշևը: Հետագայում նրա աշակերտներ Պ. Վ. Օտոցկին ու Վ. Ս. Իլյինը, իսկ ավելի ուշ, ճանաչված Ֆիզրոսկրյարաններ Ո. Կ. Լանգեն, Գ. Կամենսկին և Ի. Վ. Գաբունովը մանրամասնորեն քարտեզահանել են Սովետական Միության ամբողջ տարածքի զոնալ գրունտային ջրերը:

Հարկ է նշել, որ ըստ տարածման պայմանների Ֆիզրո-



Նկ. 5. Ֆիզրոկոորդիպսերի սխեմատիկ փառակց.

1 — ռելիեֆի հորիզոնական, 2 — Ֆիզրոկոորդիպս (Ֆիզրոկոորդի), 3 — գրունտային ջրերի շարժման ուղղություն, 4 — իրատանցք, թվերի նշանակությունը, ձախից — իրատանցքի խմբերը, աջից — գրունտային ջրերի մակարդակի բացարձակ նիշը (մետր), 5 — ջրհոր (թվերի նշանակությունը նույնն է):

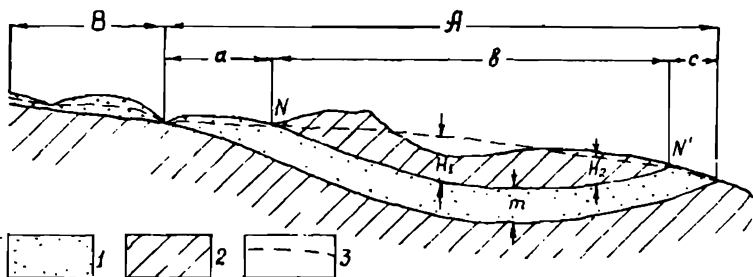
երկրաբաններն առանձնացնում են գրունտային ջրերի մեկ շարք տեսակներ, որոնք էապես տարբերվում են իրենց առանձնահատկություններով: Այսպես օրինակ, զանազանում

ևն գրունտային ջրեր, որոնք տարածված են տափաստանային, անապատային, լեռնային և հավերժական սառցույթի շրջաններում, կամ տեսակներ, որոնք կապված են գետափերի, արտաբերման կոնների, սառցամորենային նստվածքների և ծովափնյա ավազաթմբերի հետ: Գրունտային ջրերի թվարկած տեսակները աչքի են ընկնում մի շարք առանձնահատկություններով, որոնց մասին կաբելի է սպառիչ տեղեկություններ ստանալ հիդրոերկրաբանական հատուկ գրականությունից կամ ուսումնական ձեռնարկներից:

Այն ստորերկրյա ջրերը, որոնք տեղագրված են վերևից ու ներքևից ջրամերձ շերտերով պարփակված ջրատար ապարներում և օժտված են հիդրոստատիկ ճնշումով, կոչվում են առտեղյան ջրեր: Հորատանցքերով կամ այլ փորվածքներով արտեղյան ջրերը հատելու դեպքում ջուրը բարձրանում է ջրատար ապարների առաստաղից վերև և, եթե տվյալ կետում ճնշումային մակարդակը բարձր է երկրի մակերևույթից, ապա տեղի է ունենում ջրի ինքնահոս բևեռաթափում կամ շատրվանում (նկ. 6): Արտեղյան ջրերն իրենց անվանումը ստացել են Հարավային Ֆրանսիայի Արտուա (Նում լատիներեն՝ Արտեզիա) նահանգի անունից, ուր 1126 թ. առաջին անգամ փորված իորատանցքերը տվեցին շատրվանոց ջուր:

Արտեղյան ջրերի տարածման համար նպաստավոր են սինեկլիզները, ձկվածքները, նախալեռնային իջվածքների միաթև կառուցվածքները, միջլեռնային գոգավորությունները, տեկտոնական խզվածքները, գրաբնային իջվածքները և այլն: Արտեղյան ջրերը սովորաբար կապված են հին հասակի, երբեմն նաև շորրորդական հասակի (զոր շերտախմբերի հետ: Ինչքան արտեղյան ջրերի հոսքի մարդը ցածր է սընման մարզի նկատմամբ, այնքան դրանց հիդրոստատիկ ճնշումը մեծ է: Բերված սխեմայում (նկ. 6) XX^1 ուղիղը արտահայտում է հիդրոստատիկ ճնշման մակարդակը, ըստ որում, եթե այն վեր է երկրի մակերևույթից, կոչվում է գրական ճնշում (H_1), իսկ եթե ցածր է՝ բացասական ճնշում (H_2):

Սովորաբար արտեղյան ջրերը տեղագրված են գրունտային ջրերից ներքև: Ի հակադրություն գրունտային ջրերի, դրանց սնման (a) ու տարածման (5) մարդերը չեն համ-



Նկ. 6. Արտեղյան ջրերի տեղադրման սխեմա.

1— ջրատար ավազների շերտ, 2— ջրամերժ կավային ապարներ, 3— ստորերկրյա ջրերի մակարդակ, N — արտեղյան ջրերի տարածման գոտի, a — սնման մարզ, b — ճնշման մարզ, c — բևեռաթափման մարզ, B — գրունտային ջրերի տարածման գոտի, H_1 — որակյան ճնշման մակարդակ, H_2 — բաջաստվան ճնշման մակարդակ, NN' — ճնշման մակարդակ, m — ջրատար շերտի հզորություն:

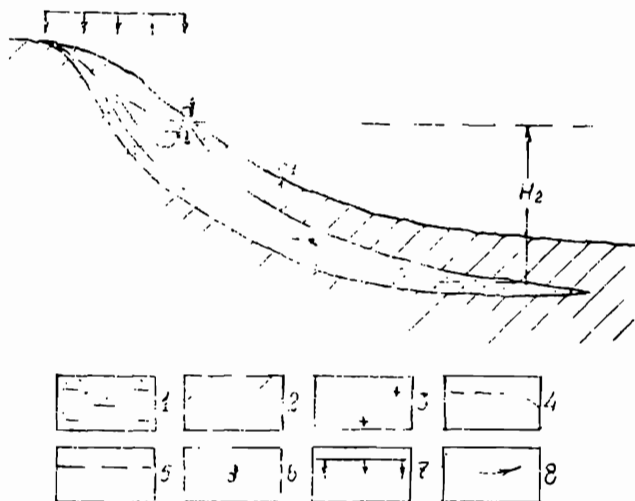
ընկնում: Արտեղյան ավազանի սնման մարզը, որը տեղադրված է ավելի բարձր, սովորաբար գտնվում է տարածման ու բևեռաթափման (c) մարզերից մեծ հեռավորությունների վրա:

Ըստ արտեղյան ջրերի տեղադրման պայմանների առանձնացնում են արտեղյան ավազաններ, արտեղյան լանջեր և մերձարտեղյան (սուբարտեղյան) ավազաններ: Արտեղյան ավազան անվան տակ հասկանում ենք արտեղյան ջրատար հորիզոնների համակարգ, որոնք տեղադրված են ղերապան-ցապես սինկլինալային, ձկնվածքային ստրուկտուրաներում: Մասնավոր դեպքում արտեղյան ավազանը կարող է ներկայացված լինել միայն մեկ ճնշումային ջրատար հորիզոնով, ինչպես ցույց է տրված բերված սխեմայում (նկ. 6):

Արտեղյան լանջը, ըստ Ա. Մ. Թվչինսկիովի, արտեղյան ջրերի յուրահատուկ ասիմետրիկ ավազան է, որը սովորաբար հանդիպում է մոնոկլինալ տեղադրված, դեպի խորքը սկզբնական վերջացող ջրատար հորիզոնների ձևով (նկ. 7): Մերձարտեղյան ավազանը, ըստ ակադ. Ֆ. Պ. Սավարենսկու բնութագրման, ներկայացվում է ճնշումային ջրերի հորիզոնով, որը վերևից համատարած ջրամերժ շերտով չի մեկուսացված և

տեղ-տեղ հաղորդակցվում է վերևում տեղադրված գրունտային ջրերի կամ աերացիոն գոտու հետ (նկ. 8):

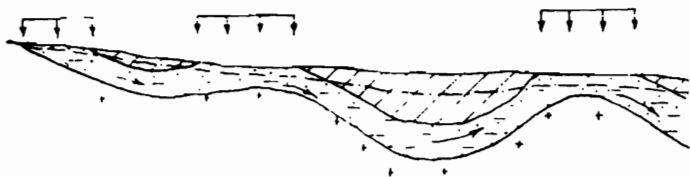
Արտեզյան ջրերի ընդլայնման համար, գրունտային ջրերի իզոհիպսերի նման, կազմվում է հիդրոիզոպիեդների կամ պիեդոիզոհիպսերի քարտեզ: Վերջինս համադրելով տեղանքի ու ծածկող ջրամերձ շերտի հատակի քարտեղների հետ, կարելի է արտեզյան ավազանի ցանկացած կետում որոշել հորիզոնի տեղադրման խորությունը, ճնշման մեծությունը, շատրվան ստանալու հնարավորությունը, հիդրավիկ թևությունն ու ջրերի շարժման ուղղությունը:



Նկ. 7. Արտեզյան խնջի սխեմա.

1— ջրատար ավազներ, 2— ջրամերձ կավեր, 3— բյուրեղային հիմքի ջրամերձ ապարներ, 4— ճնշումադուրկ ջրերի մակարդակ, 5— պիեդոմետրիկ մակարդակ, 6— վերընթաց աղբյուր, 7— մթնոլորտային տեղումների ծծանցման տեղամասեր, 8— ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղություն:

Պլատֆորմների խոշոր արտեզյան ավազանների ստորերկրյա ջրերի ձևավորումը սկսվում է սովորաբար լեռնային ապարների և տեկտոնական սարուկտուրաների առաջացմանը դուրենթաց: Ավազանի ջրերի մի մասը կարող է բեղիմենտացիոն ծագման լինել: Հետագայում արտեզյան



Նկ. 5. Մերձարտեզյան ջրերի տարածման սխեմա,
(պայմանական նշաններ տես նկ. 7):

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

Ընդհանրապես արտեզյան ավազանների սահմաններում ավելի ինտենսիվ շրջանառություն կատարվում է վերին հորիզոններում և դանդաղ՝ ստորին հորիզոններում: Այս կապակցությամբ Ի. Կ. Իգնատովիչը առաջարկել է արտեզյան ավազանների սահմաններում առանձնացնել 3 հիդրոգինամիկական 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, ուղիների էրովիոն խրվածքով (հիմքով) և զոնան ընդգրկում է դրանից վեր գտնվող բարձրագիժ տեղամասերը: Դանդաղ ջրափոխանակման զոնան ընդգրկում է արտեզյան ավազանի աչն տեղամասերը, որոնք գտնվում են ծովի մակարդակի և տեղանքի ժամանակակից էրովիոն խրվածքի միջև: Չափազանց դանդաղ ջրափոխանակման զոնան պայմանականորեն տեղադրված է ծովի ջրի մակարդակից ցածր, որտեղ հիդրոգինամիկ շարժման պայմանները խիստ դժվարին են: Հիդրոգինամիկական զոնաների սահմանները պայմանական են, քանի որ ջրափոխանակության ինտենսիվության վրա ազդում են ոչ միայն արտեզյան ավազանի տեղամասի հիպսոմետրական դիրքը և երկրաբանական կառուցվածքների բնույթը այլ նաև ապարների ջրաթափանցելիությունը:

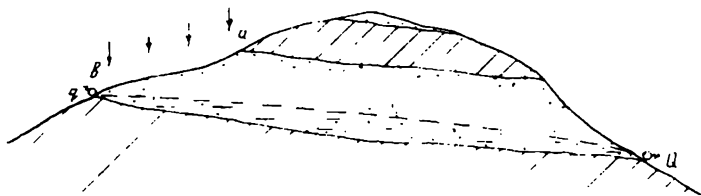
Հիդրոգինամիկական զոնաների հետ սերտորեն առնչվում

1. նաև արտեղյան ջրերի հանքայնացումը և քիմիական կազմի ձևավորումը: Ակտիվ ջրափոխանակության դոնայի արտեղյան ջրերը գերազանցապես բաղցրահամ են, նրանց հանքայնացումը չի անցնում 1—2 գ/լ-ից, իսկ քիմիական կազմում իշխում են HCO_3 և Ca իոնները: Խորը տեղադրված կանգուն ուժի մի արտեղյան ավազաններում ջրերը հագեցնում են բազմապիսի աղերով, դրանց հանքայնացումը կարող է հասնել մի քանի տասնյակ գ/լ, իսկ եթե տեղանքի երկրաբանական կտրվածքում առկա են նաև հեշտ լուծելի աղատաշատվածքներ՝ մինչև 500 գ/լ Cl և Na իոնների գերակշռությամբ:

Արտեղյան ջրերի մեկուսացված լինելը գրունտային և մակերևութային ջրերից, ինչպես նաև սնման մարդերի հետ տեղադրումը դրանց համար ապահովում են առավել կայուն ուժի: Չափավոր շահագործման դեպքում արտեղյան ջրերի մակարդակը, ի տարբերություն գրունտային ջրերի, տեական ժամանակի ընթացքում էական փոփոխությունների չի ենթարկվում: Սակայն գիտատեխնիկական հեղափոխության ժամանակաշրջանում, երբ նորագույն տեխնիկայով զինված մարդը անհաշիվ հորատանցքերով շահագործում է արտեղյան ջրերը, ապա ամենախոշոր արտեղյան ավազաններում անգամ դրանց ուժի մեծացում է: Բավական է նշել, որ վերջին 3—4 տասնամյակում արտեղյան ջրերի մակարդակը Հոնդոնի շրջակայքում նվազել է 100—110 մ, Փարիզում՝ 120—130 մ, Կիևի տարածքում՝ 60—70 մ և այլն: Այս երևույթի բացասական ազդեցությունը մեծ է. այն ծնող պատճառների ու հետևանքների մասին կխոսվի ստորև:

Բացի նկարագրված գրունտային և արտեղյան ջրերի տիպերից, հագեցման զոնայում երբեմն հանդիպում են նաև ստորերկրյա ջրերի հորիզոններ, որո՞ւք տեղադրված են ջրամերժ շերտերի միջև, սակայն ճնշումից զուրկ են: Դրանք անվանվում են միջշերտային ոչ ճնշումային ջրեր և միջանկյալ դիրք են գրավում գրունտային և արտեղյան ջրերի միջև: Փոքր տարածում ունեցող այս ջրերի տիպը առավելապես հանդիպում է կտրտված ուլիկաֆոս միջնոտային տեղամասերում և կապված է ջրամերժ շերտերի միջև տեղադրված բավական հզոր ջրատար ապարների հետ (նկ. 9):

Սնման սահմանափակ մարդը չի համընկնում տարածման մարդի հետ, սակայն շարժման պայմանների տեսակետից միջջերտային ջրերը նման են գրունտային ջրերին: Մեծ տարածությունների վրա միջջերտային ոչ ճնշումային ջրերը վերածվում են կամ գրունտային, կամ արտեզյան (մերձարտեզյան) ջրերի:



Նկ. 9. Միջջերտային ճնշումագույրի ջրատար հորիզոնի սխեմա.

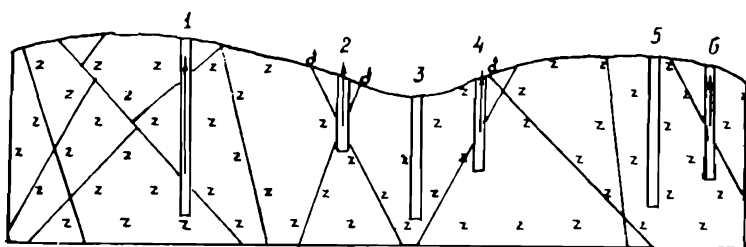
ա—b— սնման մարզ, c— ստորերկրյա ջրերի մակարդակ, q— փոքր աղբյուր սնման մարզում Q— հզոր աղբյուր բռնաթափման մարզում:

Ենելով ջրատար ապարների շերտախմբերի լիթոլոգիական կազմի ու ևրկրաբանական կառուցվածքի առանձնահատկություններից և ջրատար դատարկությունների բնույթից, հիդրոերկրաբանները հաճախ առանձնացնում են նաև ստորերկրյա ջրերի այլ տիպեր: Օրինակ կարող են ծառայել ճեղքային, ճեղքա-ևրակային և կարստային ջրերը, որոնք, այնուամենայնիվ, իրենց տեղագրման պայմաններով ու հիդրոգիքնամիկ հատկանիշներով կարող են դասվել գրունտային կամ արտեզյան ջրերի տիպերին:

Հայտնի է, որ ապառաժային ապարների մեծ մասը ջրատարության հատկանիշ է ձևոք բերում շնորհիվ ճեղքավորվածության: Հաճախ տարբեր ծագման (լիթոգենետիկ, տեկտոնական և հողմնահարման) ճեղքերը խիտ ցանցով հատում են ապառաժային ապարների ամբողջ դանգվածը և նրանում, փոխը-բեկորային ապարների շերտերի նման, դրանում են ստորերկրյա ճեղքային ջրերի համատարած հորիզոնները: Սակայն եթե ապառաժային ապարների դանգվածը մերթնյումերթ հատված է միայն տեկտոնական ճեղքերով, ապա ստորերկրյա ջրերը կկրեն ճեղքաևրակային

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

Ճեղքային և ճեղքաերակային ջրերը մեծ մասամբ տարածված են լեռնային ծալքավոր մարգերի ու հրաբխային բարձրավանդակների, ինչպես նաև հին բյուրեղային վահանների և պլատֆորմային գոտիների բեկորատված հիմքերի ապարներում: Հաճախ տեկտոնական խոշոր խախտումներն ու խորքային բեկվածքները, դրանց հարակից կոտրատված ապարների զոնաները ամբողջապես հաղեցված են լինում ստորերկրյա ջրերով: Լեռնային ծալքավոր գոտիներում (Միջին Ասիա, Ուրալ, Կովկաս, Անդրկովկաս) հեշտ է նկատել գծային տարածում ունեցող տեկտոնական խախտումների հետ կապված ջրառատ աղբյուրներ, որոնք մեծ մասամբ ունեն վերընթաց բնույթ: Շատ դեպքերում այդ աղբյուրների ջրերը ունեն բարձր հանքայնացում, հարուստ են գազերով (հանքային ջրեր) և գոլ են կամ տաք (թերմալ ջրեր):



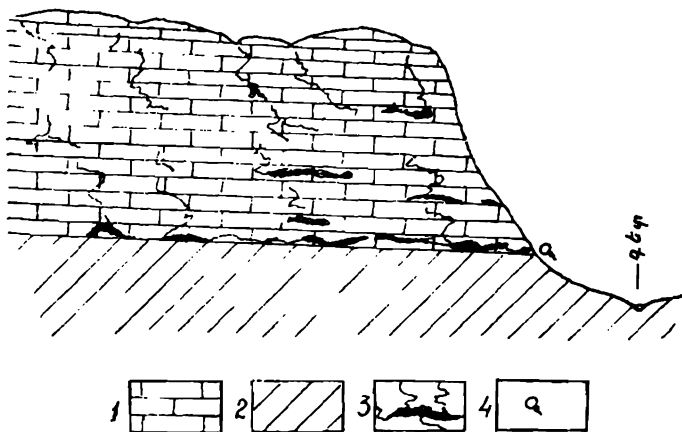
Նկ. 10. Ճեղքավոր ապարների զանգվածում օրակաված ճեղքերի հատումը հորատանցքերով.

1, 2, 3, 4, 5, 6 — հորատանցքեր, շ — վերընթաց աղբյուր:

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

որը հանգեցնում է լեռնային ապարների բնական ջրերով տարրալուծմանն ու հեռացմանը: Արդյունքում հեշտ լուծվող ապարներում առաջանում են տարբեր չափերի ու ձևերի կարստային դատարկություններ, սկսած փոքրիկ ճեղքներից ու խոռոչներից մինչև հսկայական սրահներն ու բարանձավները: Հեշտ լուծելի ապարներին են պատկանում ալոիդները (քարաղ, կալիումական աղ), սուլֆատները (գիպս, անհիդրիդ) և կարբոնատները (կրաքար, դոլոմիտ, մերգել): Այս ապարները սովորաբար ենթարկվում են ուժեղ նալ 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 տեղական կարստային պրոցեսները հանգեցնում են երկրի մակերևույթին կարստային ձագարների ու



Նկ. 11. Կարստառաջացման սխեմա.

1 — կարբոնատային ապարներ, 2 — ջրամեծ կավային ապարներ, 3 — կարստային դատարկություններ, 4 — վարընթաց աղբյուր:

շեղքերի առաջացմանը, որի հետևանքով մթնոլորտային տեղումներն ու մակերևութային հոսքը անմիջապես ներծծվում են կարստային զանգված, առաջացնելով գետերի նմանվող ստորերկրյա հոսքեր: Դանդաղ ջրափոխանակությամբ ստորերկրյա ավազաններում 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: Մակերևութային ջրերի հետ անմիջական կապի հետևանքով կարստային ջրերը հեշտությամբ աղտոտվում և վարակվում են:

Կարստը լայնորեն տարածված է աշխարհի շատ երկրներում՝ Կանադա, ԱՄՆ, Ֆրանսիա, Հարավսլավիա, Իտալիա և այլն: Սովետական Միությունում կարստային մարզեր են համարվում Հարավային Ուրալը, Ուֆայի 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 հուլկավոր 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) աչքի է ընկնում Ուֆա գետի հովտում գործող «Կրասնի Կլյուչ» աղբյուրը և այլն:

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

ՍՏՈՐԵՍԻՐՅԱ ԶՐԵՐԻ ՇԱՐԺԻՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՕՐԻՆԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Հեռնային ապարների ճեղքերում ու ծակոտիներում ստորերկրյա ջրերի շարժման հիմնական օրենքը հայտնաբերել է ֆրանսիացի գիտնական Դարսին (1856 թ.): Նրա հայրենակից Դյուպուին այդ օրենքի հիման վրա ստացել է ստորերկրյա ջրերի ծախսի կախումը հիդրոերկրաբանական այլ պարամետրերից (1857 թ.):

Զրի տեղաշարժը լեռնային ապարներում հիմնականում պայմանավորված է նրանց ջրատափոխյան հատկանիշներով և ջրհագեցվածության աստիճանով: Ստորերկրյա ջրերի տեղաշարժը կարելի է ստորաբաժանել 2 տեսակի: Գրավիտացիոն և ոչ գրավիտացիոն: Շարժման առաջին տեսակը ապարների ճեղքերում ու ծակոտիներում տեղի է ունենում հիդրոստատիկ ճնշման առկայության դեպքում և պայմանավորված է ծանրության ուժի ազդեցությամբ: Շարժման երկրորդ տեսակը հատուկ է ֆիզիկապես կապակցված և մաղական ջրերին, որոնք գերադանցապես շանդիպում են դիսպերս (կավային) ապարներում:

Հեռնային 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 շրջանից դեպի ցածր ջերմաստիճանային ու ճնշումային պայմաններ կամ ջրային գոլորշիների բարձր առաձգականության տեղից դեպի ցածր առաձգականության պայմաններ: Երբ օդի ջերմաստիճանը հասնում է ցուղի կետի, ջրային գոլորշիները խտանում ու վերածվում են ջրային կաթիլների:

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

լեկուլյար ձգողականութեամբ, տեղաշարժվում է հաստ թաղանթից դեպի բարակը՝ մինչև մոլեկուլյար ձգողականութեան հավասարակշռվելը: Ապարներում ֆիզիկապէս կապակցված խոնավութեան քանակը մնացած պայմանների հավասարութեան դեպքում կախված է ապարների մեխանիկական միներալոգիային կազմից: Այսպէս օրինակ, մոնտմորիլոնիտային կազմի ջրասեր (հիդրոֆիլ) կավերը ընդունակ են կլանել խոնավութիւնը հարեան ավելի խոշորահատիկ և այլ միներալային կազմի ապարներից:

Ֆիզիկապէս կապակցված ջրի ոչ գրավիտացիոն շարժումը ստացել է խոնավութեան միգրացիա անվանումը և մեծ դեր է կատարում անրացիայի ղոնայի ապարներում բնական խոնավութեան տեղաբաշխման պոթում: Խոնավութեան միգրացիայի արագութիւնը սովորաբար շատ փոքր է:

Մազական ջուրը տեղաշարժվում է մազական անցքերով հագեցման և անրացիայի ղոնայի ապարների սահմանագծից վերև՝ ենթարկվելով մակերևութային լարվածութեան ուժերի ազդեցութեանը: Մազական բարձրացման ղոնայի վերին սահմանը, կախված գրունտային ջրերի մակարդակի փոփոխութիւններից, ենթարկվում է ուղղաձիգ տատանումների:

Մթնոլորտային տեղումների կամ մակերևութային ջրերի ներթափանցումը անրացիայի ղոնայի ապարների մեջ, որը ջրաշիթերի կամ կաթիլների ձևով կատարվում է գրավիտացիոն ուժերի շնորհիվ, կոչվում է ներծծում (ինֆիլտրացիա): Ջրերի այս տեսակի տեղաշարժը իրենից ներկայացնում է գրավիտացիոն շարժում: Գրունտային ջրերի հայելուց ներքև, հագեցման ղոնայում այսպիսի շարժումը անվանվում է ծծանցում (ֆիլտրացիա): Հիդրոերկրաբանութիւնը գլխավորապէս ուսումնասիրում է ստորերկրյա ջրերի ծծանցումը:

Հիդրոերկրաբանութեան բաժինը, որը ուսումնասիրում է ապարների հագեցման ղոնայում ստորերկրյա ջրերի շարժման օրինաչափութիւնները, կոչվում է ստորերկրյա ջրերի դինամիկա: Հարկ է նշել, որ ստորերկրյա ջրերի շարժումը կատարվում է ինչպէս բնական պայմաններում, այնպէս էլ արհեստական գործոնների ազդեցութեամբ:

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

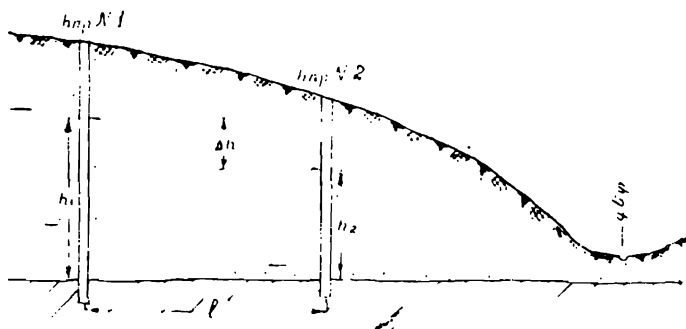
Քրկրյա հոսքի պարամետրերը (հզորությունը, ճնշման գրա-
դիկները և ծախսը) ժամանակի ընթացքում ցանկացած
կտրվածքով հաստատուն են: Ոչ կայունացած շարժումը
բնորոշվում է ժամանակի ընթացքում նշված պարամետրերի
փոփոխականությամբ: Բացի այդ, տարբերում են նաև
հավասարաչափ կամ լամինար շարժում, որի դեպքում նրա
արագությունը ցանկացած կտրվածքում նույնն է, և անհա-
վասարաչափ կամ տուրբուլենտ շարժում, երբ հոսքի արա-
գությունը խիստ փոփոխվում է:

Սովորաբար ստորերկրյա ջրերի շարժումը կրում է ոչ կա-
յունացած բնույթ: Սակայն, քանի որ ստորերկրյա ջրերի
սնման ու բևեռացման պայմանները ժամանակի ընթաց-
քում շնչին փոփոխությունների են ենթարկվում, ապա դրանց
շարժումը դիտարկվում է որպես կայունացած, ինչը զգա-
լիորեն հեշտացնում է հիդրոերկրաբանական հաշվարկները:

Լրիվ ջրահագեցած ապարներում ջրի ծծանցումը կամ
ֆիլտրացիան կատարվում է հիդրոստատիկ ճնշումների տար-
բերության շնորհիվ բարձր մակարդակի տեղամասերից
դեպի ցածր մակարդակ: Տարբերում են ճնշումային և ոչ
ճնշումային ծծանցում: Դժնշումային ծծանցումը հատուկ է
արտեզյան ջրատար հորիվոններին, որոնցում ճնշումը այս
կամ այն չափով գերադանցում 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): N° 1 և N° 2
հորատանցքերում գրունտային ջրերի մակարդակների տար-
բերությունը՝ $\Delta h = h_1 - h_2$, պայմանավորում է ջրերի շար-
ժումը դեպի N° 2 հորատանցքը:

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



Նկ. 12. Ոչ ճնշումային ծծանցման (ֆիլտրացիայի) սխեմա:
(Պայմանական նշանները տե՛ս նկ. 4):

Ճնշման Δh տարբերության հարաբերությունը ծծանցման ճանապարհի և երկարությանը կոչվում է հիդրավլիկ թև-քություն կամ ճնշման գրադիենտ և նշանակվում է՝ $I = \frac{h}{l}$:

Ստորերկրյա ջրերի շարժումը ծակոտկեն ապարներում (ավազներ, կավավազներ, ավազակավեր) ունի գուգահեռ-չիթային կամ լամինար բնույթ, այսինքն շարժումը կատարվում է առանց ընդհատումների ու բաբախումների (պուլսացիայի), կայուն արագություններով կամ սահուն փոփոխություններով: Այս տիպի շարժումը ենթարկվում է ծծանցման հիմնական օրենքին, որը կոչվում է Դարսիի 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 կարատավորված ապարներում, եթե շարժման արագությունը չի գերազանցում 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— ջրի ծախսն է (ժամանակի միավորում անցնող ջրի քանակն է լ.վ. մ³/օր),

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

F-ը— հոսքի ընդլայնական կտրվածքի մակերեսն է, սմ², մ²,

Δh-ը— երկու կտրվածքներում գրունտային ջրերի մակարդակների տարբերությունն է կամ ճնշումը, սմ, մ,

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

J-ն— հիդրավլիկ թեքությունը:

Հավասարման երկու կողմերը բաժանելով հոսքի ընդլայնակի կտրվածքի F մակերեսի վրա, կստանանք. $\frac{Q}{F}$

$=K \cdot l$,

Քանի որ Q/F հարաբերությունը իրենից ներկայացնում է ծծանցման արագությունը, որը նշանակվում է V տառով, ապա՝ $V = k \cdot J$: Եթե ընդունենք $J = l$, ապա՝ $V = k$: Այսինքն՝ եթե հիդրավլիկ գրադիենտը հավասար է 1-ի, ապա ալարների ծծանցման գործակիցը թվապես հավասար է ծծանցման արագությանը: Հիդրոդինամիկական խնդիրների լուծման ժամանակ ծծանցման գործակիցը հանդիսանում է կառուրագույն պարամետր:

Հասկանալի է, որ ստորերկրյա ջրերի շարժումը կատարվում է ոչ թե ջրատար հորիզոնի ամբողջ կտրվածքով, այլ միայն ալարի ծակոտիների և ճեղքերի միջով: Այդ պատճառով 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 ծակոտկենություն

(n) արտադրյալը: Այսպիսով, $U = \frac{Q}{F \cdot n}$,

Համադրելով U-ի ու V-ի արժեքները, կստանանք՝

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

Քանի որ ալարների ծակոտկենությունը միշտ միավորից փոքր է, ապա ծծանցման արագությունը փոքր է ալար-

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 ավազային ապարներում այդ ջրերի պարունակությունը չնչին է և, բստ էության, գրավիտացիոն ջրերի շարժումը կատարվում է գործնականում ծակոտիների ամբողջ կտրվածքով: Գրավիտացիոն ջրերի շարժմանը ինչ-որ չափով խանգարում է նաև ծակոտիներում ներփակված օդը:

Փուխրեկորային, խիստ ճեղքավորված ու կարստավորված ապարներում ստորերկրյա ջրերի շարժումը նմանվում է լեռնային գետերի ջրի շարժմանը որը կրում է մրրկածեկամ տուրբուլենտ բնույթ: Այդպիսի շարժման ժամանակ ջրաշիթերը միախառնվում ու անջատվում են, ընդհատվում ու ուժղանում, հաճախ ձևոք բերելով մեծ արագություններ:

Տուրբուլենտ շարժումը ենթարկվում է ծծանցման ոչ գծային օրենքին և արտահայտվում է Շևշի-Կրասնոպոլսկու բանաձևով. \ K \sqrt{v}, որտեղ՝

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

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

\ -ն— չիզրավիկ գրադիենտն է:

Ստորերկրյա ջրերի շարժման արագությունը 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 չիզրավիկ գրադիենտի դեպքում: Բնական պայմաններում ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղությունն ու արագությունը որոշվում են դաշտային փորձնական աշխատանքների միջոցով: Այդ նպատակների համար կիրառվում են ինդիկատորային, երկրաֆիզիկական և իզոտոպային մեթոդները:

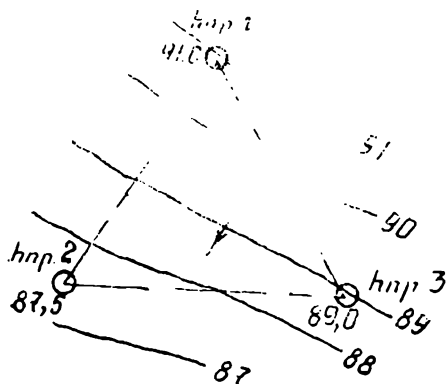
Հայտնի է, որ գրունտային ջրերի շարժումը կատարվում է դրանց հայելու թևություն ուղղությամբ: Հետևաբար գրունտային ջրերի շարժման ուղղությունը որոշելու համար նախ պետք է որոշել դրանց հայելու տեղագիրքը, որը քարտեզ-

ների վրա արտահայտվում է հիդրոփոֆիպսերի միջոցով: Եթե ուսումնասիրվող տեղանքի համար կազմված է հիդրոփոֆիպսերի քարտեզ (նկ. 5), ապա գրունտային հոսքի ուղղությունը ակնհայտ է դառնում, իսկ նման քարտեզ չլինելու դեպքում հոսքի ուղղությունը որոշվում է «ևւանկյան կղանակով»: Դրա համար տեղանքում հորատվում են 3 հորատանցքեր՝ տեղադրված հավասարակող եռանկյան գագաթներում (նկ. 13): Որոշելով հորատանցքերում գրունտային ջրերի մակարդակը, պլանի վրա միջարկումով (ինտերպոլյացիայով) կառուցվում են հիդրոփոֆիպսերը: Տեղանիշերի նվազման ուղղությամբ վերջիններին տարած ուղղահայացը ցույց կտա գրունտային հոսքի ուղղությունը:

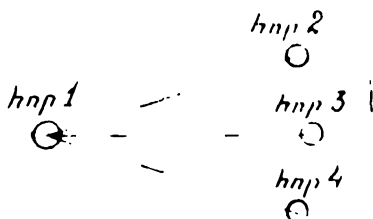
Ունենալով գրունտային հոսքի ուղղությունը, կարելի է անցնել հոսքի արագության որոշմանը: Այդ նպատակով շտապործում են տարբեր ինդիկատորներ (ցուցիչներ), որոնք փոխում են ստորերկրյա ջրերի գույնը, բիմիական կալմը կամ էլեկտրահաղորդականությունը: Որպես ինդիկատոր օգտագործվում են ալյուսի նյութեր, որոնք լանկան ջրի մեջ տարրալուծված աղերի հետ քիմիական ուսակցիայի մեջ չեն մտնում և հեշտությամբ հայտնաբերվում են: Նման պահանջների բավարարում են ջրում հեշտ լուծվող նատրիումի ու լիթիումի քլորիդային աղերը, նաշատիրը, որոշ օրգանական ներկանյութեր, ռադիոակտիվ նյութեր և այլն: Ստորերկրյա ջրերի շարժման իրական արագությունը որոշելուց առաջ կանխապես մանրամասնորեն ուսումնասիրում են տեղանքի երկրաբանական կառուցվածքը, հիդրոերկրաբանական պայմաններն ու ստորերկրյա ջրերի քիմիական կալմը:

Փորձը իրագործելու համար ընտրված տեղումստում հորատվում են մի քանի (3—5) հորատանցքեր, ընդ որում, դրանցից մեկը, որը ծառայելու է որպես կենտրոնական (ինդիկատորի թողարկիչ), տեղադրվում է գրունտային հոսքի բարձրագույն 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. հոսքի ուղղության որոշումը «եռանկյան եղանակով»:



14. Ինդիկատորների մթնոցով հոսքի առաջության որոման համար հաշվանկյունի տեղադրման սխեմա:

պլանում հովհարածե տեղադրված շիտողական չորատանցքերի հեռավորությունը միմյանցից՝ 0,5—1,5 մ:

Ունենալով կենտրոնական ու գիտողական չորատանցքերի միջև եղած 1 հեռավորությունն ինդիկատորի տնցման ժամանակը ($t_2 - t_1$), ջրհոսքի և արագությունը կարելի է հաշվել $U = \frac{1}{t_2 - t_1}$ բանաձևով: Ապա կարելի է որոշել V արագությունը՝ $V = 1 \cdot n$, ծծանցման գործակիցը՝

$$K = \frac{U \cdot n}{1} = \frac{V}{1}$$

Հիդրոերկրաբանական դաշտային փորձային աշխատանքներում օգտագործվում են բիմիական գունաչափակոն (կոլորիմետրիկ) և էլեկտրալիտիկ ինդիկատորներ: Որպես բիմիական ինդիկատոր առավել դործածական է բյուր իոնը՝ նատրիումի, լիթիումի ու ամոնիումի բյուրիզների ձևով: Բյուր իոնի նախնվելը գիտողական չորատանցքերում որոշվում է դրանցից պարբերաբար վերցվող նմուշները տիտրելով արծաթի ազոտաթթվի լուծույթով: Սովորաբար բիմիական ինդիկատորները գործածվում են ոչ խորը ջրահոսքերը ուսումնասիրելիս:

Որպես գունաչափական ինդիկատոր օգտագործվում են հետևյալ ներկանյութերը. ֆլյուորեսցեններ, էօփներ, Լրիտրո-
զինը, կարմիր կոնգոն, ֆլյուորանտրոնը և այլն: Առավել
գործածական է ֆլյուորեսցեններ, որի ստեղծությունը գիտո-
ական հորատանցքերից վերցված հմուշներում անդին աչ-
քով նշմարվում է կանաչ գունավորումով՝ ինդիկատորի ան-
գամ աննշան կոնցենտրացիայի (4×10^{-7}) դեպքում:

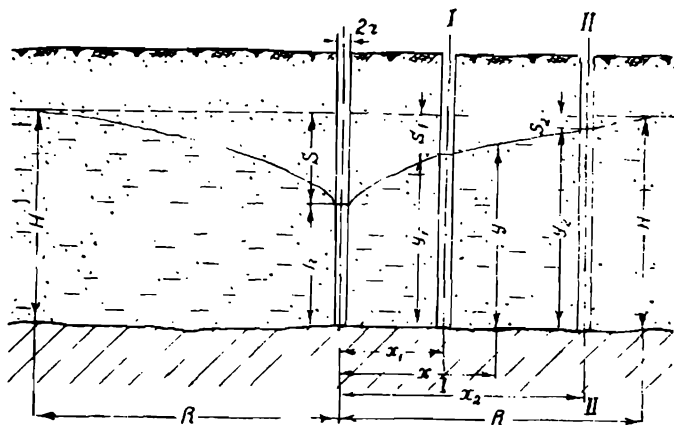
Որպես էլեկտրալիտիկ ինդիկատորներ օգտագործվում են
նույն քիմիական ինդիկատորները, սակայն այս դեպքում
ուսումնասիրվում է ստորերկրյա ջրերի էլեկտրահաղորդա-
կանությունը, որը մեծանում է էլեկտրոլիտը ջրատար հո-
րիզոն ներարկելիս:

Վերջին 2—3 տասնամյակում ստորերկրյա ջրերի շարժ-
ման ուղղությունն ու արագությունը որոշելու համար ավելի
լայնորեն են կիրառվում Լերաֆիզիկական ու իզոտոպային
մեթոդները: Երկրաֆիզիկական մեթոդներից առավել հա-
ջողությամբ կիրառվում է ռեզիստիվիմետրիան, որը հիմ-
նված է հորատանցքերում ջրի տեսակարար էլեկտրական
դիմադրության փոփոխության ուսումնասիրության վրա: Ար-
դյունավետ են համարվում նաև որոշ ռադիոակտիվ տար-
րերի իզոտոպները, որոնք ջրի համար միանգամայն անվնաս
են (թյուր, յոդ, ծծումբ, կալիում և այլն): Այս տեսակետից
վերջին ժամանակներում ուսումնասիրվում են գուտ բնա-
կան ռադիոակտիվ և կայուն իզոտոպները (դեյտերիումը,
տրիտիումը, C^{14} -ը, O^{18} -ը և այլն): Իզոտոպային մեթո-
դը դրական արդյունքներ է տալիս ինչպես ռեգիոնալ մաս-
շտաբի հիդրոերկրաբանական խնդիրներ լուծելիս (օրինակ, ար-
տեղյան ավազանի անման մարդերը որոշելիս), այնպես էլ բարդ
բյուկտներում կոնկրետ խնդիրներ լուծելիս (ջրամբարներից
ծծանցման կորուստների, գրունտային ջրերի կապը մակե-
րևութային հոսքի հետ, ջրատար հորիզոնում աղերի միգ-
րացիայի և այլն):

Ինդիկատորային, Լերաֆիզիկական ու իզոտոպային մե-
թոդներով դաշտային փորձային աշխատանքների կատար-
ման ու արդյունքների մշակման մեթոդիկան նկարագրվում է
հատուկ ձեռնարկներում:

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

Գրունտային ջրերի հորիզոնից կատարված* հորատանցքի միջոցով արտամղումներ կատարելիս ջրերի մակարդակը սկսում է իջնել և ջրատար հորիզոնի վերին մասը ջրազրկվում է: Եթե հորատանցքում գրունտային ջրերի մակարդակը իջնում է S չափով, ապա հորատանցքի շուրջ ջրերի հայլին կստանա R շառավիղով ձագարածն գոգավորության տեսք (նկ. 15): Այդ գոգավորությունը ընդունված է անվանել դեպրեսիոն ձագար, իսկ R մեծությունը՝ դեպրեսիոն կամ աղեկցության շառավիղ:



Նկ. 15. Գրունտային հորատանցքի ծախսի որոշման հաշվարկային սխեմա:

Եթե դեպրեսիոն ձագարի սահմաններում փորձարկվող հորատանցքի կենտրոնից X հեռավորության վրա գլանաձև

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

կտրվածք տանենք, ապա այդ կտրվածքի F կողային մակերևույթ օրդինատով կլինի՝ $F = 2\pi \cdot x \cdot y$ ։

Ծծանցման գծային օրենքի համաձայն, F կտրվածքով հորատանցք ներթափանցող ջրի ծախսը կլինի՝ $Q = F \cdot k \cdot J$ ։ Այս բանաձևի մեջ տեղադրելով F -ի և շիդրավիկ գրադիենտի արժեքը դիֆերենցիալ տեսքով՝ $l = \frac{dy}{dx}$, կստանանք՝

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

Հավասարության երկու կողմերը բաժանելով $2\pi k$ -ի և ինտեգրելով $l-l$ և $l-l$ կտրվածքների սահմաններում

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

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

Ստացված բանաձևը, որը դեռևս 1858 թվականին դուրս է բերվել Դյուպուի կողմից, իրենից ներկայացնում է դեպրեսիոն կորի հավասարումը՝ կատարյալ հորատանցքով գրունտային ջրերը արտամղելիս։

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

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

Հորատանցքում ջրի մակարդակի իջեցումը նշանակելով S , կստանանք՝ $H^2 - h^2 = (2H - S) \cdot S$ ։ Այդ դեպքում՝ $Q =$

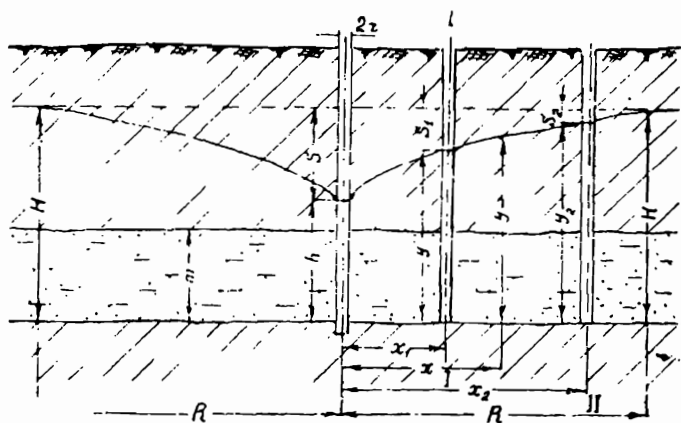
$$= \pi k \frac{(2H - S) \cdot S}{\ln R - \ln r} ,$$

Բնական լողարիթմները փոխարինելով տասնորդականով և տեղադրելով π -ի թվային արժեքը, կստանանք ոչ ճնշումային կատարյալ հորատանցքի ջրի ծախսի որոշման համար կիրառման տեսակետից հարմար տեսքի բանաձև՝

$$Q = 1,36k \frac{(2\pi l - S)}{\lg R},$$

Դյուպյուիի անունը կրող այս բանաձևը լայնորեն կիրառվում է կատարյալ միայնակ հորատանցքերից տրված S իջեցումով արտամղելիս գրունտային ջրերի ծախսը որոշելու համար:

Արտեզյան կատարյալ հորատանցքից արտամղումնեղ կատարելիս ջուրը ներթափանցում է հորատանցքի գլանաձև կտրվածք m հզորության շերտից (նկ. 16): Կախված արտամղվող ջրի քանակից՝ հորատանցքում ջրի մակարդակի S իջեցմանը համապատասխան կփոփոխվի նաև ջրատար հորիզոնում h ճնշումը և հորատանցքի շուրջը կառաջանա R շառավիղով դեպրեսիոն ձագար:



Նկ. 16. Արտեզյան հորատանցքի ծախսի որոշման հաշվարկային սխեմա:

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

$\frac{dy}{dx}$, Տեղադրելով այս արժեքները Դարսիի բանաձևի մեջ,

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

Ինտեգրելով այս հավասարումը I—I և II—II կտրվածքների սահմաններում (նկ. 16), կստանանք՝

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

Տեղադրելով x -ի ու y -ի սահմանային արժեքները՝ $x_1 = r$ (փորձարկվող հորատանցքի շառավիղին), $x_2 = R$ (ղեպրեսիոն ձաղարի շառավիղին), $y_1 = h$ (հորատանցքում ջրի դինամիկ ճնշմանը), $y_2 = H$ (ջրի ստատիկ ճնշմանը), կստանանք արտեղյան կատարյալ հորատանցքի համար ջրի ծախսի որոշման Դյուպյուիի բանաձևը՝

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

Բնական լողարիթմները փոխարինելով տասնորդականով $(H - h)$ -ը՝ S իջեցումով և տեղադրելով π -ի թվային արժեքը, կստանանք կիրառման տեսակետից հարմար տեսքի

$$\text{հաշվարկային բանաձև՝ } Q = \frac{2.73k \cdot m \cdot S}{\lg R - \lg r},$$

Ինչպես գրունտային, այնպես էլ արտեզյան հորատանցքերի համար ջրի Q ծախսը բաժանելով S իջեցման վրա,

$$\text{կստանանք հորատանցքի } q \text{ տեսակարար ծախսը՝ } q = \frac{Q}{S},$$

որը նշանակում է ջրի այն քանակը, որ ստացվում է հորատանցքից միավոր (1 մ) իջեցման դեպքում:

Ստորերկրյա ջրերի ծախսի որոշումը դեպի այլ տիպի ու տեսակի լեռնային փորվածքներ, հիդրոերկրաբանական միջարք այլ պարամետրերի որոշումը, դաշտային փորձային աշխատանքների կատարումն ու հաշվարկային մեթոդները նկարագրվում են ստորերկրյա ջրերի դինամիկայի ձեռնարկներում:

ՀԻՊՐՈՏԵՐԻԱՐԱՆԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ԲՈՎԱՆԻԱԿՈՒԹՅՈՒՆՆ ԲԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ

Ստորերկրյա օվկիանոսը կամ երկրակեղևի ջրային պատյանը կազմող ստորերկրյա ջրերի ծագման, ձևավորման, տարածման ու շարժման օրինաչափությունները ուսումնասիրվում են հիդրոերկրաբանության կողմից: Վերջինս իր ուրույն տեղն ունի երկրաբանական գիտությունների շարքում և զնալով ավելի մեծ կարևորություն է ստանում՝ կապված ժողովրդական տնտեսության մեջ ստորերկրյա ջրերի կիրառության ընդարձակման շրջակա միջավայրի պատկանության խնդիրների հետ:

Հիդրոերկրաբանական Նետադոտությունների հիմնական տեսակներն են. հիդրոերկրաբանական լանուվր, խորանոն ու լեռնալիճ, դաշտալիճ փորձալիճ ֆիյուրացիան լաբորատոր աշխատանքները, ստորերկրյա ջրերի սեփմի ստացիոնար դիտումները, երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունները և այլն:

Գործող հրահանգների լամաձայն, երկրաբանական-Նետախուզական աշխատանքների պլանաչափությունն վերագրվել արդյունավետությունն ապահովելու նպատակով ստորերկրյա ջրերի ուսումնասիրությունը իրականացվում է հետևյալ ստադիաներով 1) ուղեգրումը պետական պլանալիճ երկրաբանական-երկրաֆիզիկական և հիդրոերկրաբանական աշխատանքներ. որոնք ուղեկցվում են 1 500.000 1 200.000 մասշտաբի լանուվրով 2) ստորերկրյա ջրերի լանգավայրերի որոնում՝ ուղեկցված 1 250.000 1 50.000 մասշտաբի լանուվրով և 3) ավելի մեծամասշտաբ լանուվրով ուղեկցվող լանգավայրերի Նետախուզում որն իր լեթին անցկացվում է 3 էտապներով. ա) նախնական, բ) մանրակրկիտ և գ) շահագործողական:

Ստորերկրյա ջրերի լանգավայրերի որոնումները իրականացվում են ինչպես ուղեգրումը իդրոերկրաբանական աշխատանքներին լգրնթաց լնչպես էլ գուտ ալը նպատակ Ներուղ տալու աշխատանքների ածանակ որոնք կատարվում են դրքուք կոնկրետ օրլեկտուների քրադատակարարման լամար:

Ռեգիոնալ հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ, երբ կոնկրետ ջրօգտագործման խնդիրներ չեն առաջադրված, պետք է ներկայացվող հիդրոերկրաբանական քարտեզների վրա առանձնացվեն ու ելրագծվեն ջրատար հորիզոնների (կոմպլեքսների) հեռանկարային տեղամասերը կամ ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերը: Ստացված տվյալների հիման վրա անհրաժեշտ է նշել ստորերկրյա ջրերի բնական ռեսուրսների ընդհանուր ենթադրվող քանակը՝ հետագա որոնողական-հետախուզական աշխատանքների ծավալման և հեռանկարային տեղամասերի առանձնացման նպատակով:

Որոշակիորեն հայտնի ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի սահմաններում նախնական ու մանրակրկիտ հետախույզության 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 հետախուզումը կատարվում է ստորերկրյա ջրերի շահագործվող հանքավայրերի տարածքում, ջրհան կառուցվածքների գործարկմանը պուգընթաց և նպատակ ունի հսկելու ստորերկրյա ջրերի պաշարների արդյունաբերական իրացումն ու ապահովելու դրանց առավել ուղիղ օգտագործումը:

Ցուրաբանչուր կոնկրետ հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտի համար հիմնավորվում է հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ստադիականությունն ու էտապայնությունը, ելնելով հետազոտվող տեղանքի բնական պայմանների բարդությունից, մինչ այդ կատարված երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրվածության աստիճանից, ինչպես նաև հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտի տնտեսական կարևորությունից: Ստորերկրյա ջրերի պարզ տիպի հանքավայրերի կամ ինժեներական կառուցվածքների հետախուզման ու նախագծման ժամանակ հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների որոշ ստադիաներ

կամ էտապներ լաց են թողնվում կամ միացվում են: Որոշ դեպքերում, երբ հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտների ժողովրդասնտեսական կարևորությունը մեծ է, իսկ շրջանի երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական պայմանները բարդ են, պահանջվում է անշեղորեն կատարել հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների հաստատված կարգն ու հաջորդականությունը: Այսպես օրինակ, իր տեսակի մեջ եզակի կրաքարային արտեզյան հանքավայրի հետախուզման կամ Սեան-Հրազդան բարդ կասկադի նախագծման ժամանակ հասկանալի է, որ պետք է պահպանել հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների հաջորդականությունն ու կարգը:

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

Որոնողական բնույթի առաջին հորատանցքերը խորհուրդ է տրվում տեղագրել 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 փնջերի ձևով) հորատվում են բազմաթիվ հորատանցքեր, որոնցից կատարվում են առանձին և խմբային (միաժամանակյա) փորձային արտամուկներ:

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

Ռեգիոնալ հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ, երբ կոնկրետ ջրօգտագործման խնդիրներ չեն առաջադրված, պետք է ներկայացվող հիդրոերկրաբանական քարտեզների վրա առանձնացվեն ու ելրագծվեն ջրատար հորիզոնների (կոմպլեքսների) հեռանկարային տեղամասերը կամ ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերը: Ստացված տվյալների հիման վրա անհրաժեշտ է նշել ստորերկրյա ջրերի բնական ռեսուրսների ընդհանուր ենթադրվող 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: Սյա աշխատանքների հիմնական նպատակը կայանում է առանձնացված հանքավայրերի սահմաններում ստորերկրյա ջրերի շահագործողական պաշարների որակի ու քանակի որոշման մեջ:

Շահագործողական հետախուզումը կատարվում է ստորերկրյա ջրերի շահագործվող հանքավայրերի տարածքում, ջրհան կառուցվածքների գործարկմանը զուգընթաց և նպատակ ունի հսկելու ստորերկրյա ջրերի պաշարների արդյունաբերական իրացումն ու ապահովելու դրանց առավել ուս-ցիոնալ օգտագործումը:

Ցուրաքանչյուր կոնկրետ հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտի համար հիմնավորվում է հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ստադիականությունն ու էտապայնությունը, էլնիլով հետադոտվող տեղանքի բնական պայմանների բարդությունից, մինչ այդ կատարված երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրվածության աստիճանից, ինչպես նաև հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտի տնտեսական կարևորությունից: Ստորերկրյա ջրերի պարզ տիպի հանքավայրերի կամ ինժեներական կառուցվածքների հետախուզման ու նախագծման ժամանակ հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների որոշ ստադիաներ

կամ էտապներ բաց են թողնվում կամ միացվում են: Որոշ ղեկավարում, երբ հանքավայրի կամ կառուցվող օբյեկտների ժողովրդատնտեսական կարևորությունը մեծ է, իսկ շրջանի երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական պայմանները բարդ են, պահանջվում է անշեղորեն կատարել հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների հաստատված կարգն ու հաջորդականությունը: Այսպես օրինակ, իր տեսակի մեջ եզակի կրաքարային արտեզյան հանքավայրի հետախուզման կամ Սևան-Հրազդան բարդ կասկադի նուխագծման ժամանակ հասկանալի է, որ պետք է պահպանել հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների հաջորդականությունն ու կարգը:

Ընդհանուր հիդրոերկրաբանական հանույթային աշխատանքների կատարման ժամանակ, եթե ստորերկրյա ջրերի էլքեր չկան կամ սակավաթիվ են, ապա անհրաժեշտ է լինում հորատել միայնակ հիդրոերկրաբանական հորատանցքեր: Դրանցից ստացված նյութերը հնարավորություն են տալիս որոշել ջրատար հորիզոնների առկայությունն ու քանակը, երկրի մակերեսից դրանց տեղագրման 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 տեղագրել հեռանկարային տեղամասերում, որոնք առանձնացվում են շրջանի երկրաբանական կառուցվածքի ու գեոմորֆոլոգիական առանձնահատկությունների ուսումնասիրման հիման վրա: Ներկայումս սլարտադիր կարգով հորատման աշխատանքներից առաջ կատարվում են նաև երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություններ:

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի մանրակրկիտ հետախուզման ժամանակ որոշակի ցանցով (երբեմն փնջերի ձևով) 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

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 ստադիայում կատարված հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների արդյունքում նախագծային նպատակներով անհրաժեշտ ճշգրտությամբ պետք է լուսաբանվեն հետևյալ խնդիրները. 1) ջրատար բիդոնների և դրանց բաժանող ջրամերժ շերտերի տարածման օրինաչափությունները, 2) ստորերկրյա ջրերի ձևավորման պայմանները և սնման ուղիները, 3) հարակից ջրատար հորիզոնների հիդրավիկ կապը և ստորերկրյա ու մակերևույթային ջրերի փոխադրեցությունը, 4) ստորերկրյա ջրերի եղրագծված հանքավայրերը, դրանց սահմաններում արդյունաբերական կատեգորիաներով հաշվարկված ջրային պաշարները, 5) հանքավայրի սահմաններում կառուցվող առաջնահերթ ջրհան կայանների տեղամասում ստորերկրյա ջրերի ստատիկ ու դինամիկ պաշարների մոտավոր փոխառաբերությունը (ջրամատակարարման խնդիրներ լուծելու դեպքում), 6) ստորերկրյա ջրերի որակը, 7) բնական պայմաններում ստորերկրյա ջրերի ուժիմը և նրա կանխատեսումը շահագործման ժամանակահատվածում, 8) սանիտարական պաշտպանության գոնայի ստեղծման անհրաժեշտությունն ու հնարավորությունները 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 ճշգրտությամբ կապակցել շրջանի երկրաբանական կառուցվածքի ու ապարների լիթոլոգիական կազմի տվյալների հետ: Մեր ժամանակներում երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական քար-

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

Հիդրոերկրաբանական հանույթի ընթացքում, որի մանրամասնության աստիճանը կախված է հանույթի նպատակից ու մասշտաբից, ուսումնասիրվում փաստագրում են հետևյալ բնական և արհեստական երևույթներն օրյակտները. 1) տեղանքի ռելիեֆի գեոմորֆոլոգիական տարրերը, 2) գեոբոտանիկական ցուցանիշները, 3) մակերևութային հոսքն ու ջրային տարածքները, 4) ֆիզիկա-երկրաբանական երևույթները, որոնք պայմանավորված են ստորերկրյա ջրերի գործունեությամբ (կարստ, սողանք, սուֆուդիա, ճաճացում, աղուտ և այլն), 5) աղբյուրներն ու ստորերկրյա ջրերի այլ ելքերը, 6) ջրօրերն ու հորատանցքերը և այլն:

Հատուկ հիդրոերկրաբանական մեծամասշտաբ հանույթները իրականացվում են տաբեր ինժեներական աշխատանքների (ջրամատակարարման, ոռոգման ու չորացման, հիդրոտեխնիկական կառույցների ու մետրոյի շինարարության, լեռնահանքային արդյունաբերության և այլն) նախագծերի հիդրոերկրաբանական հիմնավորման համար:

Դաշտային ու լարորատոր լեռագոտությունների տվյալների հիման վրա կաղմվում են հիդրոերկրաբանական բարտեղներ ու կտրվածքներ: Կախված հանույթի մասշտաբից առաջադրանքից այդ տվյալները կարող են արտահայտվել մեկ ընդհանուր հիդրոերկրաբանական քարտեղի վրա կամ ներկայացվեն լրացուցիչ քարտեղների (ֆիզիոքիմիական, ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսների, 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 մարդերը, ստորերկրյա ջրերի շարժման ուղղությունը, ջրատար հորիզոնի տեղադրման խորությունը, երկրի մակերևութին մերկացող ջրամերժ շերտերը, ստորերկրյա ջրերի սրակն ու քանակը:

Հիդրոերկրաբանական կտրվածքների վրա արտահայտվում են ջրատար ու ջրամերժ ապարների կազմը, ջրատար հորիզոնների տեղագրման խորությունն ու ճնշման մեծությունը, հորատանցքերից ստացվող ջրի ծախսն ու նրա հանքայնացումը: Կտրվածքները կազմվում են այնպիսի ուղղություններով, որոնք թույլ են առաջացնում արտահայտված ստորերկրյա ջրերի սնման, շարժման ու բևեռաթափման 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 պատողական (ռոստրային), հատվածաճոպանային, կոմբինացված և այլ եղանակներով: Հորատման եղանակի ընտրությունը կատարվում է լինելով ապարների ֆիզիկա-մեխանիկական հատկանիշներից, հորատանցքի կառուցվածքից, նրա վերջնական տրամագծի չափից, էլուկի (կեռնի) ստացման անհրաժեշտությունից և այլն: Հիդրոերկրաբանական հորատանցքերի անցման ժամանակ պետք է հնարավորին չափ 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 հորատանցումից անմիջապես հետո պետք է ուժեղացված պոլսացիայով 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 երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություններ, որոնք հաճախ շատ արդյունավետ են լինում:

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի հետազոտումը, ինչպես նաև հիդրոերկրաբանական շատ այլ խնդիրների լուծումը հիմնականում հանդում է ջրատար շերտերի, լաճախ նաև աերացիայի ղոնայի ասպարներհ հաշվարկային հիդրոերկրաբանական պարամետրերի որոշմանը: Այդ պարամետրերը, որոնք բնութագրում են լեռնային ասպարների ջրատարության ու ջրանցիկության հատկանիշները, որոշվում են տարբեր մեթոդներով, որոնց ընտրությունը կատարվում է էլնելով առաջադրանքի նպատակից: ուսումնասիրության ստադիայից, շրջանի բնական պայմաններից և այլ գործոններից:

Հիդրոերկրաբանական փորձային աշխատանքների հիմնական մեթոդներից են. 1) Նորատանցքերից կատարվող առաամղումները, 2) ներմղումները, 3) ջրիցրը, 4) էրսպրեսմեթոդները, 5) ռեծիմային դիտումների միջոցով հիդրոերկրաբանական պարամետրերի որոշումը, 6) երկրաֆիզիկական մեթոդները, 7) մոդելավորումը:

Թվարկած առաջին 4 մեթոդները դաշտային փորձաին աշխատանքների մեջ համարվում են հիմնականը և կիրառվում են գրեթե բոլոր տիպի հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների ժամանակ: Դրանք ննարավորություն են տալիս որոշելու հետևյալ հիդրոերկրաբանական պարամետրերը. արտամղվող ջրի ծախսը, ջրի ծախսի և մակարդակի իջեցման կանխումը, ծծանցման գործակիցը, իջեցման ադդեցության շառավիղը, ճնշումահաղորդականությունը, ապարների ջրատվությունը և այլն:

Հիդրոերկրաբանական հաշվարկային պարամետրերի որոշման եղանակները նանգամանորեն քննարկվում են ստորերկրյա ջրերի դինամիկայի ձեռնարկներում: Այստեղ մենք հակիրճ կդիտարկենք դաշտային փորձային արտամղումների միջոցով լուծվող խնդիրները:

Կախված փորձային աշխատանքների նպատակից, արտամղումները լինում են՝ նմուշարկման, փորձային և փորձային-շահագործողական տեւակների: Նմուշարկման արտամղումները սովորաբար կատարվում են միայնակ նորատանցքերից կամ շուրֆերից 1—2 աստիճանի իջեցումով, 1—3 բրիգադներթափոխ տեղությունմբ՝ յուրաքանչյուր իջեց

ման դեպքում: Այս արտամղումների արդյունքում ստացվող տվյալները օգտագործվում են ուսումնասիրվող ջրատար շերտերի նախնական հիդրոերկրաբանական գնահատման համար:

Փորձային արտամղումները կատարվում են մանրամասն հետախույզության ստադիայում նախօրոք ընտրված հատուկ տեղամասում, որտեղ հորատվում են 1 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 առտիճանի (3—4) իջեցումով, ըստ որում արտամղումների ակտիվությունը կախված է դեպրեսիայի ձագարի ձևավորման արագությունից:

Փորձային շահագործողական արտամղումները կատարվում են բարդ երկրաբանական հիդրոերկրաբանական պայմանների դեպքում, մասնավորապես սահմանափակ տարածման ջրատար հորիզոններից կամ գետից սնում ստացող ալյուվիալ ջրատար ապարներից: Փորձային-շահագործողական արտամղումները ավելի երկարատև են (1—6) ամիս, ևսվորաբար կատարվում են ջրի այնպիսի քանակի արտամղումներով, որը մոտ է նախատեսվող ջրհան կառույցի ծախսին:

Ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի հետախուզման արդյունքում կատարվում է ստորերկրյա ջրերի պաշարների հաշվարկ, ըստ որում հետախուզման նախնական ստադիայում տրվում է պաշարների ընդհանուր գնահատականը, իսկ մանրակրկիտ հետադոտության ստադիայում պաշարները հաշվարկվում են ամենայն մանրամասնությամբ: Ինչպես հայտնի է, ի տարբերություն այլ ռզոմակար հանածոների, ստորերկրյա ջրերի պաշարները մշտապես վերականգնվում են, որի հետևանքով «պաշար» տերմինը հաճախ փոխարինվում է «ռեսուրս» տերմինով (Ֆրանսերեն *re—վերա, source—աղբյուր, վերականգնվող աղբյուր*):

Տարրերվում են ստորերկրյա ջրերի պաշարների հետեյալ տեսակները.

I. Բնական պաշարներ (ոսուրսներ). ջրատար շերտում ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր քանակն է բնական (շահագործողական կառույցներով չխախտված) պայմաններում: Ստորաբաժանվում 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. Շահագործելիան պաշարներ (ոսուրսներ). ստորերկրյա ջրերի այն քանակն է, որ կարելի է ստանալ ջրատար շերտից շահագործման նախատեսված ժամանակահատվածում տվյալ ջրհան կառույցների միջոցով: Ստորաբաժանվում են. 1) ջրհան կառույցների ադդեցության գոնայի բնական պաշարների և, 2) լրացուցիչ պաշարների, որոնք ներգրավվում են ջրհան կառույցների աշխատանքի պրոցեսում (հարակից ջրատար շերտերից ներհոսք, գետերից ու լճերից ներթափանցումը և այլն): Ստորերկրյա ջրերի շահագործողական պաշարները հաստատվում են ՍՍՀՄ Մինիստրների խորհրդին կից օգտակար հանածոների պաշարների գծով Պետական հանձնաժողովի (ԴԿՅ) կամ տերիտորիալ հանձնաժողովների (ԴԿՅ) կողմից: Ջրհան կառույցների նախագծման շինարարությունը իրականացվում են միայն պաշարների հաստատումից հետո:

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

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

տատված է գնահատվող պաշարների կապը մակերևութային ջրերի և հարակից ջրատար հորիզոնների հետ: Ստորերկրյա ջրերի որակը ուսումնասիրված է այնպիսի հավաստիությամբ, որ ապահովում է հաշվարկային ժամկետում դրանց նպատակային օգտագործումը: Ջրատար հորիզոնների շահագործողական պաշարները որոշվել են ևրկարասի շահագործման կամ փորձային ու փորձային-շահագործողական արտամղումների տվյալների միջոցով:

В կատեգորիային են դասվում այնպիսի մանրամասնությամբ հետախուզված ու ուսումնասիրված պաշարներ, որոնց համար պարզված են ջրատար հորիզոնների տեղադրման, կառուցվածքի ու սնման պայմանների հիմնական առանձնահատկությունները, ինչպես նաև գնահատվող ստորերկրյա ջրերի կապը հարակից ջրատար հորիզոնների և մակերևութային ջրերի հետ, մոտավոր քանակությամբ որոշված են բնական ջրային ռեսուրսները 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:

С) 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 կառույցների անալոգիայով, որոնց կողմից շահագործվող ջրատար հորիզոնի ստորերկրյա ջրերի պաշարները հաշվված են А և В կատեգորիաներով:

C₂ կատեգորիայի պաշարները որոշվում են ընդհանուր երկրաբանական-հիդրոերկրաբանական տվյալների հիման վրա, որոնք հաստատվել են առանձին կետերում ջրատար հորիզոնների նմուշարկումով կամ ընդունվում են հետախուզված տեղամասերի անալոգիայով: Ստորերկրյա ջրերի բրակը որոշված է ջրատար հորիզոնի առանձին կետերից վերցված նմուշներով կամ նույն հորիզոնի ուսումնասիրված տեղամասերի անալոգիայով:

Ստորերկրյա ջրերի պաշարների A և B կատեգորիաները համարվում են արդյունաբերական, այսինքն ուսումնասիրված թվյան աստիճանը միանգամայն բավարար է ջրհան կառույցների նախագծմանը ձեռնամուխ լինելու համար: C₁ կատեգորիայի պաշարները նախգծային աշխատանքների ժամանակ հաշվի են առնվում որպես հեռանկարային՝ ջրհան կառույցները՝ ընդարձակելու նկատառումով, իսկ C₂ կատեգորիան կարող է հաշվի առնվել միայն լրացուցիչ ուսումնասիրություններից հետո:

Պրոֆ. Ն. Ի. Պլոտնիկովի տվյալներով, 1966 թ. սկզբին ՍՍՀՄ-ում քաղցրահամ ստորերկրյա ջրերի հեռանկարային սկզբնական ուսուրսները գնահատվում էին շուրջ 7000 մ³/վրկ, 80-ական թվականների սկզբներին, ըստ Լ. Ս. Յազվինի, շնորհիվ հետևողականորեն տարվող հիդրոերկրաբանական որոնողական-հետախուզական աշխատանքների, այդ ուսուրսները արդեն գնահատվեցին մոտ 10000 մ³/վրկ: Ստորերկրյա ջրերի արդյունաբերական 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 հարաճուն պահանջներով:

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ԶՐԵՐԸ ԾԱՌԱՅՈՒՄ ԵՆ ՄԱՐԿՈՒՆ

«Ձկա ավելի լաճկաժժեմ օգտակար հաճա-
ծո, քան ջուրը, ատանց որի կյանք չկա...»:

Ակադ. Ա. Պ. Կարպինսկի

«Ջուր... Ի՜նչ շունչ ոչ համ, հոտ, ոչ
գույն, բեզ դժվար է նկարագրել, բեզսահմ
հիանում են՝ շիմանալով ընդ դու ինչ ես:
Ձի կարելի ասել, ընդ դու անհրաժեշտ ես
կյանքի համար, դու՝ ինքը կյանքն ես: Ի՜նչ
լցնում ես մեզ երջանկությամբ, որք մեր զգաց-
մունքներով անհնար է բացատրել: Քեզնով
վերագառնում են մեզ հրաժեշտ տված ուժե-
րը, բոլոր գրաստություններ մեր մեջ վերստին
սկսում են նորոգել մեր սրտի ցամաքած տղ-
րությունները: Ի՜նչ աշխարհիս ամենամեծ հաճա-
տությունն ես...»

Անտուան դը Սենտ-Էկզյուպերի

Գիտնականի լակոնիկ ու գրողի պատկերավոր արտա-
հայտությունները ջրի մասին այսօր մեզ ավելի հասկանալի
են դառնում, քանի որ ջրի պրոբլեմը հառնել է ժամանակա-
կից մարդու առջև իր ողջ սրությամբ:

Երկրի վրա կյանքի գոյության դործում և երկրաբանա-
կան պրոցեսներում ջուրը կատարում է հիմնական դեր:
Բացի միջավայր ու հումք ծառայելուց այն վերածվել է նաև
աշխատանքի գործիքի, նրանով գործի են դրվում էլեկտրա-
կայաններ, ջրարբիացվում է հողը, շահագործվում է երկրի
ընդերքը, նրանցից մարդը պատրաստում է նույնիսկ արվես-
տի գլուխգործոցներ՝ երգող-պարող շատրվաններ: Ջուրը հա-
զնդում է մեր ծարավն ու բուժում, մաքրում է ու լվանում,
արտագործյունից կորզում է ավելորդ, խանգարող ջեր-
մությունն ու տաքացնում է մեր կացարանները... Մի իրո-
քով, այս կենսաբեր հեղուկը բնության մեջ կատարում է մի
այնպիսի անգնահատելի դեր, որին միայն ինքն է ընդունակ:

Տակավին 4—5 տասնամյակ առաջ նույնիսկ զարգա-
ցած շատ երկրներում ջրային ռեսուրսները դիտվում էին
որպես բնության անսպառ պարգև: Իրանը կարելի էր օգտա-

գործել ցանկացած աղբյուրներից ու ցանկացած չափով՝ առանց մտահոգվելու հետևանքների մասին: Սակայն ՎՎ դարի երկրորդ կեսին, երբ չթողնվեցին չափերը դարասկզբի համեմատությամբ տասնապատկվեցին (տես աղյուսակ 8), ջրի պակասությունը ընդունեց զրոյալ մասշտաբներ:

Աղյուսակ 8

Ջրի ծախսը երկրագնդի վրա (կմ³/տարի)

Ջրի սպառողը	1900 թ.	1950 թ.	1975 թ.	1985 թ.	2000 թ.
կոմունալ տնտեսություն	20	60	150	260	450
Արդյունաբերություն	30	196	630	1200	2000
Գյուղատնտեսություն	350	860	2100	2400	3400
Ընդհանուր ջրածախսը	400	1100*	3000*	3900*	6000*

* Ընդհանուր 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 հոնգրեսում մասնագետները միահամուռ կարծիք հայտնեցին, որ մոտ ապագայում բնական ռեսուրսների մեջ, նույնիսկ նավթից էլ առավել առաջնահերթ տեղ է զբաղեցնելու ջուրը: Մասնագետներից մեկի դիպուկ արտահայտությամբ՝ Գուվեյթի ողջ դժբախտությունը կայանում է նրանում, որ նա ավելի հարուստ է նավթով, քան ջրով:

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

ուզգաբնակչությունը կերակրելու համար անհրաժեշտաբար հարկ կլինի ընդարձակել ոռոգելի հողագործությունը:

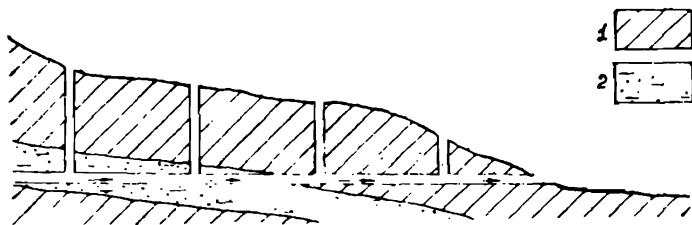
Վերջին ժամանակներում հատկապես մեծ շափով է աճում ստորերկրյա ջրերի օգտագործումը: Բանը միայն այն չէ, որ շուայլ օգտագործման և աղտոտման հետևանքով նվազել են մակերևութային ջրերի ուսուրսները, այլ նաև այն, որ ստորերկրյա ջրերը մակերևութայինի նկատմամբ ունեն մի շարք որակական առավելություններ (տես էջ 25—26): Բացի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

Ջրամատակարարման լավագույն աղբյուր: Հազիվ թե հարկ կա սպացուցելու, որ քաղցրահամ ջուրը այն կարևորագույն գործոններից է, որից կախված է կենդանական ու բուսական 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 հարուստ է բազմաթիվ դեպքերով, երբ անպարտելի զորսւրանակները ծնկի են բերվել, անառիկ բերդաքաղաքները իրենց դարուպսներն են բացել՝ ջրի սովի պատճառով: Հիշարժան է մ.թ. 525 թվականի Լիբիայի անապատում պարսկական թագավոր Կամբիզի հզոր զորաբանակի վախճանը: Թշնամին քողարկել էր ջրհորերը և անապատի անցման ծանանակ ծարավի սարսափելի տանջանքներից իսպառ կոտորվեց պարսկական անպարտելի 50 հազարանոց զորքը:

Մարդը սովորել է օգտագործել ստորերկրյա ջրերը դեռևս նախապատմական ժամանակներից: Բնության ջրերից միշտ էլ գերապատվությունը տրվել է ստորերկրյա ջրերի բնական ելքերին՝ աղբյուրներին, որոնք աչքի են ընկել ջրի վճիռությունամբ ու սառնությամբ, հաճելի համ ու հոտով: Մերձավոր Արևելքի ու Ասիայի չորային շրջաններում հին քաղաքակրթությունների զարգացումը պահանջեց կատարելագոր-

ծել ստորերկրյա ջրերի որոնման ջրամատակարարման դեռևս պրիմիտիվ տեխնիկան: Եգիպտոսում արդեն մ.թ.ա. 3-րդ հազարամյակում սովորեցին մինչև 100 մ խորության ջրհորեր կառուցել, Չինաստանում մ.թ.ա. 3-րդ—2-րդ հազարամյակներում այդ նույն խորությունը հասանելի դարձավ հորատանցքերի միջոցով, որոնք հորատվում էին հարվածածոպանային եղանակով:

Հիդրոտեխնիկական հնագույն կառույցներից են նաև ջրհավաք հորիզոնական փորվածքները՝ քյահրիզները: Չնչին թեքությամբ այդ ջրահավաք փորվածքները կտրում էին ջրատար ապարները, որոնց ջրատվությունը մեծացնելու համար կառուցվում էին նաև ուղղահայաց ջրհավաք հորեր (նկ. 17): Մի քանի կմ երկարությամբ ունեցող քյահրիզները նպաստավոր հիդրոերկրաբանական պայմաններում ինքնահոսով զգալի քանակությամբ ջուր էին տալիս, որն օգտագործվում էր ինչպես ջրամատակարարման, այնպես էլ ոռոգման նպատակներով: Քյահրիզներ կառուցվել են դեռևս հին Բաբելոնում, Մերձավոր Արևելքում, Հնդկաստանում և այլուր: Սովետական Միության տարածքում քյահրիզներ հայտնի են Հայաստանում, Ադրբեջանում՝ միջինասիական հանրապետություններում: Իրանում, որսևղ այս տիպի կառույցները կոչվում են կանատներ, ներկայումս էլ մեծ արդյունավետությամբ օգտագործվում է ջրհավաք փորվածքների խիտ շանցը: Ռ. 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 գումար-



Նկ. 17. Քյահրիզի բնդերկայնական կտրվածքի սխեմա

1 — ջրամերժ կավեր, 2 — ջրատար ալիազներ:

րային քանակը կազմում է 60—70 մ³/վրկ. Սահարայի անապատի արևմտյան մասի օազիսների շղթան՝ հռչակավոր «Լերմավենու ճանապարհը», կենսաբեր հեղուկը ստանում է զարեր ի վեր գործող հալարավոր քյահրիվներից, որոնց տեղացիները անվանում են ֆոգատներ:

Կառուցման մեծ վարպետությունը աչքի են ընկնում նաև Հին Հռոմում, Հունաստանում և Ուրարտուում մ. թ. ա. I-ին հալարամյակում գործող ջրատարները, որոնք աղբյուրների զույլ ջրերը հասցնում էին խոշոր քաղաքներ (Հռոմ, Կարթագեն, Աթենք, Վան և այլն): Հիացմունք է առաջացնում Հին Ռոմեացիների վարպետությունը աղբյուրների կապտածի և ակվեդուկների կառուցման գործում: Մասնավորապես հիշարժան է մ. թ. I դարում մեղ հայտնի ճարտարապետ Մարկ Վիտրուվիոսի կողմից կառուցած ջրատարը, որը Տիրբայի հովտի աղբյուրների ջուրը հոսակերտ ակվեդուկներ անեցող փակ խողովակաշաբով հասցնում է Հռոմ: Հիդրոտեխնիկական հուշակապ կառույց է նաև մ. թ. ա. 8-րդ դարում Ուրարտուի թագավոր Մենուայի հրամանով Տուշպա (Վան) քաղաքի շամար 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, խորը հորատանցքերի միջոցով հայտնաբերվեցին շատրվանոց արտեզյան ջրեր: Սակայն ստորերկրյա ջրերի թռիչքածն շահագործում դիտվեց միայն գիտատեխնիկական հեղափոխության դարում, երբ արդյունաբերության ու գյուղատնտեսության կտրուկ դարգացումը բաղադրատիկ ավելացրեց քաղցրահամ ջրերի պահանջարկը:

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

չրամատակարարումը 80-ական թվականների սկզբին 65 տոկոսի չափով կատարվում է ի հաշիվ ստորերկրյա ջրերի 20 տոկոսի չափով՝ ի հաշիվ ստորերկրյա ու մակերևութային ջրերի, այս գործում ստորերկրյա ջրերի ընդհանուր ծախսը արդեն կազմում է ավելի քան 700 մ³/վրկ։ Ընդերքի բարձրորակ ջրերով 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 բաղադրանքների հետ կապված վճիտ աղբյուրների և Արարատյան, արտեզյան ավազանի ջրերի։

Ստորերկրյա ջրերի որակի մասին խոսելիս հարկ է նշել, որ խմելու տեսակետից լավագույն են համարվում այն ջրերը, որոնք գերքաղցրահամ են (հանգանդումը չի գերազանցում 200 մգ լ), օժտված են հաճելի համ խտով, վճիտ են ու սառնորակ (ջերմությունը չի գերազանցում $-8-10^{\circ}\text{C}$)։ Սովորաբար այս որակի ջրերը կապված են լինում լեռնային շրջանների բաղադրության արտափոխվածքների հետ, որոնք օժտված են ջրակուտակման ծծանցման բարձր հատկանիշներով։ Այս տեսակետից Հայաստանի Կենտրոնական լրարխածին բարձրավանդակի ստորերկրյա ջրերը իրավամբ կարելի է դասել աշխարհի լավագույն խմելաջրերի շարքին։ Այնպես, որ ժողովուրդը իդուր չի գովերգում իր «Կաթնաղբյուրը», «Վարդաղբյուրը», «Երևանյան ջուրը»... Տեղին հիշեցնել Երևանի պատմարժան Նյուրբրից մեկի՝ ամերիկացի գեղանկարիչ Ռոբուել Քենտի խոսքերը. «Ես գիտեի հայկական կոնյակը, բայց այժմ երազելու եմ Երևանյան ջուրը։ Դա մեծ հարստություն է, պահպանեցի՛ր այն»։

Մարդու ֆիզիոլոգիական և ամենաանհրաժեշտ հիգիենիկ պահանջները բավարարելու համար քրտկան անհրաժեշտ է 20—30 լ քաղցրահամ ջուր։ Սակայն մատնականից բաղադրանքներում կախված բնակելի շենքերի բարկարդման աստիճանից իհարկե, անհամեմատ ավելի ջուր է ծախսվում համաձայն ՍՍՄ-ում գործող նորմատիվների՝ ջրապիմ ունեցող, բայց կոչուղուց զուրկ շենքի լուրարանչյուր բնակչի

օրական ջրի նորման կազմում է 30.—50 լ, ջրագծով, կոյուղու և կենտրոնացված տաք ջրամատակարարման սխեմանով շենքի բնակիչներ՝ 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 (չորային) բնակլիմայով տեղանքներին:

Ժամանակակից խոշոր քաղաքներում կոմունալ-տնտեսական կարիքների համար փառատացի ծախսը ավելի մեծ է՝ մինչև 700 լ: օր: Օրինակ, 70-ական թվականներին փարիզեցին ծախսում էր օրական 550 լ, 80-ական թվականների սկզբին մոսկվացուն արդեն բաժին է ընկնում 700 լ, կիևցուն՝ 520 լ, Լեռնացուն՝ 550 լ և այլն: Հարկ է նշել, որ ժամանակակից մարդու կուլտուրական մակարդակը չափում են նաև ծախսված տեսակարար ջրաքանակով. ինչքան բարձր կուլտուրա ու կենցաղավարություն՝ այնքան շատ ջրի ծախս: Սակայն, ինչպես ցույց կտրվի հաջորդ գլխում, այս դրույթը հաճախ չի համապատասխանում իրականությանը՝ ջրի կուրուստների ու շոռայումների նեղանքով:

Դժվար է պատկերացնել որեէ նյութ, իր կամ առարկա, որի ստացման համար ջուր չծախսվի: Այդ իսկ պատճառով անելի քանակությամբ քաղցրահամ ջրեր են ծախսվում արդյունաբերության ու գյուղատնտեսության մեջ (արդյուսակ 8): Այսպես օրինակ, 1 տ պողպատ ձուլելու 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 բանջարեղենի պահածո պատրաստելու համար ծախսվում է 40 լ ջուր, 1 լ գարնջուր 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 ղգալի չափով ջուր է հատկացվում արդյունաբերությանը (քաղաք մուտք գործող ընդհանուր ջրաքանակի 10—50 տոկոսը):

Հատկանշական է, որ վերջին տարիներին եվրոպական շատ քաղաքներում տեղական իշխանությունները ամեն կերպ աշխատում են նվազեցնել մոնիցինգի ջրագծերից արդյունաբերությունը տրվող ջրաքանակը: Սրինակ, Նոնդոնում այն կազմում է 25 տոկոս, Պրագայում՝ 16 տոկոս, իսկ Անտվերպենում՝ ընդամենը 12 տոկոս: Այս տեսակետից անմխիթար է վիճակը Երևան քաղաքի ջրագտագործման 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 հիշատակել, որ 1 տ հացահատիկ անեցնելու 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 անասնապահության բնագավառում. արդյունաբերական հիմքերի վրա դրված անասնապահական համալիրները հանդիսանում են քաղցրահամ ջրերի խոշոր սպառողներին:

Մոլորակի ազգաբնակչության աճի մեծ տեմպը և դրա հետ կապված սննդամթերքի սուր պակասությունը թելադրում են է՛լ ավելի զարգացնել ոռոգելի հողագործությունը: Դարակգրի 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 նենվում է մակերևութային ջրերի վրա, սակայն չորային կլիմայի պայմաններում օգտագործվում են հիմնականում ստորերկրյա ջրերը: Այսպես օրինակ, ՍՍՀՄ-ում ոռոգելի հողագործության մեջ ստորերկրյա ջրերը լայնորեն օգտագործվում

էն 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 մակերևութային հոսքը խիստ նվազում է, այս նպատակով դգալի քանակությամբ (մինչև 35—40 մ³ վրկ) ստորերկրյա ջրեր են օգտագործվում։ Արարատյան արտեզյան ավազանում գործող շուրջ 2000 հորատանցրերի և բնական խոշոր ելքերի ջրերը ծախսվում են ինչպես բուն հարթավայրի, այնպես էլ նախալեռնային գոտու շողատաքածությունները ոռոգելու համար։ Բնական խոշոր աղբյուրների (Ակնա լիճ—Մեծամոր խմբի) ջրերը, որոնք ձևավորում են Սև-ջուր գետը, վերջին տարիներին կառուցված պոմպակայաններով մղվում են դեպի հարթավայրի նախալեռնային մասերը՝ «որ թեթևացնեն հոգսը Սեանի»։

Հանգային բուծիչ ջրերը։ Մարդը անհիշելի ժամանակներից ստորերկրյա հանքային ջրերը օգտագործել է բուժման նպատակներով։ Դեռևս քաղաքակրթության արշալույսին եգիպտոսում ու Հնդկաստանում, ավելի ուշ նաև Հռոմում ու Հունաստանում, մարդիկ առողջությունը կոփելու համար ջրային լողանքներ էին ընդունում, այդ նպատակով հաճախ օգտագործելով ընդերքից արտաձիծող հանքային ու թերմալ ջրերը։ Հիացմունք են առաջացնում հնեաբանական պեղումներով մասնավորապես Հունաստանում ու Հռոմում հայտնաբերված բարդ կապտածներն ու հարմարավետ լողավազանները։

Հնդկական «Ռիգ-Վեդա» սուրբ գրքում 3500 տարի առաջ գրվել է. «Բուծիչ է աղբյուրը, ջուրը հանգստացնում է հոգու տենդը, բուժում լուրոր հիվանդությունները... Այն ժամանակներում ստորերկրյա հանքային ջրերին կուրորեն վերագրվում էին միստիկ հատկանիշներ, բուծիչ էր համարվում ջրի «ոգին»։ Սակայն արդեն մ. թ. ա. V—IV դարերում հույն հուշակավոր բժիշկ Հիպոկրատը հետազոտում էր հանքային ջրերով հիվանդությունների բուժման օրինաչափությունները։

Հանքային բուծիչ ջրեր են կոչվում այնպիսի ստորերկրյա

ջրերը, որոնք բարերար ֆիզիոլոգիական ազդեցություն են գործում մարդու օրգանիզմի վրա: Այդ ազդեցությունը պայմանավորված է ջրերի բարձր հանքայնացումով, իոնային կազմով, գազերի պարունակությամբ, ակտիվ թերապետիկ միկրոբադերիչների ու ռադիոակտիվ տարրերի առկայությամբ, թթվայնությամբ ու հիմնայնությամբ, ինչպես նաև բարձր ջերմաստիճանով:

Բժշկության կարևոր ճյուղերից մեկը՝ հանքաջրաբուժությունը (բալնոլոգիան), որը զբաղվում է հանքային ջրերի բուժիչ հատկանիշների ուսումնասիրությամբ և հիվանդությունների բուժման ու նախականխման գործում դրանց կիրառությամբ, ներկայումս հասել է զգալի հաջողությունների: Այսպես օրինակ, տարբեր տիպի հանքային ջրերով հաջողությամբ բուժվում են մաշկային, աղեստամոքսային ուղիների, նյարդային համակարգի, երիկամների ու միզանոթների մի շարք բարդ հիվանդություններ: Այապացուցված է, որ ածխածնով հարուստ հանքային ջրերի լողանքները բարեփոխում են մաշկի ջերմաունցեպատրոնների աշխատանքը, կարգավորում են նյութափոխանակության պրոցեսները, խմելիս այդ ջրերը բարերար ազդեցություն են գործում աղեստամոքսային ուղիների, ենթաստամոքսային գեղձի վրա: Շատ հանքային ջրերի թերապետիկ ակտիվությունը կապված է դրանցում միկրոբադերիչների, առաջին հերթին, երկաթի, մկրնդեղի, բրոմի և յոդի պարունակությամբ: Օրինակ, հայտնի է, որ երկաթային ջրերը խթանում են արյան վերարտադրությունը, 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 լողանքների ու ջրային մերսման համար հանքայնացումը արգելք չի հանդիսանում, ապա խմելու համար թույլատրելի է մինչև 10—15 գ./լ հանքայնացումը: Հանքային ջրերը լինում են ամենաբազմազան քիմիական կազմի, սակայն դրանք պետք է որոշակի քանակի գազեր կամ օգտակար միկրոբադերիչներ պարունակեն:

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

Ֆուլ 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 կոնգի-ցիայի:

Աղյուսակ 9

Ջրի անվանումը	Օգտակար բաղադրիչը	Կոնցիցիան, մգ/լ
Ածխածնաթթվային	ազատ ածխածնաթթու	500
Ծծմբաջրածնային	ծծմբաջրածին	10
Երկաթային	երկաթ	20
Մկնղեղային	մկնղեղ	0,7
Բրոմային	բրոմ	25
Ցոլային	ցոլ	5
Սիլիցիումային	սիլիցիումային թթու	50
Ռադոնային	ռադոն	մախի 14 միավոր (50 էման)

Վերջին տարիներին հաճախ կիրառվում է նաև հանքային ջրերի այսպես կոչված «տիպայնացումը» — դրանց ստորա-րաժանումը ըստ տիպի կամ տարատեսակի, որոնք իրենց հիմնական հատկանիշներով ու ցուցանիշներով նույնատիպ են լավ ուսումնասիրված և հանրահայտ հանքային ջրերի հետ: Օրինակ, ածխածնաթթվային հիդրոկարբոնատ-նատրիումա-յին կաղմի ջրերը վերագրում են բորժոմի տիպին, ուժեղ ծծմբաջրածնային քլոր-նատրիումային ջրերը՝ մացեստային, օրգանական բաղադրիչներով հարուստ թույլ հանքայնաց-ման ջրերը՝ նավթուիային և այլն:

Ըստ ջերմաստիճանի Վ. Վ. Իվանովն ու Գ. Ա. Ներակը առանձնացնում են հետևյալ հանքային ջրերը. 1) սառը՝ 20°-ից պակաս, 2) գոլ՝ 20—35°, 3) տաք՝ 35—42° և, 4) շատ տաք՝ 42°-ից ավելի:

Հանքային ստորերկրյա ջրերի հանքավայրեր կան աշ-խարհի 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 աշխարհահռչակ առողջարաններ։

Սովետական Միությունը արտակարգ հարուստ է հանքային ստորերկրյա ջրերի ամենատարբեր տիպերով։ Հիդրոերկրաբանները 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 պետության մշտական հոգատարության շնորհիվ բուժիչ հանքային ջրերի պահանջարկը մշտապես ավելանում է և այդ կապակցությամբ տարեցտարի ավելանում է դրանց որոնողական-հետախույզական 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 հետախույզված 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, Նալչիկ և այլն) ամեն տարի իրենց առողջությունն են կարգավորում շուրջ 1 մլն մարդ։

Հայաստանը համարվում է տարբեր տիպի հանքային ջրերով հարուստ ռեզիդն։ Այստեղ հայտնաբերվել են առողջարար հեղուկի ավելի քան 400 բնական էլքեր, որոնցից մի

քանիսը որակական տեսակետից համարվում են աշխարհային միջավայրայիններ՝ ճանաչված հանքային ջրերի նմանակները (անալոգները): Իրանց մեծամասնությունը պատկանում է ածխածնաթթվային տիպին, ավելի քիչ՝ ածխածնաթթվային-ծծմբաջրածնային տիպին, միկրոբազադրիչներից ավելի շատ պիտ-վում է ալոտի բարձր պարունակություն, երբեմն նաև ջրերը բոված են թույլ ռադիոակտիվությամբ: Զրերի ջրմաստիճանը տատանվում է +4,0-ից (Գոխձոր) մինչև +64 (Զերմուկ):

Հայաստանում դարերի ի վեր հանքային ջրերը օգտագործվել են բուժման նպատակներով, մասնավորապես մաշկային հիվանդությունների բուժելիս, որի մասին վկայում են աղբյուրների «Քոս-ջուր», «Քոս-աղբյուր», «Գոխ-ջուր» հին անվանումները, իսկ «ջերմուկ» անվանումը հայկերենում օգտագործվում է որպես կենսատու հեղուկի հոմանիշ: Ներկայումս այստեղ գործում են երկրում մեծ համրվ վայելող խոշոր առողջարաններ (Լեռնի, Զերմուկ, Դիլիջան, Հանքավան և այլն), իսկ շրջաման գործարանները հաջողությամբ օգտագործում են նաև Բջնիի, Լեռնաբեր, Լիճքի, Սևանի 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 անգնահատելի բարիքը, որը գրեթե ոչ մի վերամշակում չի պահանջում, դարձել է արտահանման առարկա: Կասկածից վեր է, որ առաջիկայում հանքային ջրերը ավելի մեծ կիրառություն կպտենեն ինչպես առողջապահության, այնպես էլ սննդաշղթային արևելյան բնագավառում:

Ստոբեկերյա ջրերը՝ րնդերի քերակի: Շատ մասնագետների կանխատեսումների համաձայն 3-րդ հաղարամյակում մարդկության ամենագլխավոր խնդիրներից մեկը կդառնա էներգետիկ ճգնաժամը: Բանն այն է, որ ընդամենը 15 տարի հետո, այսինքն նույնիսկ ժամանակակից սերնդի օրոք, էներգիայի տարեկան համաշխարհային պահանջարկը կկազմի մոտ 30 մլրդ տոննա պայմանական վառելիք, իսկ այդքանը դարասկզբին կբավարարել 15—20 տարի: Էներ-

գիայի ծախսի նման բուռն աճը կհանգեցնի հանածո վառելի-
նյութի հիմնական տեսակների (քարածուխ, նավթ, գազ)
պաշարների խիստ նվազեցմանը: Բացի այդ, թվարկած վա-
ռելանյութերը, մասնավորապես նավթը, բարձրարժեք բի-
միական հումք են և դրանց պաշարների ղգալի մասը ժա-
մանակակից մարդն արդեն օգտագործում է սինթետիկ ամե-
նարագմական նյութեր ստանալու համար:

էներգետիկ ձգնաժամի լուծման գործում շատ գիտնա-
կաններ, բոլորովին էլ ոչ առանց հիմքի, բավական լավա-
տեսորեն են տրամադրված: Արդեն ծովի մակընթացության
էներգիան էլեկտրականացանելու է աշխատեցնում, հաջողու-
թյամբ փորձեր են տարվում արեգակնալիւն էներգիան վերա-
ծել էլեկտրականի, հզորացող թափով օգտագործվում է
ատոմային էներգիան, իսկ ջերմամիջուկային պրո-
ցեսների կառավարման շնորհիվ հավանաբար էներգիայի
լրացուցիչ աղբյուր կծառայի ջրածնային դեյտերիում ծանր
իզոտոպը: Վերջապես, որոշակի հաջողություններ ու հսկա-
յական հնարավորություններ կան երկրի ընդերքի ջերմու-
թյան օգտագործման հարցում, որն էլ մեր խնդրո առար-
կան է:

Վաղուց ի վեր մարդը ուշադրություն է դարձրել բնության
հետաքրքիր երևույթներից մեկի՝ երկրի ընդերքից արտա-
դատվող տաք ջրերի վրա: Հաճախ, բացի սովորական տաք
աղբյուրներից (հիդրոթերմալներից), հանդիպում են նաև պար-
բերաբար գործող, շատրվանող գերտաք աղբյուրներ, որոն-
ցից «ժայթքող» ջրի ու գոլորշու բարձրությունը երբեմն
հասնում է մինչև 200 մետրի: Ընդերքի ջրերի բացառիկ
գեղեցկության այդ երևակումները կոչվում են հեյզերներ:

Որտեղի՞ց են ստորերկրյա ջրերը էման բարձր ջերմություն
ձեռք բերում: Պատասխանը մեկն է. երկրի ընդերքից, որ-
տեղ, համաձայն ժամանակակից տվյալների, ջերմությունը
գոյանում է առանձնապես ի հաշիվ ռադիոակտիվ տրոհման
պրոցեսների: Երկրակեղևի ջերմությունը մակերևույթից դե-
պի ընդերք աճում է միջին հաշվով մեկ աստիճան՝ յուրա-
քանչյուր 33 մետր խորանալիս: Այս մեծությունը, որն ըն-
դունված է անվանել միջին գեոթերմիկ աստիճան, տեկտո-
նապես ակտիվ, ինտենսիվ հրաբխականության մարվերում

կարող է շատ ավելի փոքր լինել և, հետևապես, ցիսլի ընդերք ջերմությունը ավելի արագորեն աճի: Լեյսպես օրինակ, Լթևսրևել շրջանում օդի տարեկան միջին ջերմությունը կազմում է, դիցուք, -8° , իսկ գեոթերմիկ աստիճանը՝ 10 մետր, ապա 1000 մետր խորության վրա ստորերկրյա ջրերը կունենան $+108^{\circ}$ ջերմություն: Ուստի բոլորովին էլ պատահական չէ, որ հիդրոթերմերն ու հեյդերները զլիսավորապես հանդիպում են երկրի հրաբխականության զրևուրման գոտիներում: Դրանցով հարուստ են Իսլանդիան, Իտալիան, Նոր Զելանդիան, ԼեՄնուր, Ինչպես նաև Սովետական Միությունը (Կամչատկա, Կուրիլյան կղզիներ, Կովկաս):

Ինչպես նշվեց վերևում, դեռևս հին ժամանակներում աղբյուրների տաք կամ ջերմ ջրերը (այստեղից էլ առաջացել է «ջերմուկ» հայերեն անվանումը), որոնք մեծամասամբ հանքայնացված են լինում տարբեր աղերով, օգտագործվել են բուժման նպատակների համար: Դեռևս հին հռոմեացիները տաք ջրերը օգտագործել են նաև իրենց պալատներն ու, հատկապես, հասարակական բաղնիքները տաքացնելու համար: Սակայն ստորերկրյա ջրերի ջերմության 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 հեղակավոր սեփոնների («սուլուցով», աղբյուրների) ջրի ու գոլորշու խառնուրդի ջերմությունը, որը աղբյուրների ելքի տեղում հասնում էր 200 աստիճանի: Լեյնուհետև թերմալ ջրերը օգտագործվեցին բնակարանների ջեռուցման ու էլեկտրաէներգիայի ստացման նպատակով: Քանի որ աղբյուրների բնական ծախսը այդ ամենի համար շէր բավականացնում, կոմս Լարդարել-որդին առաջարկեց թերմալ ջրերի քանակը 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 սալիս են Իտալիայի էլեկտրաէներգիայի ավելի քան 6 տոկոսը:

Առանց վառելանյութի ջեռուցումը հատկապես մեծ կարևորություն ունի հրո ու սառցի երկիր Իսլանդիայի համար: Եղղում գործող հեյզերներից ու հորատանցքերից ստացվող ջրի ու գոլորշու ջերմությունը լիովին բավարարում է Իսլանդիայի փոքրաթիվ բնակավայրերի ջեռուցման, ամենահզոր էլեկտրակայանը աշխատեցնելու, ջերմոցների և այլնի համար:

Հնդերքի ջերմությունը մեծ օգտավատությամբ է «աշխատում» նաև աշխարհի այլ երկրներում: Նոր Զելանդիայում, Երինակ, ընդերքից ստացվող գերտաք գոլորշին գործի է դնում 160 հազար կվտ հզորության էլեկտրակայանը: ԱՄՆ-ի Օրիգոն նահանգում թերմալ ջրերը օգտագործվում են ավտոճանապարհների ջեռուցման համար, իսկ Կալիֆոռնիա նահանգի հուշակավոր Մեծ հեյզերների ջերմության հիման վրա գործում է 400 հազար կվտ հզորության էլեկտրակայան:

Սովետական Միությունում ընդերքի ջերմության շնորհիվ առանց վառելանյութի ջեռուցման հնարավորությունները հսկայական են: Առաջին շերթին պետք է նշել Կամչատկան ու Կուրիլյան կղզիները, որտեղ այսօր էլ երկրակեղևը մշտապես ցնցվում է հրաբխականությունից: Հանրահայտ է Կամչատկայի Հեյզերների հովիտը, որտեղ հաշվվում են հարյուրավոր թերմալ աղբյուրներ և մոտ 20 գեղատեսիլ հեյզերներ: Վերջին տարիներին Կամչատկայում և Կուրիլյան Կունաշիր կղզում զգալի աշխատանքներ են կատարվել ընդերքի ջերմությունը ժողովրդական տնտեսությանը ի սպաս դնելու ուղղությամբ: Այսպես, Պաուժետկայի խմբի աղբյուրների թերմալ ջրերի հիման վրա գործում է 10 ազար կվտ հզորության էլեկտրակայան և կառուցվում է նորը՝ 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 Դաղստան, Չեչենո-Ինգուշևիա), այնպես էլ Անդրկովկասում (Վրաստան, Հայաստան): Խերմալ ջրերի բնական ու արհեստական ելքերի օգտագործման ուղղությամբ առաջին օրոշակի աշխատանքները կատարվում են միայն Հյուսիսային Կովկասում, մասնավորապես Գրոդնի ու Մախաչկալա քաղաքների ջերմաֆիկացման գործում: Հանգած հրաբուխների երկիր Հայաստանը ընդհանուր առմամբ հարուստ է թերմալ ջրերի սղրյուրներով: Մեծ ծախսով ու ջերմությամբ աչրի են բնկնում հետևյալ հանրավայրերը. հանրահայտ Ջերմուկը (ջրի ջերմությունը՝ $+64^{\circ}$), Արզականը ($+45^{\circ}$), Հանքավանը ($+43^{\circ}$) և Բժնին ($+39^{\circ}$): Հաշվված է, որ միայն այս 4 հանքավայրերում տարվա ընթացքում ջրի հետ արտաբերված ջերմությունը համարժեք է 8500 տոննա պայմանական վառելանյութի էներգիայի: Երշված աղբյուրների ոչ բարձր ջերմաստիճանի հետևանքով սռայում դժվար է խոսել դրանց 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 խտություններից հնարավոր է ստանալ բարձր ջերմության ջրեր: Հատկապես նպաստավոր է համարվում Կենտրոնական հրաբխային բարձրավանդակը (Արագածից մինչև Զանգեզուր), որի համար գիթթերմիկ աստիճանը առանձին տեղամասերում 20 մետրից չի գերազանցում և, հետևաբար 1,5—2 կմ խորության վրա կարելի է սպասել $+100^{\circ}$ ջերմություն:

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

կերևութային ջուր և կորզել խորքային ջերմությունը, այսինքն տվյալ դեպքում ընդերքը կծառայի որպես բնական «կաթ-սալատոն»։ Գեոտեխնոլոգիական այս մեթոդի կիրառման շնորհիվ հնարավոր կլինի ավելի մեծ մասշտաբներով ու ըստ ամենայնի օգտագործել ընդերկրյա ջերմությունը՝ այդ անհամեմատ ավելի էժան ու բնության աղտոտման տեսակետից «մաքուր» էներգիայի տեսակը։

Ստուբեկբյուս ջրերը՝ արդյունաբերական (նիդրոմինեռալային) հումք։ Հանքաբեր շատ շրջաններում, սովորաբար մեծ խորությունների վրա ստորերկրյա ջրերը հագեցած են լի-նում տարբեր օգտակար միկրոբաղադրիչներով՝ միացու-թյուններով։ Դրանցից ավելի շատ տարածված են լինում յոդը, բրոմը, կերակրի աղը, ինչպես նաև բորի, լիթիումի, ռուբիդիումի, գերմանիումի, ուրանի և այլ միացություններ։

Եթե ստորերկրյա ջրերը պարունակում են այնպիսի քանակության օգտակար բաղադրիչներ կամ դրանց միացու-թյուններ, որոնց ստացումն ու մշակումը տվյալ հիդրոերկրա-բանական պայմաններում տեխնիկատնտեսապես արդյունա-վետ են, ապա դրանք կոչվում են արդյունաբերական ստոր-երկրյա ջրեր։ Այլ խոսքով, եթե ստորերկրյա ջրում օգտակար բաղադրիչի պարունակությունը հասնում է արդյունաբերա-կան կոնդիցիայի, ապա այդ ջուրը յուրեւից ներկայացնում հեղուկ հանքանյութ։

Սովետական Միությունում լայնորեն կիրառվում է հե-ղուկ հանքանյութից յոդի, բրոմի, քարաղի, ավելի քիչ՝ բորի ու ռադիոակտիվ տարրերի արդյունահանումը։ Առավել շատ արդյունահանվող օգտակար բաղադրիչների նվազագույն պարունակությունը, որ հնարավորություն է տալիս ստորեր-կրյա ջրերի հանքավայրերը արյունավետ ձևով շահագործել, բերված է աղյուսակ 10-ում (ըստ պ. Բ. Ն. Ա. Պլոտնիկո-վի)։ Կերակրի աղի ստացումը կիրառվում է այն դեպքում, երբ աղաջրերում հալիտի (NaCl) պարունակությունը 80—100 4 լ-ից ավելի է։

Արդյունաբերական ստորերկրյա ջրերը, որպես կանոն,

Արդյունաբերական ջրերի անվանումը	Օգտակար բաղադրիչը	Նախագու գույնն սպառունակությունը	
		մգ/լ	%
Բրոմային	Br	250	2,5.10
Յոդային	J	18	1,8.10
Յոդ-բրոմային	J	10	1.10 ⁻³
	Br	200	2.10
Յոդ-բորային	J	60	6,5.10 ⁻³
	B	162	1,6.10

գտնվում են խոշոր ջրաճնշումային իստեմների խորը մասերում, դերազանցապես չափազանց դժվար ջրափոխանակության գոնայում։ Ստորուկտուր տեկտոնական տեսակետից այդպիսի ջրաճնշումային սիստեմներին համապատասխանում են սինեկլիզներն ու հին պլատֆորմային գոգավորությունները, ինչպես նաև նախալեռնային ճկվածքներն ու միջլեռնային 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 ջրերը, այդ թվում նաև աղաջրերը, կարող են հանդիպել երկրաբանական ամենատարբեր հասակի ապարներում։

Արդյունաբերական ստորերկրյա ջրերի տեղադրման խորությունը տատանվում է մեծ սահմաններում՝ մի քանի տասնյակ մետրից մինչև 4—5 կմ և ավելի։ Յոդային բրոմային ջրերը առավելապես տարածված են 1000—3000 մետր խորություններում, իսկ բնական աղաջրերի համար, դրանց լայն տարածման հետևանքով, արդյունահանման նպաստավոր խորություն է համարվում մինչև 300 մետրը։ Մոլորաբար արդյունաբերական ստորերկրյա ջրերը օժտված

են լինում զգալի պիկետներով ճնշումով, որը հաճախ հասնում է Երկրի մակերևույթին մոտ, իսկ Լոբեմն նաև ջրերը դուրս են գալիս Երկրի մակերևույթ՝ ինքնահոսի կամ շատերովանի ձևով:

ՍՍՀՄ-ում հայտնաբերվել են արդյունաբերական ստորերկրյա ջրերի բազմաթիվ հանքավայրեր, որոնք հիմնականում կապված են խոշոր ջրաճնշումային և խստեմեների հետ (Վոլգա-Կամայան, Ազով-Կուբանյան, Արևմտասիբիրական, Քուռ-Արաքսյան, Արևմտաթուրքմենական և այլն): Շահագործողական հորատանցքերը, որոնցից ստացվող ջրի տեսակարար ծախսը տատանվում է 100—3000 մ³/օր, աշխատում են տընտեսական մեծ արդյունավետությամբ:

Վերջին տարիներին Անգարա-Լենայան արտեզյան ավազանում 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 հանքավայրից մեկում ստացվել են 400—500 գ/լ կոնցենտրացիայի քլորիդ-կալցիումային կազմի աղաջրեր, որոնցում դիտվում է ստրոնցիումի, ռուբիդիումի և այլ միկրոբաղադրիչների կոնցենտրացիոն 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 հետևանքով հոսքաջրերում մնում են շրջակա միջավայրը աղտոտող «վնասակար» խառնուրդներ:

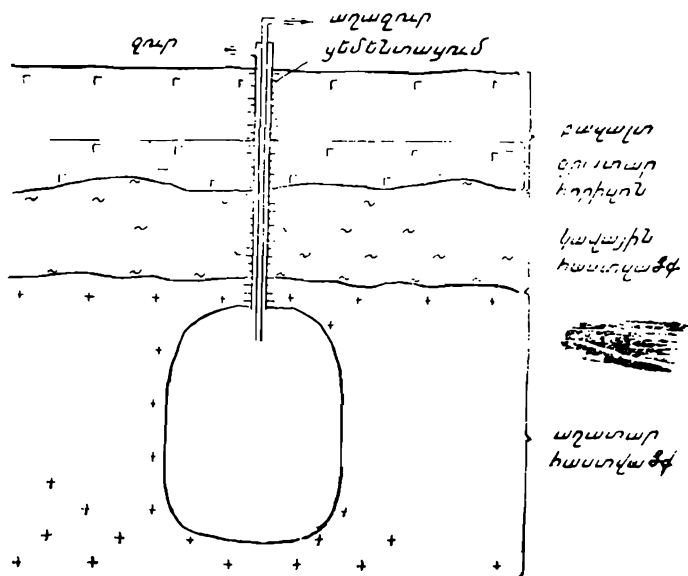
Արդյունաբերական ստորերկրյա ջրերի արդյունահանումը կազմակերպված է Թուրքմենիայում (Զելեկենի յոդ-բրոմային գործարանը աշխատում է 1934 թվականից), Ադրբեջանում (Ափշերոնի նախկին նավթահորերի արդյունաբերական ջրերի հիման վրա), Հյուսիսային Կովկասում (Գրոզնի, Բերի-

կել, նալչիկ) և Պերմի մարզում (Կրասնոկամսկ): Այս եղանակով ստացվում է մեր երկրում արտադրվող գրեթե ամբողջողը, բրոմի մեծ մասը և մի շարք այլ օգտակար բաղադրիչներ և միացություններ, որոնց ցանկը գնալով ընդարձակվում է: Ներկայումս մշակվում է հալվագչուտ բաղադրիչների ու միացությունների ջրից կորզման տեխնոլոգիան, որը հնարավորություն կտա է՛լ ավելի ընդարձակել քիմիական հումքի բազան: Քանի որ խորը հորիզոնների արդյունաբերական ջրերի ջրամաստիճանը 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 գեոտեխնոլոգիական եղանակը:

Բնական աղաջրերից կերակրի աղի ստացումը հայտնի է դեռևս հին ժամանակներից: Սակայն գիտատեխնիկական հեղափոխության դարաշրջանում, երբ ահռելի չափերի է հասել ոչ միայն հալիտի, այլ նաև նրա բաղադրատարրերի՝ Na-ի և Cl-ի պահանջարկը, շատ երկրներում աղաբեր հաստվածքները շահագործվում են գեոտեխնոլոգիական եղանակով: Վերջին 2—3 տասնամյակներում այն հաջողությամբ կիրառվում է նաև Սովետական Միության մի շարք հանքավայրերում (Արտյոմովսկ, Սլավյանսկ—Դոնբասում, Սոլոտինո—Անդրկարպատներում, Կալուշ—Նախակարպատներում, Արովյան, Ավան—Մերձերևանյան աղատար ավազանում և այլուր):

Աղաջրերի գեոտեխնոլոգիական եղանակով արդյունահանման ուսանելի փորձ է կուտակվել Հայաստանում, որտեղ այն կիրառվում է մեծ հաջողությամբ: Գեոտեխնոլոգիական արդյունահանումը, որը հանգում է հորատանցքերի միջոցով աղաբեր հաստվածքը ջրով լուծելուն, իրականացվում է հետևյալ կերպ. հատուկ կառուցվածքի հորատանցքի միջոցով աղաբեր հաստվածքի մեջ ներմղվում է քաղցրահամ ջուր, աղը տարալուծվում, վերաժվում 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 հորատանցքի շուրջ ստեղծել լեռնային ձեւման նկատմամբ կայուն ձևի (պլանաձև) դատարկություն: Ստացված աղաջուրը հասցվում է Երևանի քիմկոմբինատ՝ քիմիական արդյունաբերությանը, կամ տրրվում է լեռնային աղի կոմբինատին, որտեղ, զտումից ու գոլորշացումից հետո, ստանում են կերակրի «էքստրա» բարձրորակ աղ:



Նկ. 18. Խեոտեխնոլոգիական եղանակով աղատար հաստվածքի շահագործման սխեմա:

Մերձերևանյան ավազանի այնպիսի երկրաբանական առանձնահատկություններ, ինչպիսիք են աղաբեր հաստվածքի տեղադրման մեծ խորությունը, նրա անհամասեռությունը, ստորերկրյա ջրերի առկայությունը վերադիր բազալտներում և այլն, որոնք լեռնային եղանակով արդյունահանելիս մի շարք բարդություններ են ստեղծում. գետեխնոլոգիայի կիրառման դեպքում ոչ մի խոչընդոտ չեն առաջացնում:

Հարկ է նշել, որ Հայաստանում գեոտեխնոլոգիական եղանակը կիրառվում է կրկնակի արդյունավետությամբ: Բանն այն է, որ աղաբեր հաստվածքի մեջ լվացման հետևանքով առաջացած ստորերկրյա դատարկությունները այնուհետև կարելի է օգտագործել իբրև նավթի գազի շտեմարաններ, այսինքն՝ երկրի ընդերքում ստեղծել վառելանյութի արհեստական պահեստներ: Զարգացած արդյունաբերություն ունեցող Հայաստանի համար, որը, ինչպես հայտնի է, զուրկ է նավթի ու գազի բնական պաշարներից, արժարժվող հարցի կարևորությունը դժվար է գերազնահատել: Ներկայումս լեռովյանի շրջանում աղաբեր հաստվածքի մեջ կառուցված ստորերկրյա դատարկությունները, որոնցից յուրաքանչյուրի սարողությունը հասնում է մինչև 200 հազ. խորանարդ մետրի, թույլ են տալիս Երևան քաղաքի համար ստեղծել գաղի օպերատիվ ու սեզոնային պաշարներ:

Այսպիսով, գիտատեխնիկական հեղափոխության դարաշրջանում ստորերկրյա ջրալիս պատյանը ավելի մեծ կարևորություն է ստանում, անհրաժեշտ է դառնում հիդրոերկրաբանական ուսումնասիրությունների շրջանակները է՛լ ավելի ընդարձակել, դիտարկել նաև ստորերկրյա ջրերի դերն ու նշանակությունը երկրաբանական պրոցեսներում: Այս տևողակտից հարկ ենք համարում համառոտակի կանգ առնել հիդրոերկրաբանության և սեյսմալոգիայի կապի վրա, որին վերջին տարիներին առանձնահատուկ կարևորություն է տրվում:

Ստորերկրյա ջրերն ու երկրաշառժերը: Հայտնի է, որ երկրակեղևի ուղիեֆի ձևավորման պործում մակերևութային ջրերը հանդիսանում են հիմնական զործոն: Առնային մարգերում մակերևութային ջրերը ողողում, էրոզիայի են ենթարկում ապարները և լուծույթի ու մեխանիկական խառնուրդի ձևով իրենց հետ ահուկի քանակությամբ (տասնյակ կմ³) նյութ են տանում դեպի ծովերն ու հարթավայրային գոտիները: Անկասկած նույնպիսի զործունեություն են ծավալում նաև ստորերկրյա ջրերը: Ս. Գրիգորեի և Մ. Ծմցովի հաղվարկներով (1977), «ստորերկրյա ջուր-ապար» փոխազդե-

ցության հետեանքով տարեկան տեղատարվում է 2,0—2,5 կմ³ նյութ, որը հանգեցնում է բարձրագիշ գոտիներում կարստային ու սուֆոպիոն դատարկութիւնների առաջացմանը: Իվահա, բնության մեջ ջրի շրջանառության հետեանքով երկրակեղևի բարձրագիշ մասերը «թեթեանում են», ցածրագիշ մասերը՝ «ծանրանում», իսկ արդյունքում երկրակեղևում կատարվում է լարումների վերաբաշխում, որն էլ երկրաշարժերի պատճառ է դառնում:

Այս դրույթը հիմնավորելու համար երկրաբանները լեռնային «խախտտ» երկրամասերը համեմատում են Անտարկտիդայի հետ, որտեղ նույնպես երկաշ տարիներ սեյսմիկ դիտումներ են տարվում: Սառցակեղևի հսկայական շերտով ծածկված այս յուրատեսակ մայրցամաքում, ուր ջրի շրջանառութիւնը գրեթե բացառվում է, երկրակեղևի ուժեղ ցրնցումներ երբեք չեն դիտվել, մինչդեռ մերձարևադարձային գոտու երկրներում, դիցուք, հարևան Հարավային Ամերիկայում, երկրաշարժերը սովորական երևույթ են:

Բացի այդ, ուսումնասիրութիւնները ցույց են տվել, որ XX դարում հզորացող թափով ծավալվող տեխնոգեն (կամ անտրոպոգեն) գործունեութիւնը նույնպես բերում է երկրակեղևի հավասարակշռության խախտման, որն էլ արհեստական երկրաշարժերի պատճառ է դառնում: Մոտավոր հաշվարկներով ապացուցվում է, որ վերջին 30 տարում մարդը ղեղերքից արդյունահանել է այնքան օգտակար հանածոներ, ինչքան նախորդող մարդկային ողջ պատմության ընթացքում: Այսօր լեռնային արդյունաբերութիւնում յաջ հանքերի խորութիւնը հասել է 1,5 կմ, ստորերկրյա փորվածքների խորութիւնը՝ 4,0—4,5 կմ, իսկ պարապ ապարնեղի մնացուկներից գոյացել են իսկական սարերի նմանվող տեղիկոներ:

Երկրակեղևի ավելի մեծ ձևափոխութիւնների է հանգեցնում մարդու ջրատնտեսական պրոգրեսիվ գործունեութիւնը: XX դարի երկրորդ կեսին միմյանց էտեից շարք են մտնում մինչև 300—400 մ բարձրության պատվարներ, որոնք ամբարում են մի քանի տասնյակ մլրդ մ³ արհեստական ծովեռ, կամ ստորերկրյա ջրերի ավազանները շահագործվում են

այնպիսի ինտենսիվությամբ, որ գեպրեսիայի խորությունը հասնում է մի քանի ֆարյուր մետրի, իսկ շառավիղը՝ մի քանի տասնյակ կմ-ի: Բնականաբար, այս ամենը հանգեցնելու էր երկրակեղևում և, ընդհանրապես, բնության մեջ ստեղծված դինամիկ հավասարակշռության խախտմանը:

Մարդու ջրատնտեսական գործունեության շնորհիվ ջրային ուժի մը տարվա ընթացքում ենթարկվում է կտրուկ փոփոխությունների, որոնք, անշուշտ, իրենց ազդեցությունն են թողնում երկրակեղևի վրա:

1967 թվականի պեկտեմբերի 11-ին Հնդկաստանում, Դեկանի սարահարթի արևմտյան մասում տեղի ունեցավ 8—9 բալ ուժգնության, մարդկային զոհերով ու ավերվածություններով ուղեկցված երկրաշարժ: Վերջինիս կապիկենտրոնը գտնվում էր Կոյնա գետի վրա կառուցված խոշոր ջրամբարի շրջակայքում (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: Հնգիկ սեյսմաբանների ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ ջրամբարի շրջակայքում թույլ ցնցումներ դիտվել են դեռևս 1962 թ., երբ ջրամբարը լցվել էր ընդամենը նախագծային ծավալի կեսի չափով:

Սեյսմիկ տատանումների կտրուկ ակտիվացում է նկատվել նաև աշխարհում խոշորագույններից մեկը համարվող Կարիրա ջրամբարի շրջակայքում, ուր 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, երկրակեղևը խաղաղվել էր, սակայն 1971 թվականից ի վեր այստեղ դիտվել են մինչև 3,5 բալանոց բաղմամբիվ ցնցումներ, որոնց կապիկենտրոնը գտնվում է գերազանցապես ջրամբարի տարածքում:

Տագնապալից է իրավիճակը Զինսուստանի Գուանչոու բաղմամբիլիոնանոց քաղաքի շրջակայքում, որտեղ 1959 թ.

կառուցվեց Սինֆին ջրամբարը (պատվարի բարձրությունը՝ 105 մ, ծավալը՝ 11,5 մլրդ. մ)։ Ջրամբարի շարք մտնելուց անմիջապես հետո սկսմակայանների խիտ ցանցով արձանագրվել են տարրեր ուժգնության հարյուր հազարավոր ցրնյումներ, որոնցից ամենաուժեղը (8 լալ) դիտվել է 1962 թ. մարտի 19-ին, երբ ջրամբարը առաջին անգամ լցվեց առավելագույն չափով։ Մանրադնին 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 երևույթներ դիտվում են նաև ԱՄՆ-ում, Ֆրանսիայում, Իտալիայում, Հունաստանում և այլուր, որտեղ կառուցվել են խոշոր ջրամբարներ։ Ջրամբարների մեծության մասին խոսելիս անհրաժեշտաբար պետք է նկատի ունենալ նաև դրանցից կատարվող ծծանցման կորուստները, որոնք կարող են հասնել զրալի 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 համարվել լինել վերերկրյա ջրամբարներին։ Եվ ահա, 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 մեխանիզմի վրա 2 ձևով։ Նախ, խորը հորիզոնների ջրերը, որոնք հասնում են երկրաշարժի օջախներին, կատարում են զրգռիչ դեր՝ «թուլացնում-յուղում են» ապարների կոշտ կապերը, որի հետևանքով երկրակեղևի լարումները լիցքաթափվում են տեկտոնական խզումների միջոցով։ Այնուհետև, տեղանքի երկրաբանական կտրվածքում ջրատար սիստեմների առկայությունը և, հատկապես, գրունտային ջրերի մակերեսին մոտ տեղադրվածությունը մեծացնում են երկրաշարժերի հար-

այնպիսի ինտենսիվությամբ, որ դեպքեսիայի խորությունը հասնում է մի քանի հարյուր մետրի, իսկ շառավիղը՝ մի քանի տասնյակ կմ-ի: Բնականաբար, այս ամենը հանգեցնելու էր երկրակեղևում և, ընդհանրապես, բնության մեջ ստեղծված դինամիկ հավասարակշռության խախտմանը:

Մարդու ջրատնտեսական գործունեության շնորհիվ ջրային ուժիմը տարվա ընթացքում ևնթարկվում է կտրուկ փոփոխությունների, որոնք, անշուշտ, իրենց ազդեցությունն ևն թողնում երկրակեղևի վրա:

1967 թվականի դեկտեմբերի 11-ին Հնդկաստանում, Դեկանի սարահարթի արևմտյան մասում տեղի ունեցավ 8—9 բալ ուժգնության, մարդկային դոհերով ու ավերածություններով ուղեկցված երկրաշարժ: Վերջինիս Լպիկենտրոնը գտնվում էր Կոչնա գետի վրա կառուցված խոշոր ջրամբարի շրջակայքում (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 սեյսմաբանների ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ ջրամբարի շրջակայքում թույլ ցնցումների դիտվել ևն դեռևս 1962 թ., երբ ջրամբարը լցվել էր ընդամենը նախագծային ծավալի կեսի չափով:

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

Տագնապալից է իրավիճակը Զինաստանի Գուանչոու բաղմամիլիոնանոց քաղաքի շրջակայքում, որտեղ 1959 թ.

կառուցվեց Սինֆին ջրամբարը (պատվարի բարձրությունը՝ 105 մ, ծավալը՝ 11,5 մլրդ. մ³): Ջրամբարի շարք մտնելուց անմիջապես հետո սկսմակայանների խիտ ցանցով արձանագրվել են տարրեր ուժգնության հարյուր հազարավոր ցնդումներ, որոնցից ամենաուժեղը (8 րալ) դիտվել է 1962 թ. մարտի 19-ին, երբ ջրամբարը առաջին անգամ լցվեց առավելագույն չափով: Մանրադնին 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 երևույթներ դիտվում են նաև ԱՄՆ-ում, Ֆրանսիայում, Իտալիայում, Հունաստանում և այլուր, որտեղ կառուցվել են խոշոր ջրամբարներ: Ջրամբարների մեծության մասին խոսելիս անհրաժեշտաբար 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 համարվել լինել վերերկրյա ջրամբարներին: Եվ ահա, 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 մեխանիզմի վրա 2 ձևով: Նախ, խորը հորիզոնների ջրերը, որոնք հասնում են երկրաշարժի օջախներին, կատարում են գրգռիչ դեր՝ «թուլացնում-յուղում են» ապարների կոշտ կապերը, որի հետևանքով երկրակեղևի լարումները «լիցքաթափվում են» տեկտոնական խզումների միջոցով: Այնուհետև, տեղանքի երկրաբանական կտրվածքում ջրատար սիստեմների առկայությունը և, հատկապես, գրունտային ջրերի մակերեսին մոտ տեղադրվածությունը մեծացնում են երկրաշարժերի հար-

վածային ալիքների ուժը: Բանն այն է, որ ջրհագեցած ապար-
ները սեղմման չեն ենթարկվում և երկրաշարժի հիպոկենտ-
րոնից էպիկենտրոն հարվածային ալիքները հաղորդում են
ամբողջ ուժով, մինչդեռ ակաղիտն զույան կատարում է թա-
փարգելի կամ օղային բարձիկի դեր՝ զգալիորեն մարելով
հարվածի ուժգնությունը:

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-
դյունաբերական թունավոր հոսքաջրերի ներմղում դեպի եր-
կրակեղևի խորը շերտերներ: Օրինակ, ԱՄՆ-ի Կոլորադո նա-
հանգի Դենվերի շրջանում 60-ական թվականներից արդյու-
նաբերական հոսքաջրերը ներմղվում են 3,5—4,0 կմ խո-
րություն վրա տեղադրված ճեղքավոր զննյանների մեջ: Այս
աշխատանքների ծավալման հետ մեկտեղ Դենվերի շրջանում
դիտվեց սեյսմիկ պրոցեսների խիստ ակտիվացում, ընդ-
որում, համաձայն ամերիկացի երկրաբան Ի. էվանսի տրվ-
յալների, սեյսմիկ ցնցումների հաճախականությունն ու
ուժգնությունը ուղղակի կապի մեջ են ներմղվող հոսքաջրերի
ձախսից: Եզրակացությունն այն է, որ այդ ջրերը տվյալ խո-
րությունների վրա ավելացնում են ապարների ներքին լար-
վածությունը և տեկտոնական խզվածքներում կատարում են
գետիկի դեր: Ուստի միանգամայն տրամաբանական է ամերի-
կացի գիտնականների նախազգուշացումը, որ տեկտոնապես
ակտիվ շրջաններում պետք է ձեռնպահ մնալ հոսքաջրերի
համար նպաստավոր ստրուկտուրաները որոնելուց:

Ինչպես նշում է սովետական հիդրոերկրաբան Ի. Գ. Կիս-
սինը, ստորերկրյա ջրերի պատճառահետևանքային կապը
ուսումնասիրելիս առանձնահատուկ կարևորություն են ստա-
նում երկրաշարժերին նախորդող ժամանակահատվածում
ստորերկրյա ջրերի փոփոխությունները, որոնք կարող են
ծառայել որպես երկրաշարժերի նախանշաններ: Այս ուղ-
ղությամբ սեյսմաակտիվ մարզերում կատարված նոր ուսում-
նասիրությունները ցույց են տալիս, որ ստորերկրյա ջրերի
կրած փոփոխությունները ունենում են հիդրոդինամիկական
ու հիդրոթիմիական բնույթ: Երկրակեղևում ցնցումներին

Նախորդող առաձգական, ջերմաֆիզիկական էլեկտրամագնիսական պրոցեսները հանգեցնում են ստորերկրյա ջրերի մակարդակի, ճնշման, ծախսի ջերմաստիճանի, ինչպես նաև քիմիական կազմի, գազերի, միկրորադադրիչների իզոտոպների ամենաբաղմապիսի փոփոխությունների, որոնք բնմն ավելի ակնհայտ չափանիշներ են ծառայում ջրերում որոշ բաղադրատարրերի, մասնավորապես՝ ռադոնի ու հելիումի պարունակության փոփոխությունները:

Այս բնագավառում շոշափելի հաջողությունների են հասել ՍՍՀՄ-ի, Ճապոնիայի և ԱՄՆ-ի գիտնականները, որոնց շնորհիվ հաջողվել է բարձր ճշգրտությամբ կանխագուշակել երկրաշարժերը: Ոչինակ, ռատոնոցրեչում ստորերկրյա ջրերի վարքագծի փոփոխությունները դիտումներով ուղղակի գիտնականներին հաջողվեց մի քանի ժամվա տարբերությամբ կանխագուշակել 1978 թ. նոյեմբերի 1-ի Ֆերդանաչի երկրաշարժը, որի էպիկենտրոնը, այնուամենայնիվ, հնարավոր չէրզավ ճիշտ կանխորոշել: Նույնատիպ դիտումներով ճապոնացի ու չինացի մասնագետներին հաջողվեց կանխագուշակել Չինաստանում 1975 թ. փետրվարի 4-ի խայնեյան երկրաշարժը և նույնիսկ իշխանությունը հասցրեց տեղափոխել ազգաբնակչությանը: Սակայն նույն ռեզիզներում հնարավոր չէրզավ կանխագուշակել հետագա ավելի ուժեղ ցնցումները, 1976 թ. ապրիլի 8-ին ու մայիսի 17-ին՝ Գաուլիի շրջանում, և 1976 թ. հուլիսի 28-ին՝ Չինաստանում իսրեկյ նահանգի Տանշանի շրջանում: Վերջինը, որ պատմությանը հայտնի ամենաուժեղ երկրաշարժերից է (8.5—9 բալ), արտասահմանյան հաղորդումների համաձայն, խլեց 655 հազար կյանք:

Փորձը ցույց է տալիս, որ երկրաշարժերի կանխագուշակումը պետք է կատարվի կոմպլեքս հետազոտությունների միջոցով, հիդրոերկրաբանական ուժիմային մանրադին դիտումները զուգակցելով երկրաֆիզիկական, աերատիեկերական, կենսաբանական (կենդանիները վարքագծի փոփոխությունների) և այլ ուսումնասիրությունների հետ: Այլապես, միակողմանի ուսումնասիրությունների միջոցով կարող են ատացվել կեղծ կամ կարծեցյալ նախանշաններ, որոնց հի-

ման վրա կատարված սխալ կանխագուշակումները աղգարնակչության մեջ առաջացող անհուսափելի խուճապի հետևվանքով, նույնպես աղետալի հետևանքներ են ունենում:

Անհրաժեշտ ենք համարում նշել, որ Հայաստանում գիտական: այս նոր ուղղությունը պատշաճ կարևորություն չի տրվել, թեև ՀՍՍՀ ԳԱ երկրագիտության ու սեյսմոլոգիայի գիտահետազոտական ինստիտուտում միանգամայն ունի հնարավորություններ կան նման հետազոտություններ կազմակերպելու ուղղությամբ: Հայկական լեռնաշխարհի սեյսմաակտիվությունը և աշտուղ ծավալված ինտենսիվ ջրատնտեսական գործունեությունը անհետաձգելի են դարձնում հատուկ կահավորվածության գեոգինամիկական հետազոտություն մանրադին ուսումնասիրությունների ևնթարկել նաև ստորերկրյա ջրերի ուժիմային փոփոխությունները: Գիտության առաջավոր եղբարգծելում գտնվող այս ուղղությունը հավասարի տվյալներ և տալիս, հուսալու, որ առաջիկայում երկրաշարժերի կանխագուշակումը հաջողությամբ կլուծվի:

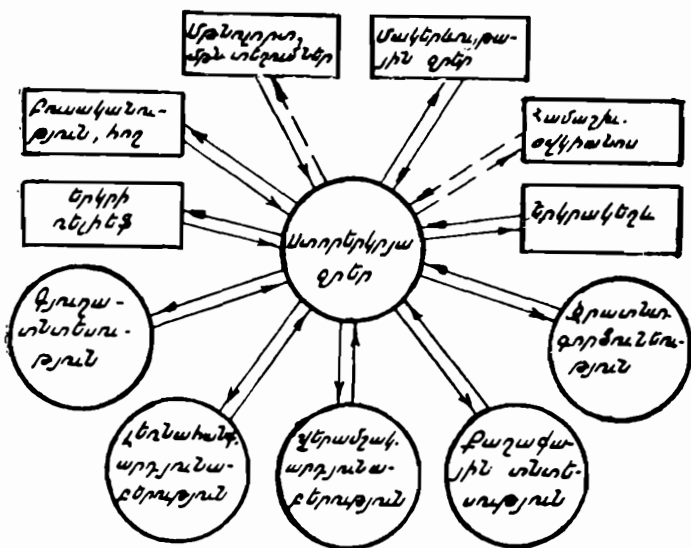
ՍՏՈՐԵՐԱՐՅԱ ԶՐԵՐԻ ՊԱՀՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՌԱՅԻՈՆԱԼ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ

Շրջապատող միջավայրի պահպանությունը դարձել է հերկա ժամանակների ամենակարևոր պրոբլեմը: Ստորերկրյա ջրերի պահպանությունը սերտորեն շաղկապված է շրջապատող միջավայրի ընդհանուր պրոբլեմի հետ և նրա լուծումը հնարավոր և միայն կամպլեքս մոտեցման դեպքում: Երկիր մոլորակի ջրային պատշանը համարվում է շրջապատող միջավայրի ամենախոցելի տարրը, այդ պատճառով հսկայական ուշադրություն է դարձվում նրա պահպանության ու ոսցիրունալ օգտագործման խնդիրներին:

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

ման, ինչպես նաև ստորերկրյա ու մակերևութային ջրային ռեսուրսների պահպանության իմնական դրույթները:

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



Նկ. 19. Բնական միջավայրի բաղադրիչների ու տնտեսական գործունեության բնագավառների փոխադարձ կապը ստորերկրյա ջրերի հետ: (Հոծ սլաֆներով ցույց է տրված ինտենսիվ ազդեցությունը, անընդհատ սլաֆներով՝ քույլ ազդեցությունը):

Հայտնի է, որ մարդու տնտեսական գործունեությունից առաջին հերթին տուժեցին անտառներն ու հողաբուսական ծածկոցը, Պատմական 2—3 հազարամյակի ընթացքում ոչընչացվել է համաշխարհային անտառների շուրջ 2/3 մասը: Անտառի հատումը, այդ տարածքները վարելահողերի վերածելը, որոշ տեղերում անասնապահության անհաշվենկատ դարգացումը էկոլոգիական հսկայական վնասներ պատճառեցին:

ինչպես Գ. Էնգելսն է մատնանշել, «անմիջական էֆեկտներին» հետևեցին մի շարք վնասակար հետևանքներ. սկիզբ առան հողերի էրոզիան ու կարստավորումը, կապես փոխվեցին մթնոլորտային տեղումների ներծծումը (ինֆիլտրացիան), գոլորշիացումն ու տրանսպիրացիան:

Այսօր ակնառու են դարձել այն նեգատիվ երևույթները, որ իր հետեից բերեց ճահիճների վրա վերջին տասնամյակներում կազմակերպված գրոհը: Ճահիճների համատարած չորացումը նանգեցրեց ոչ միայն կենդանական ու բուսական աշխարհի էնդեմիկ տեսակների ոչնչացմանը, այլ նաև վնասյուն ջրային ռեսուրսների անփոխարինելի կուտակիչները: Օրինակ, Բելոռուսիայի՝ ճահիճների չորացումը չուշացրեց ազդել Դնեպր գետի ծախսի վրա, իսկ դրա հետ ղգալիորեն նվազեց Դնեպր—Դոնեցյան արտելյան ավազանի սնումը:

Մարդու ինտենսիվ տնտեսական գործունեությունը վերջին ժամանակներում նանգեցրեց նաև օդային ավազանի գլոբալ մասշտաբներով աղտոտմանը: Արդյունաբերական շրջաններում ու խոշոր քաղաքներում մթնոլորտ են նետվում սկայական քանակությամբ գազեր՝ CO_2 , SO_2 , NO_2 , H_2S , CO և այլն: Բանն այնտեղ է հասել, որ, օրինակ, Տոնիոյում փողոցային երթևեկությունը կսրգավորող ոստիկանները հակազդ են կրում, իսկ քաղաքի բնակիչներում սեղակայվել են մանրադրամով գործարկվող թթվածնախառը օդի ավտոմատ սարքեր:

Կազերի ու փոշու սմպերը, որոնք քամու հետ տարվում են հեռու տարածություններ, այնուհետև, մթնոլորտային տեղումների հետ վերադառնում են երկրի մակերևույթ: Հաշված է, որ Լոնդոնի շրջակայքում տարեկան «կարծր տեղումները» 1 կմ² վրա հասնում են 40 տոննայի, իսկ Սկանդինավյան թերակղզում միայն ծծմրաթթվի Կուղումները» հասնում են 2 գ.մ²: Նման մթնոլորտային տեղումները ապականում են շրջապատող միջավայրը, աղտոտում են մակերևութային ջրերը, իսկ վերջիններն էլ իրենց «սև» գործն են տեսնում ստորերկրյա ջրերի հետ:

Ժամանակակից պայմաններում մարդու ջրատնտեսական գործունեության կարևոր խնդիրներից է մակերևութային հոսքի կարգավորումը: Այդ նպատակով գետերը վերածվում

են ջրամբարների հանգույցների, Լրբեմն նաև բնության անարդար ջրաբաշխումը շտկելու համար ստիպում են գետերին «հակառակ հոսել»։ Զրամբարների, ջրանցքների ու հիդրոտեխնիկական այլ կառույցների շինարարությունը հանգեցնում է մակերևութային ջրերի մակարդակի բարձրացմանը, նոր ջրհոսքերի ու կուտակների առաջացմանը, որը հիմնավորապես փոխում է մակերևութային ու ստորերկրյա ջրերի փոխազդեցության պայմանները։ Սովորաբար այդ աշխատանքների հետևանքով բարձրանում է ստորերկրյա ջրերի մակարդակը, ավելանում են դրանց ռեսուրսները, իսկ դա հաճախ հանգեցնում է հողերի բահճակալման, գերիտնավացման, աղուտացման և այլն։

Զրատնտեսական աշխատանքների հետևանքով Լրբեմն կարող են հակառակ պրոցեսներ դիտվել։ Այսպես, քաղաքների սահմաններում գետահունների շտկման և խորացման հետևանքով արագանում է գետային հոսքը, իջնում է գետի մակարդակը։ Օրինակ, Վիեննայի սահմաններում Գանուբի հունի կարգավորման հետևանքով գրունտային ջրերի մակարդակը ցածրացել է 8 մ-ով։ Պրոֆ. Ֆ. Վ. Կոտլովի տվյալներով, Սոսկվայի հիմնադրման օրից մարդու տնտեսական գործունեության հետևանքով նրա տերիտորիայից վերացել են 100-ից ավելի գետեր ու գետակներ։

Ստորերկրյա ջրերն իրենց հերթին պայմանավորում են մակերևութային հոսքի քանակական ու որակական փոփոխությունները։ Աղբյուրների կապտածը, ստորերկրյա ջրային ավազանների մեծ չափերով շահագործումը բնականաբար հանգեցնում են գետային հոսքի նվազեցմանը, իսկ ստորերկրյա արդյունաբերական ու թերմալ ջրերի շահագործման հոսքաջրերը, լուծահանքային արդյունաբերության և նավթահանքերի աղտոտված ջրերը անխուսափելիորեն վատացնում են մակերևութային ջրերի որակը։

Ստորերկրյա ջրերի ռեժիմի վրա առանձնահատուկ ազդեցություն ունեն ժամանակակից ուլիկիֆի ու երկրակեղևի ձևափոխումները, որոնք պայմանավորված են մարդու ինժեներական գործունեությամբ։ Երկրի ընդերքում ստեղծվող ահռելի դատարկություններն ու ուլիկիֆին հայտնվող տերիկոները, բաց հանքերն ու մնացուկների կուտակները, բնա-

կատելերի կառուցապատումն ու ասֆալտապատումը, նոր լանդշաֆտների ստեղծումը էապես փոխում են ստորերկրյա ջրերի ուժի մը:

Բացի այդ, լեռնահանքային արդյունաբերության պրակտիկան ցույց է տալիս, որ, կախված տեղանքի հիդրոերկրաբանական պայմաններից, 1 տ հանքաքար արդյունահանելու ժամանակ հարկ է լինում մի քանի անգամ ավելի ջուր արտամղել, իսկ բաց հանքերի դեպքում անհրաժեշտ է դառնում ջրադրվել ողջ հանքավայրը կամ հանքադաշտի տեղամասը: Որինակ, մեր երկրում 1 տ քարածուխ արդյունահանելիս միջին հաշվով 3 մ³ ջուր է արտամղվում, իսկ առանձին ջրակալված հանքադաշտերում (Ղազախստանի Միրզալիմսայի բալլամետաղային հանքավայր, Կուրսկի մագնիտային անոմալիա և այլն) ստիպված կառուցվում են մի քանի տասնյակ մ³ վրկ հիդրոթյուն ջրհան կայաններ: Հարկ է նշել, որ ընդերքի պահպանության և ռացիոնալ օգտագործման շահերից ելնելով, վերջին տարիներին լեռնահանքային արդյունաբերությունում գերազանցապես կիրառվում է բաց արդյունահանման եղանակը, որը նախապիորություն է տալիս կադես բարձրացնել օգտակար հանածոյի արդյունահանման գործակիցը և հանքաքարից կտրվել բոլոր օգտակար բաղադրատարրերը: Իրա նիտ կապված, հասկանալի պատճառներով, ուժեղացվում է ստորերկրյա ջրերի դեմ տարվող «պայքարը»:

Ջրհեռացման նույնանման աշխատանքներ կատարվում են նաև քաղաքներում մետրոների, շինարարական փոստրակների և ստորերկրյա կոմունիկացիաների շինարարության ժամանակ, որոնց մասշտաբների հետագա ընդլայնումը կասկած չի հարուցում:

Տարրեր աուպարկներում մարդու ինժեներական գործունեության հետևանքով ստորերկրյա ջրերի կրած էական փոփոխությունները, իրենց հերթին բերում են երկրակեղևի և նրա եկիևֆի փոփոխությունների: Քաջ հայտնի է, որ ճահճների չորացման դեպքում, հողածածկի ջրադրվման ու սեղմման հետևանքով տեղանքը նստում է տուրֆի շերտի 10—15 տոկոսի չափով: Երկրի մակերևույթն անհամեմատ ավելի մեծ չափերով նստում է ստորերկրյա ջրահորիզոններում առաջացող

հակայական շափերի դեպրեսիոն ձագարների տարածքում, որոնք կենտրոնացված ջրամատակարարման կամ լեռնահանքային արդյունաբերության ջրհեռացման աշխատանքների արդյունք են:

Ապարների ջրազրկումով պայմանավորված նստեցման երևույթները դիտվում են աշխարհի շատ խոշոր քաղաքներում (Մեխիկո, Լոս-Անջելոս, Տոկիո, Օսակա, Մոսկվա, Խարկով և այլն): Օրինակ, Ճապոնիայում ստորերկրյա ջրերի երկարատև ինտենսիվ շահագործման հետևանքով մակերևույթի նստեցումների դիտվում են Տոպիո և Օսակա քաղաքների տարածքներում, ինչպես նաև Նիագատա նոստում, որտեղ, ստորերկրյա ջրերից բացի, ընդերքից նաև զազ են ստանում: Վերջին 50 տարիներին Տոկիոյում նստեցումը կադմել է 4—5 մ, ընդ որում ներկայումս նստեցման արագությունը հասել է տարեկան 18—20 սմ-ի: Մակերևույթի նրստեցման ամենամեծ շափերը դիտվում են Մեխիկոյում, որտեղ 1980 թվականին այն կադմելը 9—10 մ, Լուրջ մտահոգման տեղիք է տալիս իտալական Վինետիկ քաղաքի ճակատագիրը: Լագունային 118 կղզիների վրա տեղադրված այս ռյակերտ քաղաքը աստիճանաբար խորասուղվում է, որը գլխավորապես պայմանավորված է ստորերկրյա ջրերի արտամղումով:

Բարեբախտաբար, մակերևույթի խոշոր նստեցումները հիմնականում հավասարաչափ են կատարվում, տեղանքի ուղիղ շատ չի դեֆորմացվում և քաղաքներում ավերվածությունները մեծ չեն: Սակայն, եթե տեղանքի հիդրոերկրաբանական պայմանները խախտաբղետ են (փոփոխվում են թև պլանում, թև կտրվածքում), ապա նստեցումներն անհավասարաչափ են՝ դրանից բխող ծանր հետևանքներով:

Իհարկե, ասվածը չի նշանակում, թե նշված խոշոր քաղաքներին անվերապահորեն կործանում է սպասում: Պարզապես հարկավոր է հիմնավոր ձևով նվազեցնել ստորերկրյա ջրերի շահագործումը, այն հաշվով, որ դադարեցվի դեպրեսիոն ձագարի զարգացումը և, հնարավորության դեպքում, ներմղման աշխատանքների միջոցով այն աստիճանաբար վերականգնվի: Այսպես, օրինակ, Լոս-Անջելոսի մոտ, Լոնդոնի շրջանում, ստորերկրյա ջրերից բացի, նավթի ու գազի

պաշարների ինտենսիվ արդյունահանումը հանգեցրել է փլուզումներով ուղեկցվող մակերևույթի անհավասարաչափ նստեցումների: Նավթաբեր շերտերում ու ջրատար շորիզոններում ճնշումը կայունացնելու համար ընդերք ներմղվելիք ծովի ջուրը և մակերևույթի նստեցումները դադարեցին: Սակայն, դրա հետ մեկտեղ, վերացան նաև ստորերկրյա քաղցրահամ ջրերի շորիզոնները:

Ընդհանրապես ծովափնյա գոտիներում ստորերկրյա ջրերի ինտենսիվ շահագործումը նանգեցնում է ցամաքի մեջ ծովային ջրերի ներգծմանը (ինտրուզիային): Ստորերկրյա ջրերի ավազաններն էլ, անսահման չեն և նրանց անհաշվելիատ շահագործումը հղի է ծանր հետևանքներով: Օրինակ, Թուրքիայում, Ստամբուլի մոտակայքի արտեզյան ավազանը 50—60-ական թվականներին շահագործվեց այնպիսի շոռայնությամբ, որ ջրերի ստատիկ պաշարները նույնպես սպառվեցին: Ավազանը տեղակալվեց ծովի ջրով և քաղցրահամ ջրի շտեմարանը դադարեց այդպիսին լինելուց: Նման էրևույթներ դիտվում են նաև մերձարևադարձային գոտու մի շարք երկրներում: Ընդերքի քաղցրահամ ջրերի պահանջարկն ու դրանց վերականգնման հնարավորությունները շեն համապատասխանում հատկապես Արաբական թերակղզում, որի հետևանքով Կարմիր ծովից և Պարսից ծոցից ծովի ջուրը երկրորդմանի, տարեկան մի քանի կմ արագությամբ «հարձակվում է» թերակղզու վրա:

Հայտնի է նաև, որ համաշխարհային մասշտաբներով գյուղատնտեսության ինտենսիվացումը, ոռոգելի հողագործության ընդլայնումը տարեցտարի մեծացնում են ստորերկրյա ջրերի որակական ու քանակական փոփոխությունները: Արտավայրերի ջրաբերիացումը, հողերի մելիորացումը, դրանց ոռոգումն ու շորացումը էապես փոխում են գրունտային, երբեմն նաև արտեզյան ջրերի հաշվեկշիռը: Ոռոգման բացասական հետևանքները, որոնք հիմնականում արդյունք են ջրման կարգի ու նորմերի խախտման, հանրահայտ են: Դրանք են. գրունտային ջրերի մակարդակի ու հանքայնացման բարձրացումը, հողերի գերխոնավացումն աղակալումը, երբեմն նաև տեղանքի ճահճակալումն ու լյուռային հողերի նստեցումը:

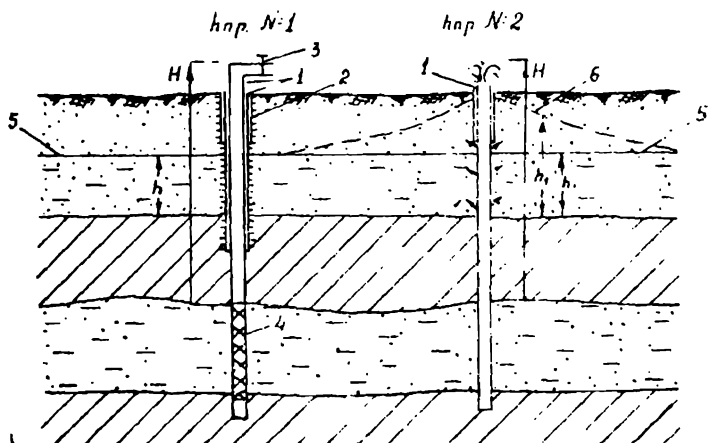
Վերջին տարիներին գործածություն մեջ է մտել «Իոնգացիոն էրոզիա» հասկացությունը, որը ծնունդ է առել ոռոգման ու ագրոտեխնիկական կանոնների խախտումներից: Լեռնայան ջրերի սխալ վարը և շուրջ ջրումը անխուսափելիորեն հանգեցնում են բարեբեր հողաբուսական շերտի լվացմանն ու տեղատարմանը: Այսպիսով, բնական պայմաններում հարյուրամյակների ընթացքում գոյացող մի քանի սմ հզորության շերտը կարող է վերանալ ընդամենը ջրման 1 սեզոնի ընթացքում: Դրույթունը էապես կարելի է շտկել նոր կաթիլային եղանակների և անձրևացնող սարքերի ներդրումով:

Նշված նեգատիվ պրոցեսներն ու երևույթները առավել շատ դիտվում են այնպիսի հողատարածքներում (հարթավայրերում, միջլեռնային գոգավորություններում և այլն), ուր գրունտային ջրերի բնական շոգը խիստ թույլ է, դրենաժային (ցամաքուրդային) սխտեմ չկա կամ եղածը անբավարար է աշխատում: Իրավիճակն ավելի է վատթարանում, եթե ոռոգման նպատակներով, առանց շրջանի ստորերկրյա ջրերի հաշվեկշռի ճիշտ իմացության, օգտագործվում են նաև արտեզյան ջրերը, առավել ևս, երբ ջուրը ստացվում է տեխնիկապես անսարք հորատանցքերի միջոցով: Նկ. 20-ում բերված սխեմայից պարզորոշ կրնում է, որ N° 1 հորատանցքում գրունտային և ճնշումային հորիզոնները միմյանցից հուսալիորեն մեկուսացված են խողովակային ամրակապումով ու ցեմենտացումով, իսկ փականը նարավորություն է տալիս ճնշումային հորիզոնից ջուրը անհրաժեշտ փով վերցնել միայն վեգետացիայի ժամանակ: Մինչդեռ N° 2 անսարք հորատանցքից տեղի ունեցող մշտական արտահոսքը, բացի ջրի իզուր կորստից, հանգեցնում է նաև գրունտային ջրերի մակարդակի բարձրացմանը, տեղանքի ճահճացմանն ու հողերի գերխոնավացմանը:

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

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

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



Նկ. 20. Արտեզյան հորիզոնի շահագործման սխեմա.

1 — ամրակապող խողովակներ, 2 — ցեմենտացում (տամպոնում), 3 — փական, 4 — քամիչ (ծակոտիներով խողովակ), 5 — գրունտային ջրերի ստատիկ մակարդակ, 6 — բարձրացված մակարդակ, ի — գրունտային ջրերի ստատիկ հզորություն, ի₁ — փոփոխված հզորություն, ի₂ — արտեզյան ջրերի էնշման մեծություն:

շափերի պահպանումը և կայուն թունավոր քիմիական նյութերի խիստ կրճատումը: Ոռոգվող հերատարածքներում հարկավոր է ըստ ամենայնի հաշվի առնել տեղանքի հիդրոերկրաբանական պայմանները, ուսումնասիրել ստորերկրյա ջրերի աղտոտման հնարավորությունը և ըստ այնմ որոշել պարտանյութերի թունաքիմիկատների օգտագործման շափերը:

Հնդհանուր առմամբ, դանագանդում են ստորերկրյա ջրերի աղտոտման 4 տեսակներ. մեխանիկական, քիմիական, մանրէաբանական և ռադիոակտիվ: Մեխանիկական աղտոտվածությունը հազվադեպ է հանդիպում, քանի որ ստորերկրյա ջրերը, բացի կարստային ջրերից, հեշտությամբ մաքրվում են մեխանիկական խառնուրդներից: Ամենաշատ տարածվածը և դժվար վերացվողը քիմիական աղտոտվածությունն է, որի աղբյուրներ կարող են ծառայել արդյունաբերական ու կենցաղային ռաբաջրերը, պարարտանյութերը, թունաքիմիկատները և այլն: Աղտոտման ավելի շատ ենթակա են գրունտային ջրերը, որոնք կեղտոտվում են մակերևութային ջրերից՝ ակրացիոն զոնայի միջոցով: Քանի որ քիմիական աղտոտվածությունը դժվար է կլանվում (սորբվում) ապարների կողմից, ապա ակրացիայի զոնայի անգամ մեծ հզորության դեպքում էլ այն անցնում է գրունտային ջրերին՝ մեալով դրանց մեջ անորոշ երկար ժամանակ:

Ստորերկրյա ջրերի աղտոտվածությունը մանրէներով պայմանավորված է մակերևութային ջրերի ներծծման ժամանակ պաթոգեն մանրէների ներթափանցումով: Նթն ակրացիայի զոնայում կան 3—4 մ հզորության թույլ ջրաթափանց ապարներ, որոնք դանդաղեցնում են ջրերի ներծծման արագությունը, ապա պաթոգեն 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 աչօր է ընկնում կլանման մեծ ունակությամբ, որի հետևանքով ստորերկրյա ջրերում

դանդաղ է տարածվում: Որոշ ռադիոակտիվ 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, արտելյան ջրերի համար ունենում է առնվազն 30 մ շառավիղ, իսկ գրունտային ջրերի համար՝ ավելի քան 50 մ: Երկրորդ կամ սահմանափակումների զոնայի շառավղի մեծությունը որոշվում է իննելով տեղանքի հիդրոերկրաբանական պայմաններից և ջրհան կառուցվածքի բնույթից:

Ստորերկրյա ջրերի աղտոտվածության դեմ պայքարի հիմնական մեթոդը նախականխող միջոցառումներն են: Լեկադեմիկոս Ի. Վ. Պետրյանով-Սոկոլովի դիպուկ արտահայտությամբ, թանաքը հատակին թափվելիս չպետք է լիտդի դերում հանդես գալ, ապա գլուխ կոտրել նրա հետքերը վերացնելու համար: Հարկավոր է հիմնովին նվաղեցնել լճերի ու գետերի աղտոտումը այն հաշվով, որ բնական ինքնամաքման ճանապարհով վերականգնվի դրանց անաղարտությունը:

Լեյսպիսով, գիտատեխնիկական հեղափոխության դարաշրջանում մարդու տնտեսական գործունեությունը հանգեցնում է ստորերկրյա ջրերի որակական ու քանակական ակնհայտ փոփոխությունների, դրանց պաշարների սպառմանն ու աղտոտմանը: Ընդգծենք, որ ջրային պաշարների սպառման վտանգ ստեղծվում է այն դեպքում, երբ տվյալ հանքավայրից ջրհան կայաններով վերցվում է ավելի շատ, քան ջրհավաք ավազանում պաշարներ են վերստեղծվում: Այդ պատճառով, ինչպես արդեն նշել ենք, ստորերկրյա ջրերի հանքավայրերի շահագործումը պետք է սկսել միայն հանքավայրի ռանրամասն հետախույզումից և ստորերկրյա ջրերի պաշարների հաստատումից հետո:

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

դաժալին հոսքաջրերը սկսեցին մաքրել ճեղքածակոտկեն լեռնային ապարների միջոցով: Պարզունակ փորձերով ապացուցվեց, որ հոսքաջրերը անցնելով, օրինակ, 10—15 մ հորորության տարահատիկ ավաղային շերտի միջով, 200—250 մ հեռու տեղադրված ջրհաններում արդեն տալիս էին լրիվ մաքուր, խմելու կոնդիցիայի ջուր: Հետագայում ամերիկացիները այս եղանակը սկսեցին կիրառել ստորերկրյա ջրերի պառկող պաշարները վերականգնելու համար, որն իրադրծվում է մակերևութային հոսքը ներծծման ավաղանների, շուրֆերի ու կլանող հորատանյութերի մեջ ուղղելու միջոցով: Ներկայումս ստորերկրյա ջրերի «ֆարրիկացիան» կիրառվում է աշխարհի շատ երկրներում, այդ թվում նաև Սովետական Միությունում (Մերձբալթիկա, Միջին Ասիա, Հարավային Ուկրաինա և այլն):

Տեխնիկայի և հեշտ ու տնտեսապես ձեռնտու այս եղանակով ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսները ավելացնելու միանգամայն նպաստավոր պայմաններ էան սակավաջուր Հայաստանում: Կենտրոնական հրաբխային բարձրավանդակի և բարձր լեռնային գոտու գարնանային ձնհալքի ջրերը կարելի է ուղղել դեպի ջրատարության հոյակապ հատկանիշներով ծածկված հրաբխածին ապարները և դալիորեն ավելացնել ստորերկրյա ջրերի ռեսուրսները: Այստեղ կառուցված և նախագծվող բազմաթիվ մեծ ու փոքր ջրամբարները ստորերկրյա ջրերի պաշարների արհեստական լրացման հետ հնարավորություն կտան ոռոգելի հողագործությունը ավելի ընդարձակել և միաժամանակ խնայել Սևանա լճի դարավոր պաշարները:

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

Ստորերկրյա ջրերի պահպանությունը և ռացիոնալ օգտագործումը միևնույն հարցի երկու կողմերն են: Պետք է նշել, որ վերջին տարիներին ջրօգտագործման ասպարեկում դալի բարեփոխումներ են կատարվել, կենցաղում, արդյունաբերության ու գյուղատնտեսության մեջ ջրի ռացիոնալ օգ-

աագործման որոշակի տեղեկեցներ նկատվում են: Այսպես, արդյունաբերական ձևնարկությունների զգալի մասը անցել է ջրամատակարարման փակ սիստեմի, որը նշանակում է մեկ անգամ օդաազործված ջուրը աղտաղերծել և նորից օգտագործել, այսինքն՝ վերաշրջանառության մեջ դնել: Օրինակ, նախկինում 1 տ պողպատի ստացման համար օգտագործվում էր մոտ 270 մ³ ջուր, իսկ վերաշրջանառության կիրառումից հետո 30 մ³ ջուրը լիովին բավարարում է: Այս նույն ձևով օգից թթվածնի ստացման և կաուստիկ սոդայի արտադրության մեջ Երևանի քիմիական կոմբինատում ներկայումս տասնապատիկ քիչ ջուր է օգտագործվում: Հասկանալի է, որ նման խնայողական ծախսի հետևանքով նաև քիչ հոսքաջրեր կթափվեն գետերի մեջ և, հետևաբար, մակերևութային ջրերի աղտոտումը էապես կնվազի: Ապացուցված է, որ յուրաքանչյուր մ³ քիմիական կեղտոտ ջուրը փշացնում է առնվազն 60—70 մ³ բնական մաքուր ջուր: Իսկ դատիսուր հետևանքների մասին կարելի է դատել թեկուզ միայն ժողովրդական տնտեսության կարևոր բնագավառներից մեկին՝ ձկնարդյունաբերությանը, հասցված վնասներով:

Ջրօգտագործման չափերի պահպանման շնորհիվ ջրելի որոշ խնայողություն դիտվում է նաև գյուղատնտեսության և կենցաղի մեջ: Կարևոր է ընդգծել, որ եթե «սովորական» ջուր 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 ջուր տրվում է ջրաչափ հաշվիչների միջոցով, այնտեղ ջուրը խնայվում է 30—40 տոկոսի չափով: Նույն բանը կատարվում է նաև ոռոգման աշխատանքներում. վճարովի ջուրը մեխանիկորեն լուծում է գիշերային ջրման և այլ պրոբլեմներ:

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

չատճառով, համեստ հաշվումներով, 1 վարկյանում կորսվում է շուրջ 1000—1500 լ ջուր: Եթե դրան ավելացնենք «սովորական» ջրի նկատմամբ երևանցու դրսևորած շռայլությունը (հոսող ջրով սննդամթերք սառեցնելը, լվացքը պարզաջրելը, ավտոմեքենա լվանալը և այն), ապա հասկանալի կլինի, թե ինչու 1 բնակչին օրական հասնող 550 լ ջուրը չի բավականացնում: Ելնելով ջրօգտագործման չափերից, երևանը նույնիսկ 1,5 մլն ազգաբնակչության դեպքում էլ ջրի «ծարավ» չպետք է զգար, մինչդեռ այսօր էլ առանձին թաղամասերի, առավել ևս, բարձրահարկ շենքերի բնակիչներ օրվա որոշ ժամերի սառնորակ ջրի կարոտ են մնում:

Հայաստանի կուսակցությունն ու կառավարությունը գործնական միջոցներ են ձեռք առնում Երևանում ջուր կլանող արդյունաբերության տեսակները սահմանափակելու, քիմիական ձեռնարկությունները քաղաքի սահմաններից հանելու, արդյունաբերական ու կենցաղային հոսքաչրերը աղտազերծելու և այլ ուղղությամբ: Դրա հետ մեկտեղ, հարկավոր է կտրականապես վերջ տալ նաև ջրի շռայլումներին, քանի որ մատակարարվող ջրաքանակի ավելացումը, ինչը կատարվել է վերջին տասնամյակների ընթացքում, այլևս անհնար է՝ ջրային ռեսուրսների սահմանափակության հետևանքով:

Համաշխարհային մասշտաբներով ջրօգտագործման 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 անգամ և կազմել է ողջ ջրամատակարարման ավելի քան 30 տոկոսը: Եվրոպական շատ երկրներում (ԳՖՀ, Հոլանդիա, Դանիա, Լեհաստան և այլն) ստորերկրյա ջրերին բաժին է ընկնում ջրամատակարարման կեսից ավելին: Սովետական Միությունում ստորերկրյա ջրերի օգտագործման ընդլայնումը նույնպես ակնհայտ է, իսկ երկրի հարավային շրջանի 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 լինազավառում, մշակվել են մաքրման մի շարք մեթոդներ (թորման, սառեցման, գոլորշիացման, էլեկտրադիալիզի և այլն), սակայն գեոես աղ մեթոդներով քաղցրահամ ջրի ստացումը տնտեսապես խիստ թանկ է հստում: Այնուհետև, այս ճանապարհով թերևս հնարավոր լինի բավարարել ափամերձ գոտիների, բայց տակավին ոչ՝ ծովից հեռու, առավել ևս ծովից բարձր տեղադրված երկրների ջրային պահանջները:

Ընդհանրացնելով ասենք, որ ստորերկրյա ջրերի մեծ չափերով օգտագործումը, ինչպես նաև մարդու տնտեսական գործունեությանը բերում են դրանց հաշվեկշռի ու ռեժիմի էական փոփոխությունների: Այդ պրոցեսները անխուսափելի են և, հետևաբար, պետք է սովորել կառավարել դրանք. որպեսզի թույլ չտրվի ստորերկրյա ջրերի սպառումն ու որակի վատացումը:

Կառավարել՝ առաջին հերթին նշանակում է կանխատեսել: Այդ կապակցությամբ հարկավոր է ավելի զարգացնել ստորերկրյա ջրերի հաշվեկշռի ու ռեժիմի կանխատեսման մեթոդները: Ժամանակի հրամայականն պահանջն է ինտենսիվորեն շահագործվող ջրավաղանների սահմաններում ստեղծել, միջազգային լեզվով ասած, մոնիտորինգ, որը նշանակում է «դիտել—գնահատել—վերահսկել» ստորերկրյա ջրերի վարքագիծը:

Մոնիտորինգի սխեմայի ստեղծումը խիստ անհրաժեշտ է, ասենք, Արարատյան արտեզյան ավազանի համար, որտեղ տարիներ ի վեր գոյացել է ստորերկրյա ջրերի արհեստական ռեկայուն ռեժիմ: Բացի բնական աղբյուրներից (Ակնա-լիճ, Մեծամոր, Կապույտ-լիճ և այլն), ավազանում հորատվել են ավելի քան 2 հազար հիդրոերկրաբանական հորատանցքեր, որոնց միջոցով իրագործվում է քաղցրահամ ջրերի սպառումը: Տեղում ոռոգման համար օգտագործելուց բացի, այդ ջրերի մի զգալի մասը հղոր պոմպակայաններով մղվում է դեպի հարթավայրի նախալեռնային մասերը՝ նույն նպատակով: Պարզ է, որ ոռոգման ջրերը, մասամբ ներծծվելով, նորից գալիս են սնելու ինչպես գրունտային, այնպես էլ արտեզյան

Հորիզոնները: Մյուս կողմից, ստորերկրյա ջրերի ուսուրան-
քը հուսալիորեն ավելանում են նաև ի հաշիվ լեռնալանջերին
կսողուցված ջրամբարներից, ջրանցքներից ու ոռոգվող հո-
ղատարածքներից կատարվող ծծանցման կորուստների: Նման
պայմաններում դժվար է հուսալ, որ ստորերկրյա ջրերի բնա-
կան հաշվեկշռից ու ուժիմից որևէ բան է մնացել:

Այսպիսով, արդի պայմաններում ստորերկրյա ջրերի
պահպանության ու ռացիոնալ օգտագործման հարցերի կա-
րևորությունը դժվար է գերազնադատել: Ընդերքի այս կամ այն
օգտակար հանածոյի վերահառ սպառումը մարդուն այնքան
չի վախեցնում, ինչքան ստորերկրյա ջրերի սպառումն ու վա-
րակումը: Պատճառները միանգամայն հասկանալի են. գրե-
թե բոլոր օգտակար հանածոներին, նույնիսկ հազվագյուտ ու
թանկարժեք մետաղներին մարդը հետնում է բազմապիսի
բնական ու արհեստական փոխարինողներ, սակայն քաղցրա-
համ ջրին փոխարինող, այն էլ այդ քանակով ու արժեքով,
պատկերացնելն անգամ դժվար է:

Անհրաժեշտ է գիտակցել, որ բնական քաղցրահամ ջրերը
հանդիսանում են յուրաքանչյուր երկրի ազգային անփոխա-
րինելի հարստությունը, որի նկատմամբ ցայսօր դրսևորվում
է շոալ ու անհարգի վերաբերմունք: Ներկայումս միայն անա-
պատային գոտիների բնակիչները չեն, որ մտածում են «ջու-
րը բաց չթողնել մատերի արանքից» Մոլորակի այդ կենսա-
բեր հեղուկի պահպանության ու ռացիոնալ օգտագործման
խնդիրները կրում են համամարդկային բնույթ: Եվ որպեսզի
ծառավր «չխեղդի» գալիք սերունդներին, հարկավոր է այդ
խնդիրները լուծել հետևողականորեն ու գիտականորեն հիմ-
նավորված ձևով:

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Ավետիսյան Վ. Ա., Կապրյան Գ. Ե. *Ջրային ռեսուրսների պաշտպանության ու ապահովող օգտագործման նորոգելի շտրքը: Երևանի նամակաւարան*, № 2 (25), 1976:
- Գրիգորյան Լ.: *Բնությունը և մարդիկ*, Երևան, «Հայաստան», 1982:
- Միրիանյան Խ. Պ.: *Բնության պաշտպանության իմնական խնդիրները*, Երևան, «Հայաստան», 1979:
- Аветисян В. А., Давтян Д. Е. и др. Ресурсы пресных вод Армянской ССР. Промышленность Армении, № 12, 1979.
- Алексин О. А. Основы гидрохимии. М., Гидрометеоиздат, 1970.
- Магницкий В. А. Внутреннее строение и физика Земли. М., Недра, 1965.
- Анпилов В. Е. Формирование и прогноз режима грунтовых вод на застраиваемых территориях. Изд. 2-е. М., Недра, 1984.
- Биндеман П. Н., 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., Литшин П. Н., 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 оболочек Земли. Изд. АН СССР. Серия геол., № 11, 1962.
- Гавриленко Е. С., Дергачов 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., Куликов Г. В. Техногенное воздействие на подземные воды и их охрана. «Разведка и охрана недр». № 5, 1984.
- Григорьев С., Емцев М. Скульптор лика земного. М., Мысль, 1977.

- Гурта Х. Растогн 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., Гидрометеониздат, 1964.
- Дерягольц В. Ф. Мир воды. Л., Недра, 1979.
- Друцков 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., Гидрометеониздат, 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., Гидрометеониздат, 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 Н. А., Сычев К. И. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод с искусственным их восполнением. М., Недра, 1976.
- Плотников Н. 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., Гостеолтехиздат, 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 Н. М.* Гидрогеотермия. Изд. 2-е. М., Недра, 1976.
- Фюрон Р.* Проблема воды на земном шаре. Пер. с французского. М., Гидрометеониздат, 1966.
- Человек и природа. М., Знание, № 3, 1985.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Ներածություն	3
Ստորերկրյա ջրերի ծագումը	6
Մոլորակի ընդհանուր ջրափանակը և ջրի շրջանառությունը բնության մեջ	16
Ստորերկրյա ջրերի ֆիզիկական հատկությունները	26
Ստորերկրյա ջրերի հիմնական կազմն ու հատկությունները	35
Լեռնային ապարների ջրափիզիկական հատկություններն ու ջրերի տեսակները	43
Ստորերկրյա ջրերի տարածման օրինաչափություններն ու տիպերը	52
Ստորերկրյա ջրերի շարժման հիմնական օրինաչափությունները	70
Հիդրոերկրաբանական աշխատանքների բովանդակությունն ու հիմնական խնդիրները	83
Ստորերկրյա ջրերը ծառայում են մարդուն	94
Ստորերկրյա ջրերի պահպանությունը և ուսցիոնալ օգտագործումը	122
Օգտագործված գրականություն	133

Վարդգես Աբգարի Ավետիսյան
Դեկարտ հեռի Դավթյան
Կենսաբեր ՍՏՈՐԻԿԻՅԱ ՋՐԵՐԸ

Вардгес Абгарович Аветисян
Декарт Енокович Давтян
ЖИВОТВОРНЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ
(На армянском языке)
Ереван «Айастан» 1987

Խմբագիր՝ Հ. Հ. Ղազանյան
Նկարիչ՝ Ա. Հ. Հովսեփյան
Գեղ. խմբագիր՝ Դ. Ա. Պապոյան
Տեխն. խմբագիր՝ Կ. Գ. Սարգսյան
Վերստուգող սրբագրիչ՝ Լ. Շ. Հովհաննիսյան

ИБ — 5467

Հանձնված է շարվածքի 8. 12. 1986 թ.:

Ստորագրվում է տպագրության 26.05. 1987 թ.: ՎՖ 01174:

Ֆորմատ 84X108¹/₃₂, թուղթ տպագրական № 1: Տառատեսակ՝ «Գրքի սովորական»: Տպագրություն լարձր: 7,56 պայմ. տպագր. 7,77 պայմ. ներկ. թերթ., 6,42 հրատ. մամուլ: Տպաքանակ 1000: Պատվեր 221:

Գինը՝ 95 կոպ.:

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

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

ՀՍՍՀ հրատարակչությունների, պոլիգրաֆիայի և գրքի առևտրի գործերի պետական կոմիտեի № 2 տպարան, Երևան, Տեղյան 44:

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