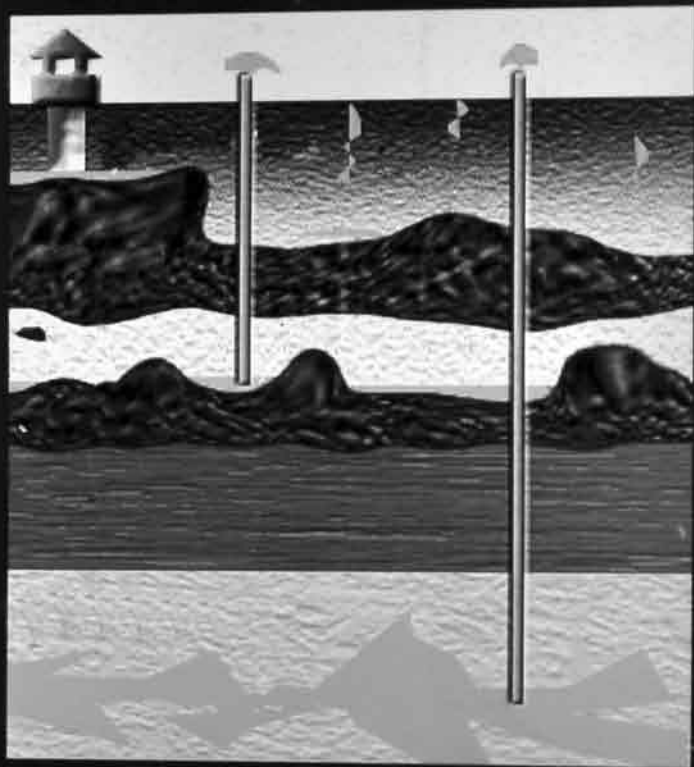


**S.M. KAZIMOV, A.V.SƏFƏROV,
İ.İ.TAĞIYEV, M.M.ABASOV**



**ÜMUMİ
HİDROGEOLOGİYA**

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN DÖVLƏT NEFT AKADEMİYASI

S. M. KAZIMOV, A. V. SƏFƏROV,
İ. İ. TAĞIYEV, M. M. ABASOV

ÜMUMİ HİDROGEOLOGİYA

Ali məktəblər üçün dərslik

Bakı – 2008

Dos., g-m.e.n. S. M. Kazımov, dos., g-m.e.n. A.V.Safarov,
g-m.e.n. İ.İ. Tağıyev, dos., g-m.e.n. M.M.Abasov "Ümumi
hidrogeologiya". Ali məktəblər üçün dərslik, ADNA nəşri, Bakı: 2007,
155 s.

Şəkil 43, cədvəl 7, ədəbiyyat 19.

Dərslik Azərbaycan Respublikası Təhsil Problemləri institutunun
Elmi Metodik Şurasının "Geologiya və geofizika" bölməsinin 10 iyul
2007-ci il tarixli, 57 sayılı protokoluna əsasən çap edilmişdir.

Dərslikdə hidrogeologiyanın predmeti və inkişaf mərhələləri, yeraltı
suların əmələ gəlmə, hərəkət və boşalma zonaları, onların kimyəvi
tərkibcə formalaşması amil, proses və şəraitləri, fiziki, kimyəvi və
bakterioloji xüsusiyyətləri, zonallıqı, kimyəvi analizlərinin
sistemləşdirilməsi və s. öz əksini tapmışdır.

Dərslikdən ali məktəblərin geoloji-kəşfiyyat fakültəsində
"Hidrogeologiya və mühəndisi geologiya" və "Hidromeliyorasiya"
ixtisasları üzrə təhsil alan tələbələr istifadə edə bilərlər.

Redaktor:

Prof., g-m.e.d. Ə.K.Əlimov (Az.ETHMI).

Rəy verənlər:

1. Prof., g-m.e.d. H.M.Hüseynov (Az.DNA);

2. Dos., g-m.e.n. B.Ə.Hacıyev (Az.DNA).

1065

22.10.07

САФАР МАМЕДГУСЕЙН ОГЛЫ КЯЗЫМОВ, АРИФ ВЕЙСАЛ ОГЛЫ САФАРОВ,
ИСЛАМ ИБРАГИМ ОГЛЫ ТАГИЕВ, МАМЕДКЕРИМ МАМЕДАЛИ ОГЛЫ
АБАСОВ

ОБЩАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Учебник для Высшей Учебной Заведений
(на азербайджанском языке)

Баку – 2008

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	6
FƏSİL 1	
TƏBİƏTDƏ SUYUN DÖVRANİ	10
1.1. Su balansı haqqında anlayış	13
1.2. Yerüstü və yeraltı axın	15
FƏSİL 2	
SÜXURLARIN SULULUQ-FİZİKİ XASSƏLƏRİ	20
2.1. Süxurların məsəməliliyi	20
2.2. Süxurların sululuq xassələri	24
2.3. Süxurlarda kapilyarların yaranması	28
FƏSİL 3	
YERALTI HİDROSFERİN QURULUŞU	30
3.1. Yeraltı hidrosfer haqqında anlayış	30
3.2. Süxurlarda suların növləri	31
3.3. Yeraltı suların temperaturu	33
3.4. Sukeçirici və sukeçirməyən süxurlar haqqında anlayış. Hidrogeoloji stratifikasiyanın əsas elementləri	35
FƏSİL 4	
YERALTI SULARIN HƏRƏKƏT QANUNU	38
4.1. Süzülmə haqqında əsas anlayış	38
4.2. Süzülmanın xətti qanunu	40
4.3. Dərsi qanunun tətbiq hüdudları	41
4.4. Süzülmə sukeçiricilik və keçiricilik əmsalları haqqında anlayış	43
4.5. Yeraltı suların axın istiqamətinin və hərəkət sürətinin müəyyən edilməsi	46
FƏSİL 5	
Yeraltı suların fiziki xassələri və kimyəvi tərkibi	51
5.1 Yeraltı suların fiziki xassələri	51
5.2 Suyun quruluşu	57
5.3 Yeraltı suların kimyəvi və bakterioloji xassələri	59
V.I. Vernadski təsnifatı	59
A.M. Ozvinnikov təsnifatı	60
5.4. Yeraltı suların kimyəvi analizlərinin ifadə formaları	67
5.5. Yeraltı suların kimyəvi analizlərinin sistemləşdirilməsi və təsnifatı	73
5.5.1. O. A. Alyokin təsnifatı	73
5.5.2. suların kimyəvi tərkiblərinin düstur şəklində ifadə edilməsi. M.Q. Kurlov düsturu	76
5.5.3. Suların kimyəvi tərkiblərinin grafik üsulu ilə ifadə edilməsi	77

5.5.3.1. Fere düz tərkibi düzbucaqlısı və qrafik düzbucaqlıları	77
5.5.3.2. N. 1. Tolstixın qrafik-kvadratı	79
FƏSİL 6	
YERALTı SULARIN YARANMASI HAQQINDA NƏZƏRİYYƏLƏR	81
6.1. İnfiltrasiya nəzəriyyəsi	81
6.2. Kondensasiya nəzəriyyəsi	82
6.3. Sedimentasiya nəzəriyyəsi	83
6.4. Yevenil nəzəriyyəsi	83
FƏSİL 7	
YERALTı SULARIN ƏSAS GENETİK TIPLƏRİ	86
7.1. Atmosfer mənşəli yeraltı sular	86
7.2. Dəniz mənşəli yeraltı sular	87
7.3. Maqmatik mənşəli yeraltı sular	87
7.4. Metomorfik mənşəli yeraltı sular	88
7.5. Yeraltı suların kimyəvi tərkibinin formalaşması	88
FƏSİL 8	
YERALTı SULARIN TƏSNİFATI	90
FƏSİL 9	
Mövsümi sular və qrunt suları	94
9.1. Mövsümi sular	94
9.2. Qrunt suları	95
9.3. Qrunt suları və yerüstü su hövzələrinin və çay sularının əlaqəsi	98
9.4. Qrunt sularının qidalanma və boşalma şəraiti	101
9.5. Qrunt sularının yatma şəraitinə görə əsas tipləri və onların səciyyəsi	103
FƏSİL 10	
ARTEZİAN SULARI	110
10.1. Artezian hövzəsinin yatma şəraiti və növləri	110
10.2. Artezian yamacı və subartezian hövzəsi	118
FƏSİL 11	
ZATLI VƏ KARSTLAŞMIŞ SUXURLARDA YERALTı SULAR	122
11.1. Çatlı süxurlarda yeraltı sular	122
11.2. Karst suları	125
FƏSİL 12	
BULAQLAR VƏ ONLARIN TƏSNİFATI	130
FƏSİL 13	
MİNERAL SULAR VƏ ONLARIN NÖVLƏRİ	133
13.1. Müalicə əhəmiyyətli mineral sular	133
13.2. Sənaye əhəmiyyətli mineral sular	134

13.3. Termal sular	134
13.4. Mineral suların hidrogeokimyəvi təsnifatı	134
13.4.1. Karbon qazlı (CO ₂) mineral sular sinfi	135
13.4.2. Kükürd qazlı (H ₂ S) mineral sular sinfi	137
13.4.3. Metan qazlı (CH ₄) mineral sular sinfi	138
13.4.5. Radon qazlı (R _n) mineral sular sinfi	139
FƏSİL 14	
AZƏRBAYCANIN MİNERAL SULARI	139
14.1. Böyük Qafqazın mineral suları	140
I əyalət: Qobustan-Şamaxı rayonları ilə birləşmə	141
Böyük Qafqazın cənubi-qərb yamacı	141
II əyalət: Böyük Qafqazın şimali-şərq yamacı	142
III əyalət: Abşeron yarımadası	143
14.2. Kiçik Qafqazın mineral suları	144
I qarışıqlıq sahəsi: Daşkəsən-Gədəbəy qarışıqlıq sahəsi	145
II qarışıqlıq sahəsi: Sevan-Həkəri qarışıqlıq sahəsi	146
Istisu-Kəlbəcər hidrogeokimyəvi zonası	146
Tutqun hidrokimyəvi yarım zonası	148
Mıncıq-Əhmədli hidrogeokimyəvi zonası	149
Turşu-Şirvan hidrogeokimyəvi zonası	150
III qarışıqlıq sahəsi: Naxçıvan qarışıqlıq sahəsi	150
Mərkəzi Naxçıvan hidrogeokimyəvi zonası	151
Ordubad-Araz hidrogeokimyəvi zonası	152
14.3. Talış və Lənkəran düzənliyinin mineral suları	152
Masallı-Lənkəran-Astara mineral su qrupu	153
Yardımlı mineral su qrupu	153
14.4. Kür çökəkliyinin mineral suları	154
ƏDƏBİYYAT	155

GİRİŞ

Hidrogeologiya yer qabığında yeraltı suların əmələ gəlməsi, hərəkəti, yatma şəraiti, yayılma qanunauyğunluqları, fiziki quruluşu, kimyəvi, bakterioloji və qaz tərkiblərini, onların rejimi ilə atmosfer, yerüstü hidrosfer, biosfer, süxurlar, yerin mantiya maddəsi arasında qarşılıqlı təsir nəticəsində yaranan prosesləri öyrənən elmdir.

Hidrogeologiya elmi geoloji proseslərdə yeraltı suların rolunu, yeraltı su yataqlarının əmələ gəlmə şəraitini və faydalı qazıntı (filiz, neft, qaz) yataqlarının formalaşmasını, müxtəlif tipli yeraltı su yataqlarının axtarış və kəşfi, onların resurslarının qiymətləndirilməsi, ehtiyatının artırılması, rejimin idarə olunmasını və inşaatın mühəndisi məsələlərinin təminatını həll etmək, torpaqların meliorativ mənişmənilməsi və faydalı qazıntı yataqlarının istifadəsi üçün metodların işlənilib hazırlanmasını təmin edir.

Bəziliklə, *hidrogeologiya, yeraltı suları Yer in özünəməxsus təbii mayesi və ən vacib faydalı qazıntısı kimi öyrənir.* Hidrogeologiya həm də planetimizin yerüstü sularını öyrənən elmlərlə sıx əlaqədar dir. Müasir hidrogeologiyanın əsasını geologiya ilə yanaşı aşağıdakı elmlər təşkil edir:

- Hidravlika – suların hərəkət qanunu haqqında elm;
- Geokimya – yer təkində kimyəvi proseslər və atomların miqyası haqqında elm;
- Geofizika – yer təkində olan fiziki proseslər haqqında elm.

Su yer kürəsinin müxtəlif sferalarında olduqca geniş yayılıb və Yerdə təbiətin və canlı aləmin inkişafı üçün ən vacib əhəmiyyətə malikdir. Mütəxəssislər tərəfindən suyun canlı və cansız aləmdə baş verən proseslərdə olduqca vacib rolunu göstərən nəinki qiymətli monoqrafiyalar yazılıb, həm də alimlər, yazıçılar, şairlər və filosoflar tərəfindən su haqqında çoxsaylı gözəl sözlər söylənilmişdir.

Akademik A.Karpinski suyun həyatda rolunu qiymətləndirərək «Həyat və su bölünməzdir, susuz həyat yoxdur və həyatsız su demək olar ki, yoxdur. Su həyatın ilkin mənbəidir. Susuz torpaq-həyatsız torpaqdır».

Şərqi aləmdə belə deyirlər: «Harada su qurtarırsa, orada torpaq da qurtarır».

Akademik V.İ.Vernadski yazmışdır: «Su həyatın eleksiridir».

Su Yer kürəsinin böyük sərvətlərindən biridir. Su sağlamlıq mənbəyidir. Sudan sənayedə və kənd təsərrüfatında müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunur. Xalq təsərrüfatında elə bir yer yoxdur ki, orada sudan istifadə olunmasın. Xalq təsərrüfatında həm yerüstü sular, həm də yeraltı şirin sular istifadə olunur.

Planetimizdə suyun ehtiyatı 1,5 milyard km^3 -dir. Onun 98%-i okean suları, dənizlər ($1,37$ milyard km^3) və 60 milyon km^3 duzlu yeraltı sular təşkil edir v.i.. Akademik V.İ. Vernadskiyə görə yeraltı suların həcmi təxminən 0,5 milyon km^3 bərabərdir.

M.İ. Lvoviçin (1974) hesablamalarına görə dünyada şirin sudan istifadə 3300 km^3/il təşkil edir. Bundan hər adama 1100 m^3/il düşür. Yer kürəsinin əhalisi hər gün 9 milyard m^3 -dan çox su işlədir. Bu miqdarın 1,7 milyard m^3 yeraltı suların payına düşür.

Xalq təsərrüfatında müəyyən məqsədli tələbatları ödəmək üçün hidrogeologiya və onunla bağlı digər elmlər meydana gəlmiş və inkişaf etdirilmişdir. Yeraltı sular haqqında ilk məlumat uzaq keçmişdən mövcuddur. Qədimdə yeraltı sular yerləşən sahələri yerli əlamətlərə əsasən seçirdilər və orada qazılmış əl su quyusu hesabına istifadə edirdilər. Sonralar kəhrizlər və buruq quyuları həmin ərazilərdə yerləşdirilirdi.

Yeraltı sulardan istifadə hələ qədimdən mövcud olduğuna baxmayaraq, bu sular sitayiş mənbəyi olmuşdur (Çin, Misir və s.). Qədim Yunanıstan və Romanın antik

filosofiyasının inkişaf dövründə suyun xüsusiyyətləri və təbiətdə dövrünü haqqında ilkin elmi təsəvvürlər yaranmışdır.

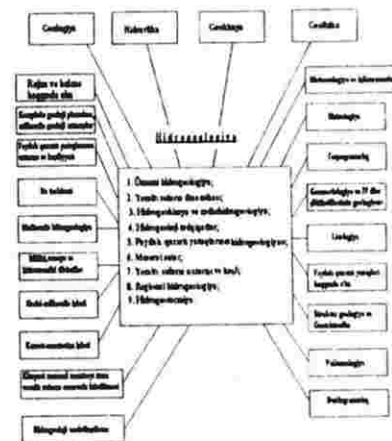
Aristotel və onun müasirlərinin (b.e.ə., IV əsr) əsərlərində atmosfer çöküntüləri və çay sularının nisbəti haqqında olduqca düzgün mülahizələr tapmaq olar.

Yeraltı suların atmosfer çöküntülərinin infiltrasiyası nəticəsində əmələ gəlməsi haqqında ilkin fikirlər qədim Ellin elminə mənsub olmuşdur. Bunu Roma mühəndisi Marka Bitruvno Pollio (b.e.ə., I əsrdə) öz əsərində göstərmişdir. İnfiltrasiya nəzəriyyəsi su təchizatında yeraltı şirin sulardan istifadə olunmasını faktiki olaraq sübut etdi. Şübhəsiz ki, bu da su təchizatı üçün yeraltı sulardan istifadə olunması ilə məşğul olan çoxsaylı mütəxəssislərin apardıqları tədqiqatların əsasını təşkil etdi.

Müasir dövrdə hidrogeologiya mürəkkəb kompleks elm kimi formalaşaraq aşağıdakı müstəqil metodiki kursları özündə birləşdirir.

1. Ümumi hidrogeologiya;
2. Yeraltı suların dinamikası;
3. Hidrogeokimya və radiohidrogeologiya;
4. Hidrogeoloji tədqiqatlar;
5. Faydalı qazıntı yataqlarının hidrogeologiyası;
6. Mineral sular;
7. Yeraltı suların axtarışı və kəşfi;
8. Regional hidrogeologiya;
9. Hidrotermiya.

Hidrogeologiya elminin səmərəli inkişafı gələcəkdə yeni elmi istiqamətlərin genişlənməsini və möhkəmlənməsini təmin edir. Buna misal, yeraltı su yataqları, meliorativ hidrogeologiya, yeraltı suların rejimi və balans haqqında elm, hidrogeoloji modelləşdirmə, poliohidrogeologiya və s. göstərmək olar.



Şəkil 1. Hidrogeologiyanın başqa elmlərlə əlaqəsi

Hidrogeologiya – kompleks elm olmaqla müxtəlif elmlərlə (geologiya, hidravlika, geokimya, geofizika, meteorologiya və iqlimşünaslıq, hidrologiya, torpaqşünaslıq, geomorfologiya və dördüncü dövr çöküntülərinin geologiyası, litologiya, faydalı qazıntılar haqqında elm, struktur geologiya və geotektonika, vulkanologiya, buzlaqşünaslıq, tibb, hərbi-mühəndis işləri, mülki sənaye və hidrotexnika, meliorasiya, su təchizatı, faydalı qazıntı yataqlarının axtarışı və kəşfiyyatı, kompleks geoloji planlama, mühəndisi geologiya və s.) sıx qarşılıqlı əlaqədə inkişaf edir (şəkil 1). Suyun Yer kürəsinin səthində və dərinliklərində baş verən çoxsaylı proseslərdə mütləq iştirakını nəzərə alaraq qeyd edə bilərik ki, hidrogeologiya bu elmlərin son nailiyyətlərindən qarşılıqlı surətdə istifadə etməklə həm özünün, həm də onların elmi-təcrübə müddüalılarla zənginləşməsinə səbəb olur.

FBSİL I

TƏBİƏTDƏ SUYUN DÖVRANI

Yeraltı sular daima hərəkətdə olur və Yer kürəsində suyun ümumi dövrəsinə iştirak edir. Akademik V.İ.Vernadski öz elmi əsərlərində bütün təbii suların vahidliyi və bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olması barədə geniş şərhlər vermişdir.

Yer kürəsində olan suyun ümumi miqdarı və onun müxtəlif sferalarda paylanması M.İ.Lvoviçə görə aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir (cədvəl 1.1).

Cədvəl 1.1

Yer kürəsində olan suyun ümumi miqdarı və onun müxtəlif sferalarda paylanması (M.İ.Lvoviçə görə)

Hidrosferanın elementləri	Suyun həcmi, min km ³	Ümumi həcmdən olan faizi, %
1. Dünya okeanı	1370323	93,96
2. Yeraltı sular	60000	4,12
3. Aktiv su mübadilə zonasında yerləşən sular	4000	0,27
4. Buzlaqlar	24000	1,65
5. Göllər	280*	0,019
6. Torpaq nəmliyi	85**	0,006
7. Atmosferdə buxar halında olan sular	14	0,001
8. Çay suları	1,2	0,0001
CƏMI	1454703	100

* o cümlədən təqribən 5000 km³ su anbarlarında olan sular;

** o cümlədən təqribən 2000 km³ suvarma suları.

Cədvəldən görüldüyü kimi sular əsasən dünya okeanlarında, litosfera və buzlaqlarda cəmləşmişlər. Quruda olan suyun həcmi (buzlaqlardan başqa) və atmosferin nəmliyi cəmi yer kürəsində olan suyun ümumi həcmnin 0,2% təşkil edir.

Yer kürəsində ən çox şirin su buzlaqları yayılmışdır ki, onların da tutduğu sahə 16 mil.km² (quru səthin 11% - i) təşkil edir. Əgər qəbul etsək ki, Yer kürəsində olan buzlaqlar əriyirsə, onda Dünya okeanının səviyyəsi 64 m qalxar və onun sahəsi təxminən 1,5 mln.km² -ə çatar, qurunun sahəsi isə uyğun olaraq 1% azalar.

Yerüstü, yeraltı və atmosfer suları qarşılıqlı əlaqədə olmaqla daim hərəkətdədirlər (şəkil 1.1).

Təbiətdə günəşin istilik enerjisi və ağırlıq qüvvəsinin təsiri nəticəsində daimi su dövrəni baş verir.

Təbiətdə suyun daimi dövrəni günəş enerjisi və ağırlıq qüvvəsinin təsiri nəticəsində baş verir. Su hövzələrinin açıq su səthindən və Yer səthindən su buxarlanaraq (evapotranspirasiya) atmosfərə buxar halında qalxır. Su buxarlarının kondensasiyası nəticəsində atmosfer çöküntüləri yağış və qar şəklində formalaşaraq yenidən Yer səthinə dönür. Yer səthinə düşən atmosfer çöküntülərinin bir qismi buxarlanır, bir qismi unfiltrasiya olunaraq yeraltı suları qidalandırır, digər qisimi isə yerüstü axımlar əmələ gətirərək su hövzələrinə tökülür. Infiltrasiya suları nəticəsində qidalanan yeraltı sular eyni zamanda çayların və digər su hövzələrinin yeraltı qidalanmasına sərf olunur və ya ənən bulaqlar şəklində yer səthinə çıxırlar. Çay və ya yeraltı sular dənizə və okeanlara tökülərək dəniz və okeanlardan buxarlanma nəticəsində yaranan su itkisini bərpa edirlər. Suyun təbiətdə dövrəsinə atmosfer, yerüstü və yeraltı sular iştirak edirlər. Suların bu cür qarşılıqlı əlaqəsinə *təbiətdə suyun dövrəni* deyilir və o *böyük və kiçik su dövrənlərinə* ayrılır (şəkil 1.1).

Təbiətdə *suyun böyük dövrəni* zamanı okean və dənizlərin səthindən atmosfərə qalxmış su buxarlarının bir hissəsi hava axını vasitəsilə quruya gətirilir. Burada onlar Yer səthinin quru hissəsindən atmosfərə qalxmış su buxarları ilə birləşərək yenidən

yağıntı şəklində Yer səthinə düşür. Bu atmosfer çöklüntülərinin bir hissəsi yerüstü və yeraltı axınlar əmələ gətirərək yenidən okean və dənizlərə tökülür, qalan hissəsi isə buxarlanaraq təkrar atmosfərə qalxır.

Təbiətdə suyun kiçik dövrünü zamanı isə okean və dənizlərin səthindən atmosfərə qalxmış su buxarları onun yüksək qatlarında soyuyaraq yağıntılar şəklində yenidən okean və dənizlərin səthinə düşür. Bu proseslər ildən-ilə təkrar olunur və Yer kürəsində suyun ümumi dövrünü əmələ gətirir.

Tədqiqatlar göstərir ki, ümumi su dövründə Yer kürəsindəki suların ancaq 0,03-0,004% -i iştirak edir.

Beləliklə qeyd edə bilərik ki, təbiətdə su dövründə atmosfer çöklüntüləri, yerüstü və yeraltı sular iştirak edir və Yer kürəsinin üst hissəsində su dövrünü yeraltı suların resursunun formalaşmasında həlledici rol oynayır.



Şəkil 1.1. Təbiətdə suyun dövrünü

Rütubətin paylanmasına aid bir neçə prosesi sxemləşdirərək təbiətdə suyun illik dövrünü nəzərdən keçirək.

Buxarlanmanın miqdarı

$$Z_d = X_d + y \quad (1.1)$$

$$Z_q = X_q - y \quad (1.2)$$

Bütün yer kürəsi üçün

$$Z_d + Z_q = X_d + X_q \quad (1.3)$$

burada

Z_d – dənizlərdən və okeanlardan olan illik buxarlanma, mm;

X_d – okeanlara və dənizlərə düşən illik çöklüntülər, mm;

Z_q – yer səthindən olan buxarlanma, mm;

X_q – yer səthinə düşən illik çöklüntülər, mm;

y – çayların illik axını, mm.

1.1. Su balans haqqında anlayış

Çay hövzələri, ayrı-ayrı regionlar və ya yer kürəsi üçün su dövrünün miqdarca qiymətləndirilməsi su balans adlanır.

Bağlı hövzələr üçün su balansının ümumi halda balans A.M.Velikanov tərəfindən təklif olunmuşdur (1948):

$$X = y + z + u + w, \quad (1.1.1)$$

burada

X – su yağım hövzəsində atmosfer çöklüntülərinin miqdarı, mm;

y – çay axımının miqdarı, mm;

z – kondensasiyanı çıxmaqla buxarlanmanın miqdarı, mm;

u – nəmlik ehtiyatının mənfi və ya müsbət dəyişmə miqdarı (məsələn: qar qalınlığının artması və ya azalması, qrunt suları səviyyəsinin qalxması və ya enməsi, çayda və ya göldə su səviyyəsinin dəyişməsi v.i.a.);

w – buxarlanan hövzədə qonşu sahələrdə su mübadiləsinin mənfi və ya müsbət qiymətləri.

Çoxillik müşahidələr müddətində atmosfer çöküntülərinin böyük miqdarı quraqlıqlarla növbələşərsə yuxarıda göstərilən bərabərlik sadələşərək aşağıdakı kimi yazılır:

$$X_0 = y_0 + z_0 \quad (1.1.2)$$

Hidrogeoloji hesablamalarda bu bərabərlik su balans elementlərini təyin etmək üçün geniş tətbiq olunur.

Müxtəlif geostruktur və hidrogeoloji xüsusiyyətləri nəzərə almaqla B.İ.Kidelin çay hövzələri üçün aşağıdakı bərabərliyi təklif etmişdir:

$$X_0 = y_0 + z_0 + W_0 \quad (1.1.3)$$

Burada W_0 – dərində yerləşən sulu hövzələrin atmosfer çöküntülərindən orta çoxillik qidalanmasının və ya dərində yerləşən sulu horizontlardan çay dərələrinə axan suların miqdarıdır, mm.

Bu bərabərlikdə su balansının iki elementi X_0 və y_0 sisteməlik ölçülür, dərc olunur və həmişə informatik ədəbiyyatdan məlumatları götürmək olar. z_0 elementi isə hidrofiziki metodla təyin olunur.

Su balansı tədriyində (1.1.1) axımın millimetrlə miqdarı (y) yerüstü və yeraltı axımların həcmi bildirir. Bu əsas parametrlərin hesablama xarakterinə ayrılıqda baxaq.

Yerüstü axım.

1. *Suyun sərfi* (Q , m³/s) – axımın en kəski sahəsindən (F) vahid zamanda keçən suyun miqdarı

$$Q = V_{\text{orta}} \cdot F, \text{ m}^3/\text{s} \quad (1.2.1)$$

Burada F – axımın en kəşik sahəsi, m²;

V_{orta} – axımın orta sürəti, m/s.

2. *Axımın modulu* (M), l/s km² ilə ölçülür və 1 km² sahədən 1 saniyə ərzində axan suyun litrlərlə miqdarını xarakterizə edir:

$$M = \frac{Q \cdot 10^3}{F}, \text{ l/s km}^2 \quad (1.2.2)$$

Burada

Q – suyun sərfi, m³/s;

F – su hövzəsinin sahəsi, km²;

10³ – m³-dən litrə keçid əmsəli.

3. *Axım həcmi* (W), m³/il ilə ölçülür və bir il ərzində su hövzəsindən axan suyun m³-lə miqdarını xarakterizə edir:

$$W = Q \cdot T, \text{ m}^3/\text{il} \quad (1.2.3)$$

Burada T – 1 ildə olan saniyələrin miqdarıdır (31,5 · 10⁶).

Axımın həcmi həmçinin axımın modulu ilə də ifadə etmək olar:

$$W = \frac{MF}{10^3} \cdot 31.5 \cdot 10^6 = MF \cdot 31.5 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{il} \quad (1.2.4)$$

Buradan axımın modulu

$$M = \frac{W}{F \cdot 31.5 \cdot 10^3}, \text{ l/s km}^2 \quad (1.2.5)$$

4. Əgər axımın tam həcmi il ərzində hövzə üzrə bərabər paylanmışsa, onda axımın nisbi qalınlığını (y) aşağıdakı düsturla hesablamag olar:

$$y = \frac{W \cdot 10^3}{F \cdot 10^6} = \frac{W}{F \cdot 10^3}, \text{ mm/il.} \quad (1.2.6)$$

Axımın nisbi qalınlığı, modulu və həcmi arasında aşağıdakı asılılıq mövcuddur:

$$y = \frac{W}{F \cdot 10^3} = \frac{MF \cdot 31.5 \cdot 10^3}{F \cdot 10^3} = 31.5 \cdot M, \text{ mm/il.} \quad (1.2.7)$$

və ya əksinə, əgər axımın nisbi qalınlığı məlumdursa onda axımın modulunu tapmaq olar, yəni:

$$M = \frac{y}{31.5} = 0.0317y, \text{ l/s km}^2. \quad (1.2.8)$$

Axım həcmi aşağıdakı kimi hesablanır:

$$W = M \cdot F \cdot 31.5 \cdot 10^3 = y \cdot F \cdot 10^3, \text{ m}^3/\text{il} \quad (1.2.9)$$

5. Axım əmsali (η) - hər hansı bir müddət üçün axımın nisbi qalınlığının atmosfer çöküntülərinin miqdarına olan nisbətində bərabərdir, yəni

$$\eta = \frac{y}{x} \quad (1.2.10)$$

Axım əmsalinin qiyməti 0 – 1 arasında dəyişir. Onun qiymətinin dəyişməsinə buxarlanmanın miqdarı, hövzədə olan süxurların sukeçirmə xarakteri və bir sıra başqa amillər təsir edir.

6. Modul əmsali (K_1) - aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$K_1 = \frac{Q_1}{Q_0} \cdot \frac{M_1}{M_0} \cdot \frac{W_1}{W_0} \cdot \frac{Y_1}{Y_0} \quad (1.2.11)$$

Burada Q_1, M_1, W_1 və Y_1 - uyğun olaraq axım sərfinin, modulunun və həcmnin nisbi qalınlığının minimum qiymətləri, Q_0, M_0, W_0 və Y_0 - uyğun olaraq axım sərfinin, modulunun və həcmnin nisbi qalınlığının orta qiymətləridir.

Əgər $K_1 < 1$ olarsa il *az sulu*, $K_1 > 1$ olarsa il *çox sulu* hesab edilir.

7. Axımın orta çoxillik xarakterini qiymətləndirmək üçün dəqiq hesablama aparmaq lazımdır. Axımın orta çoxillik miqdarının dəqiqliyi müşahidə illərinin sayından asılıdır. Orta kvadratik xəta:

$$\partial_0 = \frac{\pm \sqrt{100C_v}}{\sqrt{n}}, \% \quad (1.2.12)$$

1.2.12 - dən axımın variasiya əmsalını (C_v) tapa bilərik:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n - 1}} \quad (1.2.13)$$

Burada n – müşahidə illərinin sayıdır.

Yeraltı axım.

Çayın 1 km uzunluğunda yeraltı qidalanma (P) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$P = \frac{Q_2 - Q_1}{L}, \text{ m}^3 / \text{s} \cdot \text{km} \quad (1.2.14)$$

burada

Q_1 – yuxarı müşahidə nöqtəsində çayın sərfi, m^3/s ;

Q_2 – aşağı müşahidə nöqtəsində çayın sərfi, m^3/s ;

L – stvorlar arası məsafə, km.

2. Yeraltı axım modulu (M_n) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$M_n = \frac{(Q_2 - Q_1) \cdot 10^3}{F}; \text{ l/s km}^2 \quad (1.2.15)$$

Burada F- yeraltı qidalanma sahəsidir, km^2 .

3. Yeraltı axımın modul əmsalı (K_n) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$K_n = \frac{M_n}{M} \cdot 100\%, \quad (1.2.16)$$

Burada M_n - yeraltı axım modulu, l/s km^2 ;

M – yerüstü axım modulu, l/s km^2

4. Atmosfer çöküntülərinin illik infiltrasiyası (y_n) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$y_n = 31,5 M_n \text{ mm/il} \quad (1.2.17)$$

$$\text{və ya} \quad y_n = \frac{yK_n}{100}, \text{ mm/il} \quad (1.2.18)$$

Burada y - yerüstü axımın nisbi qalınlığı, mm;

K_n – yeraltı axımın faizlə miqdarı, %.

5. Yeraltı axım əmsalı (K_n) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$K_n = \frac{Y_n}{X} \quad (1.2.19)$$

$$\text{və ya} \quad K_n = \frac{Y_n}{X} \cdot 100\% \quad (1.2.20)$$

6. Yeraltı suyığım sahəsi boyu infiltrasiyadan olan suyun orta çoxillik həcmi (W) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$W = y_n \cdot F_n \cdot 10^3, \text{ m}^3/\text{il} \quad (1.2.21)$$

FƏSİL 2. SÜXURLARIN SULULUQ-FİZİKİ XASSƏLƏRİ

2.1. Süxurların məsaməliliyi

Süxurların ən vacib hidrogeoloji göstəricilərindən biri də onların məsaməliliyidir. Qumlu süxurlarda boşluq məsaməli, bərk süxurlarda isə (qumdaşı, qranit və s.) çatlardan ibarət olur.

Yeraltı sular süxurlarda məsamələri, çatlardan, karst kanallarından və s. doldurur. Süxurda olan bütün boşluqların ümumi həcmi *quyululuq* adlanır. Aydındır ki, böyük quyululuğa malik süxurlar özlərində çox su toplayır. Süxurlarda kiçik boşluqlar *məsaməlilik* adlanır. Adətən süxurları üç növ məsaməliyə ayırırlar: *ümumi* (tam, mütləq, fiziki), *açıq* (həqiqi, doymuş), *dinamiki*.

Ümumi məsaməlilik süxurda olan məsamələrin ümumi həcmindən süxur nümunəsinin ümumi həcminə olan nisbətən deyilir və vahidin hissələri və ya faizlə ifadə olunur:

$$n = \frac{V_n}{V} \quad \text{və ya} \quad n = \frac{V_n}{V} \cdot 100\% \quad (2.1.1)$$

Burada n – ümumi məsaməlilik;

V_n – süxur nümunəsində məsamələrin həcmi;

V – süxur nümunəsinin həcmi.

Ümumi məsaməlilik həm də *məsaməlilik əmsali* (e) ilə xarakterizə olunur. *Məsaməlilik əmsali* süxurda olan bütün məsamələrin həcmindən (V_n) süxurun bərk hissəsinin (*skletin*) həcminə (V_s) olan nisbətdir və vahidin hissələri ilə ifadə olunur:

$$e = \frac{V_n}{V_s} \quad (2.1.2)$$

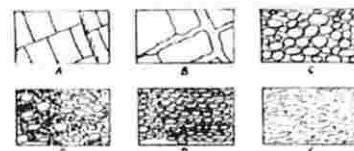
Məsaməlilik əmsali gilli süxurların tədqiqatında daha geniş istifadə olunur. Nəmliyi çoxaldıqda gilli süxurlar şişir, nəmliyin itirilməsi nəticəsində sıxılır. Ona görə də gilli süxurların məsaməliyi süxurda olan məsamələrin ümumi həcmindən süxur nümunəsinin quru həcminə (V_s) olan nisbətən götürülür və əsas düstur aşağıdakı kimi yazılır:

$$m = \frac{V_n}{V} = \frac{V_n}{V_s + V_n} \quad (2.1.3)$$

Burada surəti və məxrəci V_s -yə bölməklə məsaməlilik ilə (n) məsaməlilik əmsali (e) arasında asılılığı tapmaq olar:

$$n = \frac{e}{1+e} \quad \text{və ya} \quad e = \frac{n}{1-n} \quad (2.1.4)$$

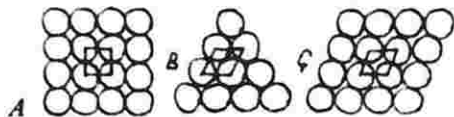
Ümumi məsaməliliyin qiyməti həmişə vahiddən kiçikdir. Yumuşaq dənəli süxurlarda məsamə süxurun ayrı-ayrı hissələri arasında boşluq yaradır. Bu boşluqlar hissələrin ölçülərindən və formalarından asılıdır (şəkil 2.1.1).



Şəkil 2.1.1. Süxurlarda məsaməliliyin tipləri

A – bərk süxurlarda olan məsamələr və çatlardan ibarət şəbəkəli struktura; B – süxurlarda yuyulma və aşınma nəticəsində yaranan iri boşluqlardan ibarət struktura; C – nisbətən iri dənəli və məsaməli ovuntu süxurların strukturu; D – xırda məsaməli sementləşmiş süxurların strukturu; E – sıxılma nəticəsində yaranmış xırda məsaməli gilli süxurların strukturu.

Çökmə dənəli süxurların məsaməliliyinin ölçüləri dənələrin yerləşməsindən asılıdır. Buna əmin olmaq üçün dairəvi formalı dənəciklər toplusundan ibarət iki növ-kub formalı və tetraedr formalı quruluşa baxaq (şəkil 2.1.2).



Şəkil 2.1.2. Kürəciklərin yerləşməsinin məsaməliyə təsiri
A - minimum sıxlıqlı quruluş; B- maksimum sıxlıqlı quruluş; C- orta sıxlıqlı quruluş.

Birinci forma (kub) üçün məsaməliliyi aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$n = \frac{d^3 - \frac{\pi d^3}{6}}{d^3} = 1 - \frac{3.14}{6} = 0.48 \quad \text{və ya} \quad 48 \quad \%. \quad (2.1.5)$$

İkinci forma (tetraedr) üçün məsaməlik

$$n = 0,26 \quad \text{və ya} \quad 26 \quad \% \quad (2.1.6)$$

Deməli, eynicinsli qumlu süxurlarda məsaməlik 26-48 % arasında dəyişə bilər. Onun orta qiymət 37 %-yə bərabərdir, qumlu çaqıllarda bu qiymət 15-20 %-ə qədər azdır.

Dənəli süxurlarda məsaməlik həmçinin süxurların çökmə şəraitindən və sonrakı diagenoz proseslərindən asılıdır. Məsələn, ağır quru qumu boruya töksək qırıntılı quruluş alacaq. Gilli süxurlarda məsaməliyin qiyməti adətən süxurun həcm kütləsi və bərkliyinə görə aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$n = \frac{\lambda - \delta}{\lambda} \cdot 100\% \quad \text{və ya} \quad (2.1.7)$$

$$n = \left[1 - \frac{\Delta}{\lambda \cdot (1 + 0.09W)} \right] \cdot 100\% \quad (2.1.8)$$

Burada λ - süxurun sıxlığı;

δ - quru süxurun həcm kütləsidir və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\delta = \frac{\Delta}{1 + 0.01W} \quad (2.1.9)$$

Burada Δ - nəm süxurun həcm kütləsi;

W - süxurun təbii nəmliyi.

Süxur nümunəsinin bütün həcmindən məsamələrin həcmi çıxıldıqda süxurların skletinin həcmi (V_s) alınır. Skletin kütləsini q ilə işarə etsək, süxurun həcm kütləsini (δ) aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$\delta = \frac{q}{V - V_n} \quad (2.1.10)$$

buradan məsamələrin həcmi

$$V_n = V - \frac{q}{\delta} \quad (2.1.11)$$

2.1.11. ifadəsini nəzərə alaraq bərk süxurların məsaməliyinin qiymətini aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$n = 1 - \frac{q}{\delta V} \quad (2.1.12)$$

faizlə ifadə etdikdə

$$n = \left(1 - \frac{q}{\delta V}\right) \cdot 100 \quad (2.1.13)$$

Açıq məsaməlik süxur nümunəsində bir-birilə əlaqəli məsamələrin həcmnin nümunənin ümumi həcminə nisbətini xarakterizə edir. Sementləşmiş dənəvari süxurlar üçün açıq məsaməlik miqdarına görə ümumi məsaməliyə yaxındır. Adətən sementləşmiş süxurlarda açıq və ümumi məsaməliklərin qiymətə arasında müəyyən fərq mövcuddur (əhəng daşları, tuflar və s.).

Dinamiki məsaməlik süxur nümunəsi həcmnin, ancaq mayenin hərəkət edə biləcəyi məsaməliyə olan nisbəti ilə ifadə olunur.

Dinamiki məsaməlik açıq məsaməlikdən fərqli olaraq süxur nümunəsindəki məsamələrin kapilyar-əlaqəli sularla və süxur hissəciklərinin səthini örtmüş zəif hərəkətli sularla dolmuş həcmi nəzərə alır. Adətən, miqdarına görə dinamik məsaməlik açıq məsaməlikdən az olur.

2.2. Süxurların sululuq xassələri

Nəmlik tutumu: Litoloji xüsusiyyətlərindən, sementləşmə dərəcəsindən və məsamələrin strukturundan asılı olaraq süxurlar özündə bu və ya digər miqdarda sərbəst axımlı su saxlamaq qabiliyyətinə malikdir. Süxurların bu xüsusiyyəti **nəmlik tutumu** adlanır.

Nəmlik tutumu süxurların təbii nəmliyi kimi vahidin hissələri, çəki və ya həcm faizi ilə ifadə olunur.

Süxurlar nəmlik dərəcəsinə görə üç kateqoriyaya ayrılır:

1. Nəmli – torf, gil, gilçə;
2. Zəif nəmli – gilli qumlar, löslər, mergel və s.;
3. Nəmli olmayan – qum, çaqıl, çınqıl, püsgürmə və metamorfik monolit süxurlar.

Süxurda olan suyun növündən asılı olaraq **hiqroskopik** (W_h), **maksimal molekulyar** (W_m), **kapilyar** (W_k) və **tam nəmlik tutumları** (W_t) ayrılır.

Süxurların atmosferdən udduğu hiqroskopik suların miqdarı **hiqroskopik nəmlik tutumu** (W_h) adlanır və onun miqdarı süxurun qranulometrik tərkibindən asılıdır. Süxur nümunəsinin maksimal hiqroskopikliyi təyin etmək üçün xüsusi üsulla əvvəlcədən islanmış nümunəni 105-110°C-də daimi çəki alınana qədər qızdırmaq lazımdır.

Süxur hissələrində molekulyar cazibə qüvvəsi ilə örtük kimi saxlanılan suyun miqdarına **maksimal molekulyar nəmlik tutumu** (W_m) deyilir.

Aşağıdakı cədvəldə müxtəlif süxurların maksimal molekulyar nəmlik tutumunun qiymətləri verilir (cədvəl 2.2.1).

Süxurların kapilyarlarda müəyyən miqdarda suyu saxlama qabiliyyətinə **kapilyar nəmlik** (W_k) deyilir. Süxurlarda olan məsamələrin su ilə tam doyması **tam nəmlik tutumu** (W_n) adlanır. Sulu horizontlarda doymuş zona buna misaldır. Gilli horizontlarda məsamələr əsasən kapilyarlı olduğu üçün onlarda tam nəmlik tutumu adətən kapilyarlığa yaxın olur.

Süxurlarda **kapilyar qalxma hündürlüyü** (H_k) onların qranulometrik tərkibindən asılıdır. Xırda dənəli süxurlarda kapilyar qalxma hündürlüyünün qiyməti böyük, iri dənəli süxurlarda az olur.

Suyun kapilyar qalxma qanunu D. Jüren (1718-ci il) tərəfindən müəyyən edilmişdir: kapilyar boruda mayenin qalxma hündürlüyü (H_k) kanalın diametri ilə tərs mütənəsibdir, yəni

$$H_k = \frac{2a^2}{d} \quad (2.2.1)$$

Burada a^2 – daimi kapilyarlıq;
 d – borunun diametri.

Cədvəl 2.2.1

Müxtəlif süxurların maksimal molekulyar nəmlik tutumunun qiymətləri

Sıra №-si	Süxur	Hissəciklərin diametri, mm	Maksimal molekulyar nəmlik tutumu, %
1	2	3	4
1.	İri dənəli qum	1,0-0,50	1,57
2.	Orta dənəli qum	0,5-0,25	1,60
3.	Xırda dənəli qum	0,25-0,10	2,73
4.	Toz	0,10-0,05	4,75
5.	Palçıq	0,05-0,005	10,18
6.	Gil	<0,005	44,85

Laplas düsturuna görə

$$a^2 = \frac{2\sigma}{\gamma} \quad (2.2.2)$$

Burada σ - iki faza arasında səthi gərilmə;
 γ - mayenin xüsusi çəkisi.

Daimi kapilyarlıq miqdarca radiusu 1 mm olan boruda mayenin mm ilə hündürlüyü deməkdir. O, $X_{volsona}$ görə a^2 -otaq temperaturunda 15-ə bərabərdir.

Su üçün $H_k = \frac{30}{d}$ qəbul etmək olar. Mayenin temperaturu qalxdıqca kapilyar qalxma hündürlüyü azalır:

$$H_t = H_0 (1 - 0,002 t) \quad (2.2.3)$$

H_0 - normal temperaturda kapilyar qalxım.

Süxur laylarında kapilyar qalxımın əmələ gəlməsi böyük praktiki əhəmiyyətə malikdir. Əgər bitgilərin kökü kapilyar su ilə yaxınlaşsın, onda həmin sular bitgilərin qidalanma mənbəyi ola bilər. Süxurların kapilyarlarında bu suyu saxlayan qüvvələr, nisbətən böyük deyil və ona görə də bitki kökləri vasitəsilə sərbəst sorulurlar. Quraqlıq ərazilərdə torpaqların duzlaşma prosesinin inkişafı bununla bağlıdır. Məlum olduğu kimi, kapilyar nəmlik yeraltı suların dayazda yerləşdikləri sahələrdə sabit qalxma hərəkətinə malikdir. Bu prosesdə, yer səthinə çatan nəmlik buxarlanır və nəticədə torpaq qatında duzlaşma baş verir.

Suvermə. Su ilə doymuş süxurların ağırlıq qüvvəsinin təsiri altında sərbəst su buraxma qabiliyyəti *suvermə* adlanır.

1 m³ süxurdan alınan suyun miqdarı *xüsusi suvermə* adlanır.

Süxurun verə biləcəyi suyun miqdarının süxurda olan suyun ümumi həcminə nisbəti *suvermə əmsali* (μ) adlanır.

Verilən suyun miqdarı m³, litr və % - lə ölçülür. Hidrogeoloji hesablamalar zamanı suvermənin düzgün ifadə edilməsi böyük əhəmiyyətə malikdir. O aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$\mu = W_n - W_H \quad (2.2.4)$$

Təbii nəmlik ilə tam nəmlik tutumu arasındakı fərq *nəmlik çatışmazlığı* adlanır.

Tədqiqatlardan məlum olur ki, təbii şraitdə nəmlik çatışmazlığının qiyməti göstərilən fərqlə az olur. Buna səbəb süxur məsələlərində və çatlarında sıxılmış havanın olmasıdır ki, o da layların tam su ilə dolmasına mane olur.

Təcrübədə *suvermə* və *nəmlik çatışmazlığı* bərabərdir və vaxtdan asılı olaraq sabitdir.

2.3. Süxurlarda kapilyarların yaranması

Kapilyar məsələlərdə yeraltı suların hərəkəti ağırlıq qüvvəsinin təsiri altında baş verir. Yeraltı suların bu hərəkəti, su ilə hava arasındakı məsafə, səthi gərilmə və kapilyarların təsiri nəticəsində çətinləşir.

Kapilyar sular qrunut suları üzərində yerləşir və onlarla sıx əlaqədədir. Kapilyar gərilmə ağırlıq qüvvəsini yüksəldir, buna görə də kapilyar su sərbəst (qravitasiya) su kimi yuxarı sahəyə qalxa bilir. Kapilyar sular həmişə yeraltı suların səviyyəsi ilə hidravliki əlaqədədir.

Kapilyar gərilmə ağırlıq qüvvəsindən çox olur, ona görə də kapilyar su qravitasiya suları üzərində bu və ya digər hündürlüyə qalxma imkanına malikdir. Kapilyar sular çox vaxt yeraltı sularla hidravliki əlaqədə olur. Ona görə də onların səviyyəsi yüksəkliyin dəyişməsi ilə vertikal dəyişənliyə məruz qalır.

Səthi gərilmə mayenin özünün sərbəst səthinin azalmasına nail olmağının nəticəsidir. Eyni həcmli kütlədən ən az səthi kürədə olur, ona görə də maye həmişə kürə formasını almağa çalışır. Süxurların *kapilyarlıq xüsusiyyəti* dedikdə adətən onlarda *suyun qalxma hündürlüyü* və *kapilyar qalxma sürəti* başa düşülür.

Kapilyar borucuqlarda, boru divarları və su hövzələrinin cazibəsi nəticəsində suyun səthi *menisk* formasını alır və suya doğru yönəlir. Səthi gərginlik qüvvələri b və b meneskin kürə səthinə yönəlir. Vertikal qüvvələr C və C_1 toplanaraq bir ümumi qüvvə (P) yaradır. Bu qüvvənin təsiri

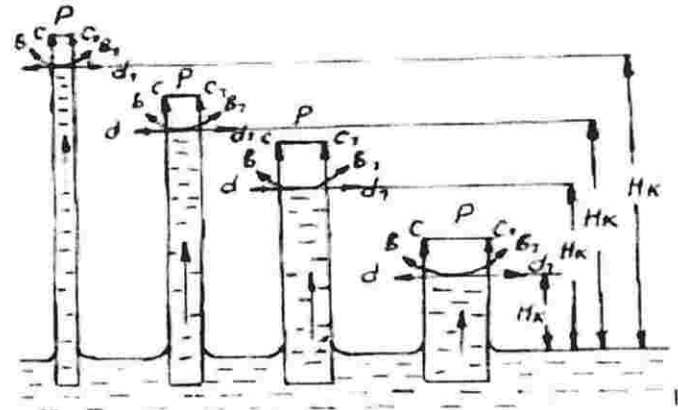
altında borucuqda su H_k hündürlüyünə qədər qalxır və bu da *kapilyar qalxma hündürlüyü* adlanır və kapilyarlıq ölçüsü kimi istifadə olunur (şəkil 2.3.1).

Kapilyar qalxma hündürlüyünü (H_k) təxmini hesablamaq üçün aşağıdakı düsturdan (Koze) istifadə etmək olar:

$$H_k = 0,446 \frac{1-n}{n} \cdot \frac{1}{d_e} \quad (2.3.1.)$$

Burada n və d_e - uyğun olaraq süxurların məsələliliyi və effektiv (fəaliyyətdə olan) diametridir, sm.

Süxurlarda kapilyar qalxmanın hündürlüyü onların qranulometrik tərkibindən asılıdır. Xırda dənəli süxurlarda kapilyar qalxmanın miqdarı çox, iri dənəli süxurlarda isə əksinə su az olur.

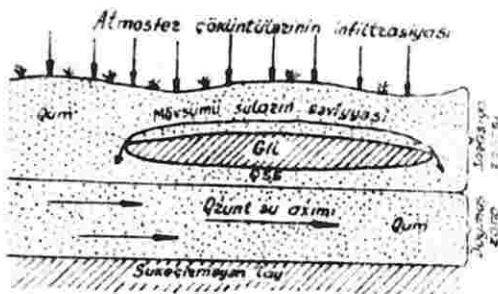


Şəkil 2.3.1. Kapilyar qalxma hündürlüyü

YERALTI HİDROSFERİN QURULUŞU

3.1. Yeraltı hidrosfer haqqında anlayış

Yeraltı hidrosferin paylanması nöqtəyi nəzərdən Yer təkinin üst hissəsi miqdarca olduqca qeyri bərabər iki zonaya ayrılır: *aerasiya zonası* və *doymuş zona* (şəkil 3.1.1).



Şəkil 3.1.1. Mövsümü sular

Aerasiya zonası atmosferlə yeraltı hidrosfer arasında bufer qatı yaradır, keçirici süxurlarda boşluqlar və məsələlər çox vaxt su ilə dolmuş olmur. Burada bitgi və üzvi maddələrlə mürəkkəb qarşılıqlı əlaqədə olan torpaqaltı sulardan aşağı atmosfer və ya səthi nəmliyin şaquli hopması nəticəsində *mövsümü sular* toplanır.

Doymuş zonada hidrostatik təzyiqlə altında olan və hərtərəfli paylanmış kontinental qalınlığı əhatə edən süxurlar (80%) su ilə doldurulmuşdur. Doymuş zonanın üst

yer təkinin termodinamik vəziyyəti ilə təyin olunur.

Qırtı sularının qidalanması və onların buxarlanmasında aerasiya zonasının əhəmiyyəti böyükdür. Aerasiya zonasında gedən proseslərin dərindən öyrənilməsi hidrogeologiyanın ən vacib məsələsidir.

3.2. Süxurlarda suların növləri

Süxurlarda müxtəlif növ sular mövcuddur. Bu sular ilk dəfə 1936-cı ildə rus alimi A.F. Lebedev tərəfindən öyrənilmiş və aşağıdakı təsnifat verilmişdir (şəkil 3.2.1):

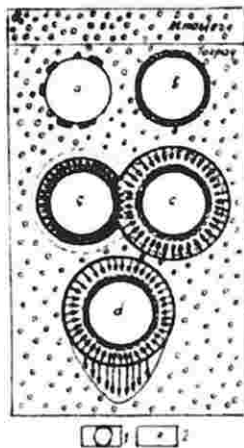
1. Buxar halında olan su;
2. Hiqroskopik su;
3. Pərdəvari su;
4. Qravitasiya (sərbəst) suları;
5. Bərk halda olan su (buz).

Buxar halında olan su süxurların bərk hissəcikləri arasındakı sərbəst boşluqları tutaraq təzyiqli hissədən kiçik təzyiqli hissəyə doğru hərəkət edir. Bu növ su süxurların tərkibində olan qazlara da aid edilə bilər.

Hiqroskopik su süxurların boşluqlarında su buxarının bərk mineral hissəciklərinin səthində kondensasiyası nəticəsində yaranır. Quru halda olan süxurun bərk mineral hissəciklərinin nəm havada öz çəkisinin maksimum hiqroskopiklik dərəcəsinə uyğun nəmlik alana qədər artırmaq qabiliyyəti vardır (maksimum hiqroskopiklik dərəcəsi qum üçün 1%, gil üçün 17%-ə çata bilər). Hiqroskopik su maye halında süxurun daxilində hərəkət edə bilməz. Bu su buxar halına keçdikdən sonra hərəkət etmə qabiliyyətinə malikdir.

Pərdəvari su süxurun bərk mineral hissəciklərinə molekulyar qüvvələrlə yapışdığı üçün ağırlıq qüvvəsinin

təsiri ilə sərbəst hərəkət edə bilmir, süxurlarda nəmlik dərəcəsi çox olan yerdən az olan yerə doğru maye halında hərəkət edir. Hidrostatik təzyiç pərdəvarı suya ötürülmədiyi üçün bu suyun hərəkət qanunauyğunluğu sərbəst suyun süzülmə qanunlarından xeyli fərqlənir. Süxurların hər bir bərk mineral hissəciyi öz ətrafında molekulyar cazibə qüvvəsi təsirindən müəyyən qalınlıqdan artıq olmayan pərdəvarı suyu saxlaya bilər (şəkil 3.2.1).



Şəkil 3.2.1. Süxurlarda suların növləri
(A.F. Lebedevə görə)

- 1 – əlaqəli sular; 2 – sərbəst sular; a – hiqroskopik sular;
b – maksimum hiqroskopiklik; ç və c – pərdəvarı sular;
d – qravitasiya sular.

Sərbəst su (qravitasiya suyu) süxurların tərkibində maye halında ağırlıq qüvvəsi ilə, təzyiqlər fərqi təsiri altında

hərəkət edir. Sərbəst su qravitasiya və kapillyar suya ayrılır. Qravitasiya suyunun ümumi məlum xüsusiyyətləri vardır və o, hidrodinamika qanunlarına uyğun süxurun bərk hissəcikləri arasındakı boşluqlarda hərəkət edir (süzülür). Sərbəst su hərəkət etdikdə onun müxtəlif nöqtələrində müxtəlif qiymətli təzyiç (atmosfer təzyiçindən çox və ya az) yarana bilər. Adətən, atmosfer təzyiçindən böyük təzyiçli sərbəst suya *qravitasiya suyu*, bu təzyiçdən kiçik təzyiçli suya isə *kapillyar su* deyilir. Kapillyar suyun əsas xüsusiyyətlərindən biri onun süxur boşluqlarındakı vəziyyəti və qəbul etdiyi təzyiçin qiymətinin səthi gərilmə qüvvəsindən asılı olmasıdır. Süxurun hissəcikləri arasındakı boşluqların bir hissəsini tutan kapillyar su ağırlıq və səthi gərilmə qüvvələrinin təsiri altında hərəkət edir.

Bərk halda olan su. Sifirdan kiçik temperaturalarda süxur boşluqlarındakı sərbəst su donur və buz halında həmin boşluqları doldurur. Buz əksər hallarda süxurların bərk mineral hissəciklərini bir-birinə daha möhkəm yapışdırır və bütöv bərk mühit təşkil edir. Belə sulara, adətən, donuşluq və daimi donuşluq ərazilərdəki süxurlarda rast gəlinir.

3.3. Yeraltı suların temperaturu

Yeraltı suların temperaturu, onların formalaşdığı ərazinin iqlim və geotermik şəraitindən asılıdır. Temperaturun dərinlikdə (metrlə) getdikcə 1°C artması *geotermik pillə* adlanır.

Temperaturun hər bir metr (bəzən 100 m qəbul olunur) dərinlikdə dərəcəsinin artması *geotermik gradient* adlanır.

Geotermik pilləni (g), ərazinin havasının orta illik temperaturunu (t_n) və daimi temperatur dərinliyini (h) bildikdə, istənilən dərinlikdə temperaturu (T_H) və ona uyğun gələn dərinliyi (H) hesablamaq olar.

$$T_H = t_h + \frac{H-h}{g} \quad (3.3.1)$$

$$H = g(T_H - t_h) + h \quad (3.3.2)$$

Məsələ: Havanın orta temperaturu $t_h = 50^\circ\text{C}$, geotermik pillə $g=33$ m və daimi temperatur olan dərinlik $h = 20$ m olarsa, $H=680$ m dərinlikdə temperaturu tapaq:

$$T_{680} = 5 + \frac{680-20}{33} = 25^\circ$$

və ya əksinə

$$H_{25^\circ} = 33(25 - 5) + 20 = 680\text{m}$$

Temperaturun illik (a_z) amplitudası (z) dərinliyində aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$a_z = a_0 e^{-z \sqrt{\frac{\pi}{kT}}} \quad (3.3.3)$$

burada a_0 – yer səthində temperaturun dəyişmə amplitudası;

k – süxurların temperatur keçiriciliyi;

T – temperaturun dəyişmə müddəti.

Müxtəlif hidrogeoloji məsələləri həll etmək üçün təbii və süni istilik sahələrindən istifadə olunur:

1. Sukeçirməyən qatın ayrılması, onların yatdıqları intervalın dərinliyini və qalınlıqlarının müəyyən edilməsi;

2. Yeraltı suların yatdığı dərinliyin temperaturaya əsasən müəyyən edilməsi;

3. Hidrogeoloji planalma işlərində sulu horizontları qidalandıran mənbələrin aşkar edilməsi;

4. Yeraltı suların müxtəlif dərinlik intervalında süzülmə sürətinin müəyyən edilməsi;

5. Yeraltı isti suların axtarışı və kəşfi;

6. Artezian hövzəsinin lokal və regional hidrogeoloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi, qida və boşalma mənbələrinin aşkar edilməsi.

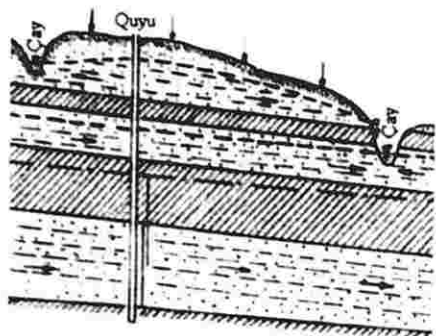
3.4. Sukeçirici və sukeçirməyən süxurlar haqqında anlayış. Hidrogeoloji stratifikasiyanın əsas elementləri

Süxurlar suvermə xüsusiyyətləri nöqteyi nəzərindən *su saxlayan* və *su keçirməyən* süxur növlərinə ayrılır.

Susaxlayan süxurlar o süxurlara deyilir ki, özündə sərbəst su saxlayır və ağırlıq qüvvəsinin təsiri nəticəsində həmin suyu özündən nisbətən asan buraxır. Belə süxurlara çəqil, çinqil, zəif sementləşmiş konqlomeratlar, qumdaşları, qumlar, alevrolit, əhəng daşları, çətli maqmatik və metomorfik süxurlar aiddir.

Sukeçirməyən süxurlar elə süxurlara deyilir ki, onlar suyu çox zəif süzülər və ya heç süzmürlər. Belə süxurlara gillər, ağır gilçələr, bərk torf, gilli şist, argillit, daş duz, gips, mergel, həmçinin bərk və çətsiz maqmatik və metomorfik süxurlar aiddir.

Sulu horizont – eyni cinsli litoloji xüsusiyyəti olan, su ilə tam doymuş çöküntülərə deyilir. Sulu horizontların yatma dərinliyindən və rejimindən asılı olaraq aşağıdakı qruplara su horizontları ayrılır (şəkil 3.4.1.).



Şəkil 3.4.1. Sulu horizontların yatma sxemi (P.P.Klimentova görə)

1 – qumlu sulu horizont (a – qrunť suları; b – layarası təzyiqsiz sular; b – təzyiqli sular); 2 – sukeçirməyən suxurlar; 3 – qrunťsuları və layarası təzyiqsiz su səviyyəsi; 4 – təzyiqli sulu horizontun pyezometrik səviyyəsi; 5 – yeraltı suların axma istiqaməti; 6 – qrunť sularının bulaqlar vasitəsilə boşalması.

Sulu horizont bir-birindən fərqlənən və ya eyni litoloji tərkibə, süzülmə xüsusiyyətinə, geoloji yaşa malik olan su ilə doymuş suxur qatlarından təşkil olunur. Sulu horizont bir qatlı, iki qatlı və ya çox qatlı ola bilər (şəkil 3.4.2.).



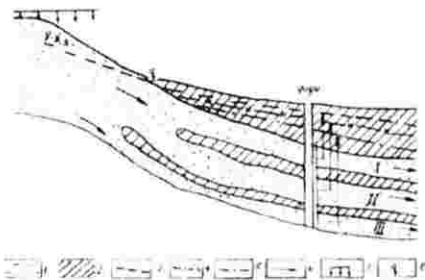
Şəkil 3.4.2. Sulu horizontların quruluş sxemi
a – bir qatlı; b – iki qatlı; c – çox qatlı; K_1, K_2, K_3, K_4 – müxtəlif qatlarda suxurların süzülmə əmsalları

Sulu horizontları ayırarkən nəzərə almaq lazımdır ki, onların qalınlığı ayrı-ayrı stratigrafik mərtəbəyə mənsub suxurların qalınlığından az olmalıdır. Hər bir sulu horizont hidrodinamik baxımdan tam vahid sabit və ya pyezometrik səviyyəyə malikdir.

Ayrı-ayrı sahələrdə sulu horizontlar arasında hidravliki əlaqə mümkündür.

Sulu kompleks zəif sukeçirici və ya nisbətən sukeçirməyən horizontlarla bölünmüş, bir-birilə hidravliki əlaqəli, yer səthinə yaxın pyezometrik səviyyəyə malik, yeraltı suların hərəkəti, resursu və keyfiyyətinin formalaşma xarakteri eyni olan sulu horizontlardan ibarətdir (şəkil 3.4.3).

Bütün horizontlarda yeraltı suların miqdarının və keyfiyyətinin formalaşma xüsusiyyətinin eyniliyi onların hidrogeoloji inkişaf tarixi ilə təyin olunur.



Şəkil 3.4.3. Sulu kompleksin quruluş sxemi (P.P.Klimentova görə)

1 – sukeçirici suxurlar; 2 – sukeçirməyən suxurlar; 3,4 və 5 – uyğun olaraq I, II və III sulu horizontların yezometrik səviyyəsi; 6 – yeraltı suların axmaistiqaməti; 7 – sulu kompleksin qidalanma sahəsi; 8 – enən bulaq

Sulu kompleksi sulu horizontlardan fərqləndirən xüsusiyyətlərdən biri sulu laylar arasında davamlı yayılmış zəif sukeçirici layın olmasıdır. Belə halda sulu laylarda hərəkət (lay boyu) horizontal, onları bir-birindən ayıran laylarda isə vertikal istiqamətdə olur.

FƏSİL 4. YERALTI SULARIN HƏRƏKƏT QANUNU

4.1. Süzülmə haqqında əsas anlayış

Bütün su ilə doymuş süxurlarda hərəkətdə iştirak etməyən sular mövcuddur. Həmin sular süxuru təşkil edən hissəciklərlə molekulyar, kapilyar və digər hərəkətə mane olan qüvvələrlə bağlıdır. Suyun süxur məsamələrində hərəkətinə mane olan bu qüvvələr süxuru təşkil edən hissəciklərin ölçüsündən asılıdır.

İridənəli hissəciklərdən təşkil edilmiş süxurlarda bu qüvvələrin təsiri az, xırda və incədənəli hissəciklərdən təşkil edilmiş süxurlarda isə çoxdur. Aydındır ki, iridənəli hissəciklərdən təşkil edilmiş süxurlarda hissəciklər arasındakı məsafə, xırda dənəliyə nisbətən daha böyük olacaq. Ona görə də iri dənəliyədə suyun hərəkəti xırda dənəliyəyə nisbətən daha az olur.

Beləliklə, deyə bilərik ki, məsaməli mühitdə yeraltı suların hərəkətinə təsir edən əsas amillərdən biri məsaməlikdir, daha doğrusu fəal (dinamiki) məsaməlikdir.

Fəal məsaməlik dedikdə, eyni bir məsaməlik nəzərdə tutulur ki, onda yeraltı sular sərbəst hərəkət edə bilsin. Məsamələrdə süzülmə sürəti aşağıdakı asılılıqla təyin edilir.

$$v = \frac{Q}{F} \quad (4.1.1)$$

burada Q – vahid zamanda en kəskin sahəsi F olan ümumi məsaməli mühitdən keçən suyun miqdarıdır.

(4.1.1) düsturundan belə çıxır ki, süzülmə sürəti məsaməli mühitin tam en kəskinindən asılıdır. Deməli (4.1.1) düsturu ilə təyin edilmiş süzülmə sürəti yalançı sürətdir. Ona görə ki, suyun hərəkəti bundan əvvəl qeyd etdiyimiz kimi, yalnız hissəciklərarası məsaməliklərdə mümkündür. Süxur

hissəciklərinin sahəsi isə suyun hərəkətinə yalnız mane ola bilər.

Əgər süzülmanın həqiqi sürətini təyin etmək tələb edilirsə, onda aşağıdakı düsturdan istifadə edilir:

$$v_h = \frac{Q}{F_1} \quad (4.1.2)$$

burada F_1 - məsaməli mühitin en kəskinində məsamələrin sahəsidir.

Fəal məsaməliyi n_ϕ ilə ifadə edək:

$$n_\phi = \frac{F_1}{F} \quad (4.1.3)$$

burada $F_1 = n_\phi \cdot F$ yazıla bilər. Əgər (4.1.2) ifadəsində F_1 -in qiymətini yerinə qoysaq

$$v_h = \frac{Q}{n_\phi F} = \frac{v}{n_\phi} \quad (4.1.4)$$

alırıq.

Bildiyimiz kimi, həmişə $F_1 < F$ olacaq. Deməli n_ϕ vahiddən kiçik ədəddir. Bu isə o deməkdir ki, həqiqi süzülmə sürəti yalançı süzülmə sürətindən həmişə böyükdür.

Əgər suyun hərəkəti su ilə tam doymuş süxurlarda baş verirsə, onda belə hərəkət *infiltrasiya* adlanır. Atmosfer çöküntülərinin aerasiya zonasından süzülməsi infiltrasiyaya misal ola bilər.

Atmosfer çöküntülərinin və ya səthi suların qayavarı süxurların çatlarından axması *inflyasiya* adlanır.

Yeraltı suların hərəkəti *laminar, turbulent, qararlaşmış və qararlaşmamış* olur və süzülmənin xətti qanununa tabedir.

Laminar və ya paralel hərəkət sürəti *pulsasiyasız* olur.

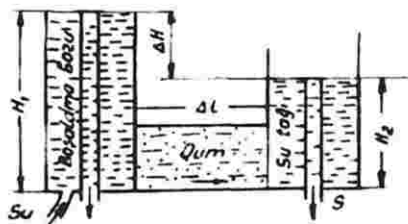
Turbulent hərəkət burulğanlı pulsasiya hərəkəti xarakterizə edir və bunun da nəticəsində axımın müxtəlif qatları qarışır. Turbulent hərəkət süzülmənin xətti qanununa tabe deyil.

Yeraltı suların *qararlaşmış* hərəkəti dedikdə, quyularda suçəkmə zamanı axım elementlərinin (qalınlıq, təzyi qradienti, süzülmə sürəti, sərf və s.) vaxtdan asılı olaraq *sabit qalması* nəzərdə tutulur. Axımın elementlərinin vaxtdan asılı olaraq dəyişməsi *qararlaşmamış* hərəkət adlanır.

4.2. Süzülmənin xətti qanunu

Yeraltı suların süxurlarda laminar hərəkəti süzülmənin xətti qanununa tabedir. Bu ilk dəyər 1856-cı ildə fransız alimi A.Darsi tərəfindən kəşf edilmişdir.

Darsi özünün apardığı külli miqdarda təcrübələrə (şəkil 4.2.1) əsaslanaraq aşağıdakı nəticəyə gəlmişdir. Vahid zamanda süzgedən keçən suyun miqdarı (Q), süzgedin en kəşik sahəsi və süzgedin girəcək və çıxacağındakı su səviyyələri fərqi (ΔH) ilə düz, süzgedin uzunluğu (ΔL) ilə tərs mütənasibdir.



Şəkil 4.2.1. Darsi təcrübəsinin sxemi.

$$Q = k \frac{H_1 - H_2}{\Delta L} F = k \frac{\Delta H}{\Delta L} F \quad (4.2.1)$$

burada Q – vahid zamanda axan suyun miqdarı;

k - süzülmə əmsalı;

F – süzgedin en kəşik sahəsi;

$\frac{\Delta H}{\Delta L}$ - süzülmə yolunda su səviyyəsinin dəyişməsini

xarakterizə edir və *təzyiq və ya hidravlik* qradient adlanır.

Hidravliki qradienti J ilə işarə etsək və 4.2.1. düsturunun hər iki tərəfini F -ə bölsək ($\frac{Q}{F} = v$ olduğundan) aşağıdakı ifadəni yaza bilərik:

$$v = \frac{k \cdot \Delta H}{\Delta L} = k \cdot J \quad (4.2.2)$$

4.2.2. ifadəsi, süzülmə sürətinin təzyi qradientindən xətti asılılığını göstərir. Ona görə də *Darsi qanununa süzülmənin xətti qanunu* deyirlər. Bu qanuna görə *süzülmə sürəti təzyi qradienti ilə düz mütənasibdir*.

4.3. Darsi qanunun tətbiq həddləri

Təbii şəraitdə yeraltı suların hərəkəti əksərən Darsinin xətti qanununa tabe olan laminar rejim olur.

Çoxlu miqdarda aparılmış təcrübələrin nəticələri göstərib ki, Darsi qanunu yalnız eynicinsli qumlu və çəqil-çınqılı süxurlar üçün deyil, hətta çətli süxurlar üçün də tətbiq edilə bilər. Deməli süzülmənin xətti qanunu, təbii yeraltı suların hərəkətinin əsas qanunudur.

Lakin hidrogeoloji tədqiqat işləri təcrübəsində nadir hallarda olsa da, yeraltı suların hərəkətində Darsi qanunun pozulması müşahidə edilir.

Darsi qanununun tətbiqinin yuxarı həddi. Darsi qanununu tətbiqinin yuxarı həddi süzülmanın *kritik sürəti* ilə əlaqədardır. N.N.Pavlovski süzülmanın kritik sürətini təyin etmək üçün hidravlikadan məlum olan Reynolds ədədindən (R_c) istifadə etməyi təklif edir:

$$R_c = \frac{V \cdot d}{\nu} \quad (4.3.1)$$

burada V - su axımının orta sürəti, sm/san; d – borunun diametri, sm; $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ - mayenin kinematik özlülük əmsal; μ - mayenin dinamik özlülük əmsalı, ρ - mayenin sıxlığıdır, q/sm³, sm²/san.

N.N.Pavlovski 4.3.1. düsturunda riyazi dəyişiklik edərək onu aşağıdakı şəkllə gətirmişdir:

$$R_c = \frac{1}{0,75 \cdot n + 0,23} \cdot \frac{V \cdot d_e}{\nu} \quad (4.3.2)$$

burada d_e – süxuru təşkil edən hissəciklərin effektiv diametri; V – süzülmə sürəti; n – süxurun % ilə ifadə edilmiş məsaməliyidir.

4.3.2. düsturu ilə aparılmış hesablamaların və eksperimental tədqiqatların nəticələrinə əsaslanaraq N.N.Pavlovski müəyyən etmişdir ki, *xətti qanunun pozulması* Reynolds ədədinin $R_c = 7,5 - 9$ qiymətlərində baş verir.

Çatlı və karstlaşmış süxurlarda turbulent rejim üçün

A.A. Krasnopolski aşağıdakı *qeyri-xətti qanunu* müəyyən etmişdir:

$$V = k\sqrt{J} \quad (4.3.3)$$

4.3.3. düsturuna əsasən

$$\frac{Q}{F} = k\sqrt{J} \quad (4.3.4)$$

$$\text{və ya} \quad Q = k\sqrt{J} \cdot F \quad (4.3.5)$$

yazmaq olar.

4.3.3. , 4.3.4. və 4.3.5 düsturlarından görüldüyü kimi, yeraltı suların *turbulent* hərəkətində süzülmə sürəti təzyiqliq qradientinin 1/2 dərəcəsi ilə mütənasibdir.

Darsi qanununun aşağı həddi. Bu qanunun tətbiqinin aşağı həddi daşıq müəyyən edilmişdir. Amerikalı hidrogeoloq, O.Meyserin apardığı tədqiqatlarda göstərilir ki, dənəli strukturalı süxurlarda təzyiqliq qradientinin 0,0003-0,0004 qiymətlərinə qədər Darsi qanunu tətbiq edilə bilər. V.N.Şelkaçev və İ.N.Fomenko eksperimental yolla sübut etmişlər ki, Darsinin xətti qanunu, keçiriciliyi 5 millidarsiyə qədər olan süxurlarda, təzyiqliq qradientinin kiçik qiymətlərində belə pozulmur.

4.4. Süzülmə sukeçiricilik və keçiricilik əmsalları haqqında anlayış

Süzülmə əmsalı (k). Bu əmsalın qiyməti süxuru təşkil edən hissəciklər arasındakı məsamələrin ölçüsündən asılıdır. Darsi qanunundan (4.2.1 və 4.2.2) görüldüyü kimi süzülmə əmsalı təzyiqliq qradienti vahidə bərabər olduqda, kəmiyyətcə süzülmə sürətinə bərabərdir. Ona görə süzülmə əmsalının da ölçü vahidi sm/san, m/san, m/saat, m/sut.-dir. 4.2.2. düsturundan görüldüyü kimi, süzülmə əmsalı təzyiqliq qradientinin vahid qiymətində vahid en kəşik sahəsindən keçən su miqdarı ilə ifadə edilə bilər.

Sukeçiricilik əmsalı (T). Bir çox hidrogeoloji məsələlərin həllində süzülmə əmsalı ilə yanaşı sukeçiricilik əmsalından da istifadə edilir. Bu əmsal süzülmə əmsalının (k) sulu horizontun qalınlığına (m) hasili ilə ifadə edilir.

$$T = k \cdot m, \quad m^2 / \text{sut.} \quad (4.4.1)$$

Sukeçiricilik əmsalı hidrogeoloji ədəbiyyatda *səviyyə keçiriciliyi* (təzyiqsiz sulu horizont üçün) və *pyezokeçiricilik* (təzyiqli sulu horizont üçün) əmsalı eyni ölçü vahidinə malikdir. Ölçü vahidi sm^2/san , m^2/san , m^2/saat və m^2/sut . Sukeçiricilik əmsalı vahid təzyiq qradientində qalınlığı m, eni vahidə bərabər olan sulu horizontun vahid zamanda su süzmə qabiliyyətidir.

Keçiricilik əmsalı (K_n). Keçiricilik dedikdə, məsələli mühitin təzyiqlər fərqi mövcud olduqda *özündən maye və qaz buraxma qabiliyyəti* başa düşülür. Keçiricilik əmsalı nəzəri olaraq maye və qazın fiziki xassələrindən deyil, yalnız həmin mühitdə *məsamə və çatların ölçü və xarakterindən* asılıdır. Bu əmsal neft hidrogeologiyasında geniş tətbiq edilir.

Keçiricilik əmsalı (K_n) ilə süzülmə əmsalı (k) arasında aşağıdakı asılılıq mövcuddur:

$$\frac{K_n}{\mu} = \frac{k}{\gamma} \quad (4.4.2)$$

$$k = K_n \cdot \frac{\gamma}{\mu} \quad \text{və ya} \quad K_n = k \cdot \frac{\mu}{\gamma} = k \cdot \frac{\nu}{g} \quad (4.4.3)$$

Burada $\gamma = \rho \cdot g$ - mayenin həcm çəkisi, q/sm^3 ; μ - mayenin dinamik özlülük əmsalı, $q/\text{sm} \cdot \text{san}$; ρ - mayenin

sıxlığı, q/sm^3 , sm^2/san ; ν - mayenin kinematik özlülük asılılıq vasitəsilə əmsalıdır. K_n kəmiyyətinin ölçü vahidi aşağıdakı

4.4.4. ifadəsi ilə müəyyən edilə bilər:

$$V = \frac{Q}{F} = k \cdot \frac{\Delta H}{\Delta L} \quad (4.4.4)$$

Burada $\Delta H = \frac{\Delta P}{\gamma}$ olduğundan

$$V = \frac{k}{\gamma} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta L} \quad (4.4.5)$$

yazmaq olar.

k - nın 4.4.3. ifadəsindəki qiymətini 4.4.5. ifadəsində yerinə qoysaq

$$V = \frac{K_n}{\mu} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta L} \quad \text{və ya} \quad K_n = \frac{Q \cdot \mu \cdot \Delta L}{F \cdot \Delta P} \quad (4.4.6)$$

alırıq.

CGS ölçü sistemində 4.4.6. ifadəsindəki kəmiyyətlərin ölçü vahidləri aşağıdakı kimidir:

Q - sm^3/san ; μ - $\text{dina} \cdot \text{san}/\text{sm}^2$; ΔL - sm ; F - sm^2 ; ΔP -

Buradan

$$K_n = \frac{\text{sm}^3 \cdot \text{dina} \cdot \text{san} \cdot \text{sm}}{\text{sm}^2 \cdot \frac{\text{dina}}{\text{sm}^2}} = \text{sm}^2 \quad (4.4.7)$$

alınır.

4.4.7. ifadəsindən görüldüyü kimi keçiricilik əmsalının vahidi *sahə* ölçüsüdür.

4.5. Yeraltı suların axım istiqamətinin və hərəkət sürətinin müəyyən edilməsi

Yeraltı suların hərəkət sürəti hətta eynicinsli süxurlarda da müxtəlifdir. Ona görə də həmişə yeraltı suların orta sürətindən istifadə edilir. Onun qiymətinin təyinində geofiziki üsullardan, indikatorlardan, izotoplardan istifadə olunur. Yeraltı suların hərəkət sürəti bir neçə millimetrdən bir neçə om metrlərə qədər dəyişir.

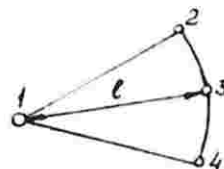
İndikatorlar metodu. Təcrübə quyusuna suyun kimyəvi tərkibinin (rənginin) dəyişməsinə təsir edən maddə əlavə edilir. Sonra rəngli suyu aşkar etmək üçün yeraltı suların hərəkət istiqamətində aşağıda yerləşən quyularda müşahidə aparılır. Süxurların xarakterindən asılı olaraq təcrübə quyusu ilə müşahidə quyuları arasındakı məsafə iri dənəli qumlar üçün 2-5 m, xırda dənəli qumlar üçün 1-2 m, qumca, gilcə və digər zəif sukeçirən süxurlar üçün isə 0,5-1,5 m olmalıdır (şəkil. 4.5.1).

Axımın həqiqi sürəti (U) aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$U = \frac{l}{t_2 - t_1} \quad (4.5.1)$$

Burada l - təcrübə quyusu ilə müşahidə quyusu arasında məsafə, m;

t_2 - müşahidə quyusunda indikatorun aşkar olduğu vaxt; t_1 - təcrübə quyusuna indikatorun töküldüyü vaxt.



Şəkil 4.5.1. İndikatorlar üsulu ilə yeraltı suların həqiqi sürətini təyin etmək üçün quyuların yerləşdirmə sxemi

İndikatorlar metodu *kimyəvi, kalorimetrik və elektrolitik* kimi növlərə ayrılır.

Kimyəvi üsul. Quyuya indikator kimi xörək duzu halında xlor ionu, xlorlu litiya və ya xlorlu ammoniyadan istifadə edilir. Əvvəlgə Cl ionunun miqdarı suda təyin edilir. Müşahidə quyusunda indikatorun yaranması ilə nümunə götürülür, titrləmə üsulu ilə onun tərkibi təyin edilir. İndikatorun müşahidə quyusunda yaranma müddəti (t_r) qeydə alınır.

Kalorimetrik üsul. Indikator kimi süxurlar tərəfindən udulmayan boyalar seçilir. Ən geniş istifadə olunan flyüoresendir ki, suda onun ən az miqdarı ($1/4000000$) yaşıl rəng yaradır.

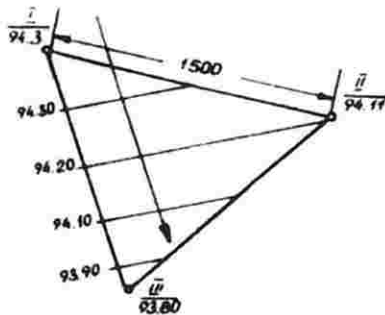
Elektrolitik üsul. Kimyəvi metodla analogidir. Yalnız fərq ondadır ki, suya elektrolit tökdükdə suyun müqaviməti azalır. Elektrolit kimi NH_4Cl , daş duz və s. istifadə edilir.

Geofiziki metod. Yeraltı suların mineralaşma dərəcəsi az olduqda istifadə olunur. Bu üsulda suyun quyuda rezistometr vasitəsilə xüsusi elektrik müqaviməti ölçülür. Təcrübədən qabaq təbii suyun xüsusi elektrik müqaviməti təyin edilir. Quyuya elektrolit töküldükdən sonra ölçmələr vaxtaşırı yenidən təkrar edilir. Axımın sürəti aşağıdakı düsturla tapılır:

$$V_r = \frac{1,81 \cdot r}{t_2 - t_1} \cdot \lg \frac{C_1 - C_0}{C_2 - C_1} \quad (4.5.2)$$

Burada r - quyunun radiusu, sm ; C_0 - duzun suda iəbii konsentrasiyası, q/l ; C_1 və $C_2 - t_2$ və t_1 anlarında duzun suda miqdarı (elektrolit verdikdən sonra).

Duzun konsentrasiyası məhlulun xüsusi elektrik müqaviməti arasında əks asılılıq var. Yeraltı suların istiqamətini və hərəkət sürətini təyin etmək üçün bəzi izotop və radioaktiv elementlərdən (Cl , Y , S , K və s.) istifadə edilir. Şüalanma mənbəsinə təcrübə quyusunda, sayğacı isə müşahidə quyusunda yerləşdirirlər. Əgər axtarış aparılan rayonda əvvəlcədən hər hansı bir məqsəd üçün quyu qazılmışdırsa və bu quyunun verdiyi məlumatlara əsasən qrunt suyunun istiqamətini müəyyən etmək mümkündürsə, xüsusi quyu qazmağa ehtiyac qalmır. Əgər axım istiqaməti əvvəlcədən məlum deyilsə, onda aşağıdakı kimi tədbirlər görülür: axımın həqiqi sürətini və istiqamətini təyin etmək üçün seçilmiş sahədə bərabərtərəfli üçbucaqın hər bucaqında bir müşahidə quyusu yerləşdirilir (şəkil 4.5.2).



Şəkil 4.5.2. Qrunt sularının hərəkət istiqamətini təyin etmək üçün quyuların yerləşmə sxemi

Quyular arasındakı məsafə 50-200 m olur. Qrunt su aynasının meyilliyi nə qədər az olarsa quyular arasındakı məsafə o qədər böyük olur və ya əksinə.

Quyuların dərinliyi təcrübə müddətində sulu horizontların hidravliki əlaqəsi yaranana qədər qazılır və bu 2-3m dərinlikdə olur. Sonra nivelirləmə ilə quyuda suyun səviyyəsi təyin olunur. Bunun üçün hər bir quyunun yanında yer səthinə qədər paya vurulur. Payanın səviyyəsi nivelirlə dəqiq təyin olunur və suyun səviyyəsi bu payadan təyin olunur. Quyuların səviyyəsini dəqiq ölçmək üçün 2-3 gün müddətində bu üsul təkrar olaraq aparılır. Müşahidə quyusunda yeraltı suların səviyyəsi eyni olan ərazilər qeydə alınır, sonradan hidroizohiplər qurulur. Hidroizohiplərin intervalları qrunt su aynasının meyilliyində seçilir. Böyük qiymətli hidroizohiplərdən kiçik qiymətli hidroizohiplərə çəkilən perpendikulyar xətt qrunt su axımının istiqamətini göstərir. Qrunt su axımının istiqaməti təyin edildikdən sonra suyun həqiqi sürəti təyin edilir. Topoqrafik xəritədə olduğu kimi hidroizohipləri qurduqda interpolyasiya üsulundan istifadə edilir. Hidroizohiplərin bölünmə intervalları həm də xəritənin miqyasından və müşahidə aparılan quyuların miqdarından asılıdır.

Hidroizohiplərə əsasən qrunt sular haqqında aşağıdakı məlumatları əldə etmək olar:

1. Qrunt su axımının istiqaməti və meyilliliyi;
2. Ərazidə qrunt sularının yatma dərinliyi;
3. Sulu layın qalınlığı;
4. Qrunt sularının yatma şəraiti və yerüstü sularla əlaqəsi.

Qrunt su axımının meyilliliyini müəyyən etmək üçün həmin ərazidə bir-birinə müəyyən məsafədə yerləşmiş iki

hidroizohips götürülür. Meyillilik aşağıdakı düstur ilə tapılır:

$$I = \frac{H_1 - H_2}{L} \quad 4.5.3)$$

Burada H_1 və H_2 - aralarındakı məsafə L olan H_1 (böyük qiymətli) və H_2 (kiçik qiymətli) hidroizohipsləridir.

FƏSİL 5 YERALTI SULARIN FİZİKİ XASSƏLƏRİ VƏ KİMYƏVİ TƏRKİBİ

Ümumiyyətlə, suyun kimyəvi tərkibi, quruluşu və fiziki xassələrini öyrənmək müasir hidrogeologiyanın başlıca məsələlərindən biridir. Bu məsələni həll etmədən, yer qatında baş verən prosesləri və təbii sulardan rəşional istifadə mükün deyil.

Suların keyfiyyəti onun *fiziki, kimyəvi və bakteriooloji* xassələri ilə xarakterizə olunur.

5.1. Yeraltı suların fiziki xassələri

Hidrogeoloji tədqiqatlar nəticəsində təbii yeraltı suların əsas *fiziki xassələrinə temperatura, bulanıqlıq (şəffaflıq), rəng, dad, iy, sıxlıq, özlülük, elektrik keçiriciliyi, radioaktivlik, bərklik və s. aiddir* (DUİST -18963-73).

Suyun bu göstəricilərdən bəzisi (temperatur, dad, rəng, şəffaflıq) *orqanoleptik* xüsusiyyətlərə malikdir və insan orqanizmi tərəfindən hiss olunur.

Temperatur. Yerüstü suların temperaturu ilin fəsillərindən, mənbəyindən və digər amillərdən, yeraltı suların isə - sulu horizontun yatma dərinliyindən, coğrafi en dairəsindən, vulkan ocaqlarının ərazidə varlığından asılıdır.

Yeraltı suların temperaturu böyük intervalda dəyişir və fiziki-coğrafi xüsusiyyətlərdən, strukturun geoloji-inkışaf tarixindən və onların qidalanma rejimindən asılıdır.

Çox dərinde yatmayan yeraltı suların temperaturu yerli iqlim və hidrogeoloji şəraitdən asılı olaraq 5-15°C arasında dəyişir. Cavan və müasir vulkanik əyalətlərdə və habelə yer səthinin dərinliklərindən üzə çıxan və temperaturu 100°C-dən yüksək olan yeraltı sular (Kamçatka, İslandiya,da,

Yaponiyada, Amerikada və digər ərazilərdə olan qeyzərlər) mövcuddur.

İçməli suyun temperaturu 7-11°C olduqda yaxşı dada və sərinləşdirmə qabiliyyətinə malik olur. Müalicə üçün istifadə olunan suyun temperaturu 35-37°C olduqda (insan orqanizminin temperaturasına yaxın) ən faydalı sayılır. Yeraltı suların temperaturu onların kimyəvi tərkibi və yer səthində baş verən fiziki-kimyəvi hadisələrə böyük təsir göstərir. Temperaturun yüksəlməsi nəticəsində diffuziyanın sürəti, eləcə də duzun həllolma dərəcəsi artır. Temperaturun 1°C artması nəticəsində kimyəvi reaksiyaların sürətinin 10-20 % dəyişməsinə səbəb olur. Bir qayda olaraq temperaturun qalxması ilə natrium (Na) və kalium (K) duzlarının həllolma qabiliyyəti artır, kalsium (Ca) və sulfat (SO_4) duzları isə azalır. Buna görə də soyuq sular əksər hallarda kalsiumlu, ilıq və isti sular natriumlu olur.

Hidrogeoloji tədqiqatlarda bulaqların temperaturu onların bilavasitə yer səthinə çıxdığı nöqtəyə yaxın yerlərdə ölçülür. Suçəkmə zamanı suyun temperaturu quyu ağzında ölçülür. Əl quyularında isə suyun temperaturu onun dibində ölçülür.

Bir qayda olaraq, temperaturun qalxması ilə natrium (Na) və kaliumun (K) duzlarının həll olma qabiliyyəti artır, kalsium sulfat ($CaSO_4$) isə azalır. Hidrogeoloji tədqiqatlar zamanı bulaqların temperaturu onların bilavasitə yer səthinə çıxdığı nöqtəyə yaxın yerləşdiyi sahələrdə ölçülür. Quyudan nasoslar vasitəsilə su çıxarıldıqda həmin suyun temperaturu quyu ağzında ölçülür. Əl quyularında isə suyun temperaturu onun dibində ölçülməlidir.

Şəffaflıq suların tərkibində olan asılı hissəciklərin miqdarı ilə xarakterizə olunur. Ölçü vahidi mq/l-dir.

Suyun şəffaflıq dərəcəsini çöl şəraitində təyin etmək üçün onu rəngsiz şüşədən hazırlanmış (hünd 30-40 sm və dibi hamar olan silindr) qaba tökülür və yuxarıdan baxmaqla

şəffaflıq dərəcəsini təyin edirlər. Tədqiq olunan suyun şəffaflığı onun silindrə tökülmüş distillə olunmuş su ilə müqayisəsi əsasında müəyyən edilir.

Laboratoriya şəraitində suyun şəffaflığını aşağıdakı kimi təyin edirlər: sınaq aparılan suyu əvvəlcə çalxalayırırlar və silindrə tökürlər. Bundan sonra silindrdəki suyun şəffaflıq dərəcəsini təyin etmək üçün dibindən 4 sm aralıda şriftin üzərinə qoyulur. Silindrdən suyu axıdılmaq və ya ələvə etməklə su sutununun hündürlüyünü şriftin oxunmasının mümkünlüyünə qədər dəyişdirirlər. Bu halda şəffaflıq su sutunun santimetrlə hündürlüyü ilə ifadə olunur (0,5 sm dəqiqliklə).

Rəng. Suyun rəngi onun tərkibində olan üzvü və mexaniki qarışıqların miqdarı ilə xarakterizə olunur. Ölçü vahidi *platin-kobalt şkalası üzrə rəng dərəcəsidir*.

Platin-kobalt şkalası üzrə 1 rəng dərəcəsi 1 mq platin tozunun 11 suya verdiyi rəngə bərabər qəbul edilir.

Suda hər hansı bir rəngm müşahidə olunması onun *şübhəli keyfiyyətə* malik olmasının göstəricisidir.

Yeraltı sular çox hallarda rəngsizdir. Cədluluq suya göy, dəmir və sulfat turşusunun duzları yaşıl-göy, üzvü-hümid birləşmələr sarı, asılı mineral hissəciklər bozumtul rəng verir.

Suyun rəngini təyin etmək üçün standart məhlullardan istifadə olunur. Suyun yan tərəflərinin işıqdan qorunması üçün onu metallik silindrə tökürlər. Sonra onun rəngini silindrə tökülmüş destillə olunmuş suyun rəngi ilə müqayisə edirlər. Hər iki qab ağ fonda yerləşdirilir.

Dad və iy. Yeraltı sularda dadı onlarda həll olunmuş mineral birləşmələr, qaz və digər qarışıqlar yaradır. Ölçü vahidi 5 ballı sistemdə *baldir*. *Məsələn:* natrium xlor suda duzlu, maqnezium-sulfat - acı, dəmir birləşmələri isə pəslı dad yaradır. Orqanik maddələrlə zənginləşmiş sular şirin dada, sərbəst karbon qazlı sular xoşa gələn sərinləşdirici

dada malik olur. DUIS 2874-82-yə görə suyun temperaturu 20°C-dən onun tami 2 ball olur. 20-30°C-ə qədər qızdırıldıqdan sonra onun dadı təyin olunur.

Adətən yeraltı suların iyi olmur, amma bəzən hiss olunur. Məsələn, kükürlü su çürümüş yumurta iyi verir; divarları və dibi ağacla bərkidilmiş əl quyularında qalığ sulət bəzən çürük iyi verir; dayazda yerləşən yeraltı sular bataqlıq suları ilə bağlı olduqda «bataqlıq» iyi verir. Müəyyən olunub ki, suyun iyi çox hallarda bakteriyalarla, orqanik maddələrin çürüməsi ilə bağlıdır.

İçməli su iysiz olmalıdır. Suyun bu xüsusiyyətlərini təyin etmək məqsədilə onun 40-50°C qızdırmaq lazımdır. Qızmış suyu butulkanın yarısına kimi doldurmaq, ağzını bərkitmək və 3-5 dəfə bərk çalxalayaraq, tez təyinat aparmaq lazımdır.

DUIS 2874-82 «İçməli su» standartına uyğun olaraq tədqiq olunan suyun iyi 20 - 60°C temperaturda 2 baldan çox olmamalıdır.

Sıxlıq. Suyun sıxlığı, onun temperaturundan, duz və qaz qarışıqlarının miqdarından asılıdır. Yeraltı suların sıxlığı 1-1,4 q/sm³ arasında dəyişir. Adətən suyun sıxlığı aerometr və ya piknometr vasitəsilə ölçülür.

Sıxılma qabiliyyəti – suyun həcmnin təzyiğin təsiri altında dəyişməsinə göstərir. Sıxılma dərəcəsi onda həll olan qazların miqdarından, temperaturdan və kimyəvi tərkibindən asılıdır. Təzyiqi 10⁵ Pa artırıdığa suyun ilkin həcmnin azalmasını göstərən paramet *sıxılma əmsali* və ya *həcm elastikliyi əmsali* (β) adlanır və aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$\beta = \frac{\Delta V}{v \cdot \Delta p} \quad (5.1.1)$$

Burada $\Delta V - \Delta p$ təzyiqi altında həcmnin dəyişməsi; v - süzülmə əmsali.

Yeraltı sular üçün sıxılma əmsalinin qiyməti $\beta = (2,7 - 5) \cdot 10^{-5}$ Pa arasında dəyişir (V.N.Şelkaçov). Yeraltı lay məhlulları üçün həcmnin elastiklik əmsali təsadüf hallarda $1,2 \cdot 10^{-5}$ Pa - dan çox olur.

Elektrik keçiricilik qabiliyyəti. Yeraltı sular elektrolit məhlullarıdır.

Bu qabiliyyət yeraltı sularda həll olan duzun miqdarından asılıdır. Destillə edilmiş su elektrik cərəyanı keçirmir.

Suyun elektrik keçirmə qabiliyyətinin miqdarı xüsusi elektrik müqavimətinə əsasən təyin edilir. *Xüsusi elektrik müqaviməti* dedikdə en kəsik sahəsi 1 m², uzunluğu 1 m olan elektrik keçirici naqilin müqaviməti nəzərdə tutulur. Xüsusi müqavimət *Om·m* ilə ölçülür. Yeraltı suların xüsusi müqaviməti 0,02 – 1,00 om·m intervalında dəyişir.

Yeraltı suların **radioaktivliyi** tərkibində *uran, radium və radon* elementlərinin iştirakı ilə xarakterizə olunur. Bütün yeraltı sular az miqdarda da olsa radioaktivdirlər. Radonun əsas ölçü vahidi *Küri* qəbul olunur. Küri ölçü vahidi kimi çox böyük olduğuna görə *millikyüri* ($1 \cdot 10^{-3}$ kyüri), *mikrokyüri* ($1 \cdot 10^{-6}$ kyüri) və ya *maxe* ($3,64 \cdot 10^{-10}$ kyüri 1 litrdə) istifadə olunur.

Suyun **bərkliyi** miqdarca onun kütləsinin müəyyən temperaturda həcminə olan nisbətə təyin olunur. *Suyun vahid bərkliyi kimi 4°C temperaturda distillə olunmuş suyun bərkliyi qəbul olunur.* Suyun bərkliyi onun temperaturundan, həll olunmuş duzların, qazların və asılı hissəciklərin miqdarından asılıdır. Yeraltı suların bərkliyi 1,0 - 1,4 q/sm³ arasında dəyişir.

Adətən suyun bərkliyi *areometr* və ya *piknometr* cihazlarının köməyi ilə ölçülür.

Su nədir? Biz çox vaxt düşünürük ki, su nədir? Bizim üçün adətən su yağan yağış, düşən qar, axan çay, göl, su ambarları, dənizlər, okeanlardır. Əlbəttəki açıq dənizlər və ucu bucağı görünməyən okeanlar, nəhəng buzlaqları, Qafqaz və ya Pamirin hündürlüyündən aşağı enərək Kamçatkada və ya İslandiya yerin altından çıxan qeyzərlər bunların hamısı heyranedicə təsir bağışlayır və gözəlliyin nümunələridir.

Çox az hallarda insanlar müxtəlif keyfiyyətə malik suyun həyatda nə kimi rolu olduğunu düşünür. Bu rəngsiz və dadsız maye olduqca unikal qeyri adi möhkəmliyi olan səth örtüyü yaratma qabiliyyətinə malikdir. Onun üzərində polad iynəni ehtiyatla qoysaq iynə səthdə qala bilər. Bundan əlavə su nə qədər təmiz olarsa onun səthi gərilməsi daha da güclü olur və alimlərin fikrincə əgər nə vaxtsa insanlar içində heç bir qarışığı olmayan təmiz su alsalar onda həmin suyun üstündə gəzməklə yanaşı, xizəklə də sürüşməklə olar.

İlk dəfə 1783-cü ildə ingilis fiziki Q.Kavendus elektrik qıvcımlarının yaranması nəticəsində hidrogen ilə oksigenin birləşməsindən suyun əmələ gəldiyini qeydə almışdır. Həmin bu təcrübə Parijdə tanınmış fransız alimi V.Lavuazye tərəfindən təkrarən aparılması nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, su hidrogen və oksigenin yaranmasından alınan məhsuldur. 1785-ci ildə fransız alimləri A.Lavuazye və İ. Menye suyun miqdarca kimyəvi tərkibini təyin etmişlər və aydınlaşdırmışlar ki, suyun əmələ gəlməsi üçün 2 q hidrogen 16 q oksigen tələb olunur. 1805-ci ildə alman tədqiqatçısı Aleksandr Qumbolde və fransız tədqiqatçısı Gey Lyessak göstərdilər ki, su iki hidrogen həcmindən və bir oksigen həcmindən ibarətdir. Beləliklə, suyun klassik formulu H_2O alınır və onun molekullar çəkisi isə 18-ə bərabərdir.

Yüz il ərzində elə hesab edilirdi ki, su tam öyrənilib. Ancaq 1931-ci ildə R.Beril və D.Mensal hidrogenin

izotoplarını müəyyən edirlər. Məlum oldu ki, atom çəkisi 1 olan hidrogendən başqa, atom çəkisi 2 olan hidrogen də vardır ki, onu da «deyterium» adlandırmışlar.

Bu o deməkdir ki, izotopların oksigenlə birləşməsindən suyun müxtəlif quruluşu ola bilər. Rus alimi İ.V.Petryanovun fikrincə 42 növ su əmələ gələ bilər, onlardan yalnız 10 növü dəyənətli ola bilər.

Təbii sulara ağır izotopların miqdarı çox azdır:
 $O^{16} : O^{18} : O^{17} = 3150 : 5 : 1$; $H^1 : H^2 = 5000 : 1$

Deyterium iki atom və oksigen bir atom birləşməsindən əmələ gələn su «ağır su» adlanır (D_2O). Tritium iki atomundan və oksigenin bir atomunun birləşməsindən əmələ gələn su «daha ağır su» adlanır (T_2O). Təbii şəraitdə suyun 99,73% - i H_2O^{16} ; 0,04% - i H_2O^{17} ağır sudan və 0,02% - i H_2O^{18} daha ağır sudan təşkil olunub.

Ağır su həm də «ölü su» adlanır. Çünki canlı orqanizmlər və bitkilər üçün həmin su zərərli. Ağır su fizioloji inertdir. Bütün orqanizmlər həmin suda məhv olur. İndi müxtəlif texniki məqsədlər üçün sənaye miqyasında «ağır su» alma metodları işlənib hazırlanır.

5.2. Suyun quruluşu

Su çəkisinə görə 11,1% hidrogendən və 88,89% oksigendən təşkil olunub. Baxmayaraq ki, su iki hidrogen atomundan, bir oksigen atomundan yaranan ən sadə kimyəvi birləşmədir ($H_2^{16}O$), adətən H_2O düsturuna əsasən onun bütün molekulları eyni olduğu üçün daha kafi sayıla bilər. Bu düstur ancaq su buxarının molekulyar çəkisinə uyğundur. Su maye halında sadə molekullarla daha mürəkkəb birləşmələrə və $[H_2O]_n$ düsturuna uyğundur.

Su bir neçə maraqlı xüsusiyyətlərə malikdir. Soyuduqda bərkliyi artan digər mayelərdən fərqli olaraq su $+40^{\circ}C$ -də ən çox sıxlığa ($\delta=1$) malikdir. Su $0^{\circ}C$ -də (H_2O)₃

ən çox sıxlığa ($\delta = 1$) malikdir. Su 0°C -də (H_2O), molekulundan ibarət olur, lakin $+4^{\circ}\text{C}$ -ə molekulalar (H_2O)₂-yə keçir ki, bu da vahid çəkinin aıtmasına səbəb olur. Su donduqda həcmi 10% genişlənir. Təzyiqin hər 130 atm. yüksəlməsi ilə suyun donma temperaturu 1°C -ə yaxın azalır.

Hazırda hidrogenin üç izotopu (H^1 - protium, H^2 -deyterium və H^3 -tritium) məlumdur. Hilrogenin H^3 (tritium) izotopu radioaktivdir. Oksigenin O^{16} , O^{15} və O^{18} izotopları qısa ömürlüdür. Oksigenin və hidrogenin izotoplarını (O^{16} , O^{17} , O^{18} , H^1 , H^2 , H^3) öyrənərkən aydın olub ki, onların birləşmə kombinasiyasından asılı olaraq suyun 18 müxtəlif tipi ola bilər. Əsas diqqəti cəlb edən ağır sudur H_2^{18}O ($\text{H}^2 \text{H}^2 \text{O}$) və ya adi sudan xüsusi bioloji xüsusiyyətlərinə görə fərqlənən D_2O (ağır su) dur. Məsələn, bu suda toxum inkiaf etmir, suda yaşayan orqanizmlər məhv olur, amma onun cüzi miqdarının adi suda iştirakı zərərli təsir göstərmir.

Ağır suyun sıxlığı 1,106, maksimal sıxlıq $+11,6^{\circ}\text{C}$ -də müşahidə olunur, onun molekulyar kütləsi 20-yə bərabərdir, qaynama temperaturu $3,82^{\circ}\text{C}$ -ə bərabərdir. Özlülüyə, səthi gərilməyə və digər göstəricilərə görə ağır su sadə (adi) sudan kəskin fərqlənir.

Təbii sularda ağır suyun bir hissəsi adi suyun 5 min hissəsinə təvavüt edir. Suyun strukturu və su məhlullarının tədqiqi sahəsində alınan nailiyyətin müxtəlif geoloji problemləri və xüsusən suyun yer təkində və hidrokimyəvi proseslərdə rolunu öyrənməyə imkan yaradır.

Suyun izatop tərkibi termini altında su molekullarının tərkibinə daxil olmuş hidrogen və oksigen ionlarının izatop tərkibi başa düşülür.

Suyun izatop tərkibi təbiətdə müxtəlif yayılma intensivliyinə malik hidrogen (protium – H^1 və deyterium – H^2) və oksigenin sabit (stabil) izatoplarına (O^{16} , O^{17} , O^{18}) əsasən qiymətləndirilir.

5.3. Yeraltı suların kimyəvi və bakterioloji xassələri

Suların *kimyəvi xassələrinə* onun ümumi minerallaşma dərəcəsi, aktiv reaksiyası (pH), codluğu və aqressivliyi aid edilir.

Suların minerallaşma dərəcəsi. Suların minerallaşma dərəcəsi dedikdə, onların tərkibində həll olmuş şəkildə olan bütün mineral və üzvü maddələrin miqdarları cəmi başa düşülür. Ölçü vahidi - mq / l, q / l və s.i.

Minerallaşma dərəcəsi quru qalıqla xarakterizə olunur. Quru qalıq dedikdə, süzülmiş suyu $100-105^{\circ}\text{C}$ temperaturda tamamilə buxarlandırdıqdan sonra qalan quru cöküntü başa düşülür.

Təbii suların *minerallaşma dərəcələrinə* görə vahid bir təsnifatı yoxdur. Nisbətən geniş yayılmış təsnifatlara A.M. Ovcinnikov, V.A. Prikloński, F.F. Laptev, N.I. Tolstixin, V.I. Vernadski təsnifatlarını göstərmək olar. Yeraltı sulardan istifadə tələbatlarına daha dolğun cavab verən V.I. Vernadski,

N.I. Tolstixin və A.M. Ovcinnikov təsnifatları aşağıda göstərilmişdir:

V.I. Vernadski təsnifatı

Şirin sular - minerallaşma dərəcəsi	≤ 1 q / l;
Zəif duzlu sular- minerallaşma dərəcəsi	1-3 q / l;
Güclü duzlu sular- minerallaşma dərəcəsi	3- 10 q / l;
Şor sular- minerallaşma dərəcəsi	10-50 q/l;
Zəif şoraba sular- minerallaşma dərəcəsi	50 -100 q / l;
Güclü şoraba sular- minerallaşma dərəcəsi	>100 q / l.

A.M. Ovçinnikov təsnifatı

- Ultraşirin sular- minerallaşma dərəcəsi $\leq 0,2$ q/l;
 Şirin sular- minerallaşma dərəcəsi 0,2 - 0,5 q/l;
 Zəif minerallaşmış sular- minerallaşma dərəcəsi 0,5-1,0 q/l;
 Az duzlu sular- minerallaşma dərəcəsi 1,0 - 3,0 q/l;
 Duzlu sular- minerallaşma dərəcəsi 3,0 - 10,0 q/l;
 Çox duzlu sular- minerallaşma dərəcəsi 10,0 - 35,0 q/l;
 Zəif şoraba sular- minerallaşma dərəcəsi 35,0- 50,0 q/l;
 Şoraba sular- minerallaşma dərəcəsi 50,0 - 400,0 q/l;

İndi isə cədvəl 5.3.1- də verilmiş su analizi əsasında onun minerallaşma dərəcəsinə (ionların cəminə görə) hesablayaq:

$$M = 240 + 6 + 77 + 34 + 265 + 218 + 286 = 1126 \text{ mq/l} \quad (1,13 \text{ q/l})$$

Nəticədə, V.I.Vernadski, A.M. Ovçinnikov və N.I. Tolstixin təsnifatı əsasında tədqiq olunan suyun zəif və ya az duzlu sular qrupuna ($M=1-3$ q/l) aid olduğunu qeyd edə bilərik.

Aparığımız çoxillik elmi-tədqiqat işləri əsasında, V.I. Vernadski, A.M. Ovçinnikov və N.I. Tolstixin təsnifatlarını nəzərə almaqla Kür-Araz Ovalığının yeraltı sularının 1:200 000 miqyasında ümumi minerallaşma dərəcəsi və kimyəvi tərkib xəritələri tərtib edilmiş və hidrogeoloji-meliorativ şəraitin formalaşması qanunauyğunluqları aşkara çıxarılmışdır, onların elmi əsasları işlənib hazırlanmışdır (A.V. Səfərov).

Su analizlərinin nəticələrinin müxtəlif formalarda ifadəsinin nümunəsi aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir (cədvəl 5.3.1).

Cədvəl 5.3.1.

Su analizlərinin nəticələrinin müxtəlif formalarda ifadəsinin nümunəsi

İonlar	Müxtəlif ölçü vahidlərində		
	mq/l	mq-ekv/l	%- ekv
Kationlar: Na⁺			
	240	10,4	61
K ⁺	6	0,15	1
Ca ²⁺	77	3,8	22
Mg ²⁺	34	2,8	16
Cəmi	357	17,15	100
Anionlar:			
Cl ⁻	265	7,5	45
SO ₄ ²⁻	218	4,5	27
HCO ₃ ⁻	286	4,7	28
Cəmi	769	16,7	100

Suların aktiv reaksiyası (pH). Hidrogen ionları (H^+) dünyada ən çox yayılmış kimyəvi element olmasına baxmayaraq, onun təbii sularla miqdarı çox azdır. Yalnız güclü turş sularda H^+ ionlarının konsentrasiyası maksimum həddə çata bilər. H^+ ionları hidrogeokimyəvi proseslərdə çox vacib rol oynayır.

H^+ ionlarının konsentrasiyasını əks işarə ilə götürülmüş loqarifma- lar şəklində ifadə edərək pH-la işarə edirlər.

$$pH = -\lg(H^+)$$

pH -a görə təbii sular *çox turş* ($pH < 5$), *turş* ($pH = 5-7$), *neytral* ($pH = 7$), *qələvi* ($pH = 7-9$) və *çox qələvi* ($pH > 9$) olmaqla 5 yerə bölünürlər.

H^+ ionları hidrogenokimyavi proseslərdə yüksək aktivliyə malikdirlər. Beləki, bu ionlar digər kationları sıxışdırmaqla mineralların kristallik şəbəkəsinə nüfuz etmə qabiliyyətinə malikdirlər.

Karbon turşusu (H_2CO_3) suda dissosiasiya edərək H^+ ionlarını əmələ gətirir:



Suların codluğunun hesablanması. Codluq dedikdə, suların tərkibində kalsium və maqnezium duzlarının iştirakı başa düşülür. Ölçü vahidi *mq-ekv/l*-dir.

$1 \text{ mq-ekv/l} = 20,04 \text{ mq/l } Ca^{2+} \text{ ionu və ya } 12,16 \text{ mq/l } Mg^{2+} \text{ ionu.}$

Codluğun aşağıdakı beş növü vardır:

1. *Ümumi codluq* - suların tərkibində olan bütün kalsium və maqnezium duzlarının miqdarını xarakterizə edir və bu ionların *mq-ekv/l*-lə miqdarları cəminə bərabərdir.

2. *Muvəqqəti codluq* - tərkibində kalsium və maqneziumun hidrokarbonatlı və karbonatlı duzlarının olmasını xarakterizə edir və eksperimental kəmiyyət olmaqla, su qaynadıldıqdan sonra ümumi codluğun nə qədər azaldığını göstərir.

3. *Daimi codluq* - tərkibində kalsium və maqneziumun xlorlu, sulfatlı və digər karbonatsız duzlarının olmasını

xarakterizə edir və ümumi codluqla müvəqqəti codluğun fərqi bərabərdir.

4. *Karbonat codluğu* - tərkibində kalsium və maqneziumun hidrokarbonatlı və karbonatlı duzlarının olmasını xarakterizə edir və hesablanma yolu ilə müəyyən edilən kəmiyyət olmaqla, *mq-ekv/l*-lə ölçülən hidrokarbonat və karbonat ionlarının miqdarları cəminə bərabərdir. Əgər bu cəm ümumi codluqdan böyükdürsə, onda karbonat codluğu ümumi codluğa bərabər sayılır.

5. *Karbonatsız codluq* - tərkibində kalsium və maqneziumun xlorlu, sulfatlı və digər karbonatsız duzlarının olmasını xarakterizə edir və ümumi codluqla karbonat codluğunun fərqi bərabərdir.

O.A. Alyokin təbii suları ümumi codluğa görə aşağıdakı beş qrupa bölmüşdür:

1. Çox yumşaq sular - ümumi codluğu $1,5 \text{ mq-ekv}$ -ə qədər;
2. Yumşaq sular - ümumi codluğu $1,5 - 3,0 \text{ mq-ekv}$;
3. Zəif cod sular - ümumi codluğu $3,0 - 6,0 \text{ mq-ekv}$;
4. Cod sular - ümumi codluğu $6,0 - 9,0 \text{ mq-ekv}$;
5. Çox cod sular - ümumi codluğu $> 9,0 \text{ mq-ekv}$.

İndi isə cədvəl 5.3.1-də verilmiş su analizi əsasında codluğunu hesablayaq:

Ümumi codluq: $H = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] = 3,8 + 2,8 = 6,6 \text{ mq-ekv/l.}$

Karbonatsız codluq: $H_k \neq H - H_k = 6,6 - 4,7 = 1,9 \text{ mq-ekv/l.}$

Karbonat codluğu: $H_k = [HCO_3^-] = 4,7 \text{ mq-ekv/l.}$

Tədqiq olunan su, O.A.Alyokin təsnifatına görə *cod sular* qrupuna ($H = 6,6 \text{ mq-ekv/l}$) aiddir.

Suların aqressivliyi. Yeraltı sular bu və ya digər dərəcədə beton, dəmir-beton və metallara qarşı aqressivlik xassəsinə malikdir ki, o da suyun tərkibində *hidrogen, sərbəst karbon qazı, sulfat və maqnezium ionlarının olması* ilə bağlıdır.

Suların bakteriooloji xassələri onun tərkibində olan *patogen və saprofit xəstəlik törədici bakteriya və çöplərin miqdarı* ilə xarakterizə olunur. Ölçü vahidi *koli-titr və koli-indeks*dir.

Koli-titr suyun *kub santimetrlə* ölçülən elə bir həcmidir ki, orada yalnız 1 ədəd *patogen və saprofit xəstəlik törədici çöpün iştirakına* icazə verilir.

Koli-indeks dedikdə 11 suda olan patogen və saprofit xəstəlik törədici çöpün *sayı* başa düşülür.

İcməli suyun keyfiyyətinə olan tələbat: İcməli suyun keyfiyyətinə olan tələbatlar *DUIST 2874-73 "İcməli su"* normalarına uyğun olaraq aşağıdakı kimidir:

1. Temperatur - 7-12 °C;
2. Rəng - platin-kobalt şkalası üzrə 20 rəng dərəcəsinə qədər;
3. Bulanıqlıq - 1,5 mq/l -ə qədər;
4. Dad - 20° C temperaturda 2-i bala qədər;
5. İy - 20-60 °C temperaturda 2-i bala qədər;
6. Ümumi mineralaşma dərəcəsi və ya quru qalıq - 1,0 q / l-ə qədər;
7. Ümumi codluq - 7 mq.ekv/l-ə, xüsusi hallarda 10 mq.ekv / l-ə qədər;
8. Aktiv reaksiya (pH) - 6,5-8,5;
9. Koli-titr - 300 sm³-dən az olmayaraq;
10. Koli-indeks - 1 l i t i r suda 3 ədəddən çox olmayaraq;
11. Bakteriyaların ümumi miqdarı 1 sm³ suda 100 ədəddən çox olmamalıdır və s.i.

Su təchizatı zamanı suları *tibbi-epidemioloji* cəhətdən qiymətləndirmək vacibdir. Bu zaman hesablama aşağıdakı kimi aparılır:

$$\frac{a}{A} + \frac{b}{B} + \frac{c}{C} + \dots + \frac{n}{N} \leq 1$$

Burada *a, b, c, ..., n* - suda aşkar edilmiş maddələrin miqdarı; *A, B, C, ..., N* - maddələrin suda buraxıla bilən miqdarıdır.

Təbii suların tərkibinin formalaşması yuyulma, buxarlanma, kondensasiya, ionlar mübadiləsi, qazların udulması və ayrılması, orqanizmlərin həyat fəaliyyəti və digər fiziki-kimyəvi proseslərin birgə təsiri nəticəsində baş verir. Yeraltı suların ion-duz kompleksi onu təşkil edən mikro və makrokomponentlərdən, radioaktiv elementlərdən ibarətdir. Bundan əlavə təbii suda mikroorqanizmlər, həll olmuş qazlar, həmçinin kolloid və mexaniki qarışıqlar mövcuddur.

Yeraltı suların tərkibi olduqca mürəkkəb dinamik sistemdən ibarətdir və bu sistemin tam öyrənilməsi onu təşkil edən bütün elementlərin analizinə əsaslanmalıdır. Təbii suyun A.M.Ovçinnikova görə sxemi aşağıda öz əksini tapmışdır (şəkil 5.3.1).

Suyun əsas kimyəvi xüsusiyyətləri makrokomponentlərə əsasən təyin edilir ki, bu da suyun codluğu, qələviliyi, duzluluğu ilə müəyyən edilir. Müxtəlif duz birləşmələrinin suyun əsas xüsusiyyətlərini (qələvilik, codluluq, duzluluq) əmələ gətirməsi şəkil 5.3.2.-də göstərilmişdir.

Tədqiqatın xarakterindən asılı olaraq yeraltı sular öyrənilən zaman aşağıdakı məsələlər öz həllini tapmalıdır:

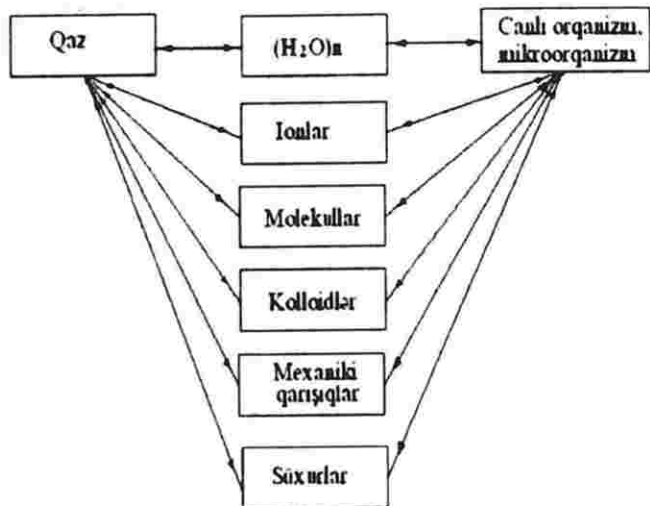
1. Təbii suların tərkibi və xüsusiyyətləri onların tərkibində olan ən xarakterik komponentlərə əsasən

qiymətləndirilməlidir ki, bu da tədqiq olunan suyun içmək və ya texniki su təchizatında, suvarmada, inşaatda və s. praktiki istifadəsi mümkünlüyünün təyini üçün vacibdir;

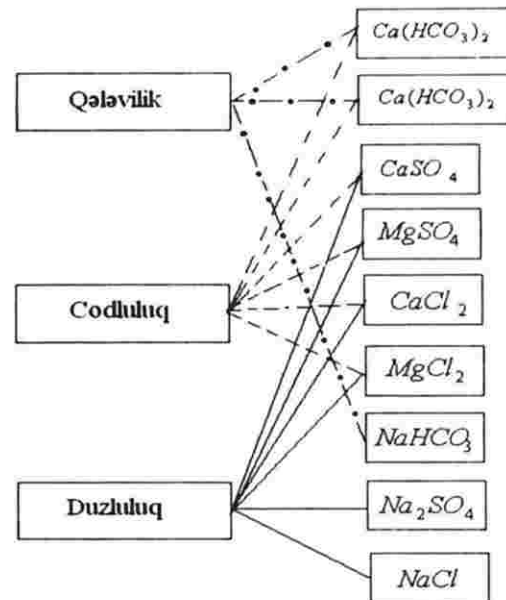
2. Mineral suların müalicə və sənaye əhəmiyyəti (kimyəvi xammal kimi - yod, brom, bor, radium və s.) qiymətləndirildiyi və faydalı qazıntı yataqlarının (filiz, neft, qaz, duz və s.) axtarışı zamanı suların qaz və kimyəvi komponentlərinin daha dolğun öyrənilməsi;

3. Kompleks geoloji-hidrogeoloji planalmada müxtəlif tərkibli yeraltı suların yayılma və formalaşması qanunauyğunluqlarının aşkara çıxarılması;

4. Yeraltı suların hidrogeokimyəvi rejiminin öyrənilməsi və rejimin dəyişmə praqnozunun verilməsi.



Şəkil 5.3.1. Təbii suyun sxemi (A.M.Ovçinnikova görə)

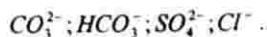


Şəkil 5.3.2. Müxtəlif duz birləşmələrinin suyun əsas xüsusiyyətlərini əmələ gətirməsi sxemi

5.4. Yeraltı suların kimyəvi analizlərinin ifadə formaları

Yeraltı suların kimyavi analizləri *duz*, *ion* və *ekvivalent* formada verilə bilər.

Duz forması. Duz formasında ilk növbədə həllolma qabiliyyəti zəif olan duz kombinasiyaları seçilir və sonra isə onlar həllolma qabiliyyətlərinə görə növbə ilə sıralanırlar. İonların duz kombinasiyaları üzrə birləşmə sxemi əsasında Ca^{2+} ionu aşağıdakı ardıcılıqla birləşir:



Bu ionlar suda Ca^{2+} ionu ilə tam birləşdikdən sonra aşağıdakı reaksiya gedə bilər:



K^+ ionu bir qayda olaraq həmişə *xlorla* birləşir. Ca^{2+} və Mg^{2+} ionları birləşməsindən artıq qalan $CO_3^{2-}; HCO_3^-; SO_4^{2-}; Cl^-$ ionları isə *natrium* ionu (Na^+) ilə birləşirlər.

Duz formasında verilən analizlərdən *ion formasına keçmək* üçün duzun molekulyar kütləsindən (a) ion kütləsini (x) çıxmaq lazımdır:

$$\text{Ion forması} = a - x$$

Burada a - duzun molekulyar kütləsi olmaqla, 1 litr suda duzun qramla miqdarı; x - duzun ion kütləsi olmaqla ionun 1 litr suda qramla miqdarıdır.

Ion forması. Ion forması dedikdə suda həll olmuş komponentlərin *ionlar şəklində* ifadə olunması başa düşülür.

Təbii sulara duz molekullarının demək olarki hamısı ionlara dissosiasiya etdiyindən, analiz nəticələrinin *əsas ifadə forması ion formasıdır*. Burada kolloidvə dissosiasiya olmayan komponentlər *oksid* şəklində göstərilir (dəmir- Fe_2O_3 ; alüminium- Al_2O_3 ; silisium- SiO_2). Ölçü vahidləri - *qr/l, mq/l və kq/l*-dir.

Qeyd etmək lazımdır ki, təbiətdə ionlar arasındakı qarşılıqlı əlaqə və asılılıqlar *ekvivalent şəkildə* baş verdiyindən, onların qram və milliqramlarla təyini, aralarındakı mövcud münasibətləri aşkar etməyə imkan

vermir. Bununla əlaqədar olaraq ionlar arasındakı qarşılıqlı əlaqə və asılılıqların tam ifadə olunması məqsədilə analizləri *ion formasından ekvivalent formasına* keçirmək lazımdır.

Ekvivalent forması. Analizlərin nəticələrinin ion formasından *milliqram-ekvivalent formasına* (E_f) keçirmək üçün 1 litr suda milliqramlarla ifadə olunan hər bir ionun miqdarını (*ion kütləsini* - I_k) onun ekvivalent kütləsinə (*valentliyinə* - E_k) bölmək lazımdır. Yəni

$$E_f = \frac{I_k}{E_k}, \text{ mq.ekv/l}$$

Hesabatları sadələşdirmək məqsədilə *keçid əmsalından* istifadə edirlər. Keçid əmsali qiymətə ionun ekvivalent kütləsinə *əks* olan kəmiyyətdir (cədvəl 5.5.1).

Cədvəl 5.5.1.- də verilmiş keçid əmsallarından istifadə etmək üçün hər hansı ionun 1 litr suda olan milliqramlarla miqdarını ona uyğun gələn keçid əmsalına vurmaq lazımdır. Bu zaman alınmış qiymət bizə analizin *milliqram-ekvivalent / litr-lə* ifadə olunmuş nəticəsini verəcəkdir.

Milliqram-ekvivalent / litr-dən faiz ekvivalentə keçmək üçün anion və kationların ayrılıqda cəmini 100-ə bərabər qəbul edib, hər ionun ayrılıqda cəmdən olan faiz miqdarını hesablamaq lazımdır.

Su analizlərinin nəticələrinin müxtəlif formalarda ifadəsinin nümunəsi cədvəl 5.3.1.-də göstərilmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, natamam analizlərdə tam analizlərdən fərqli olaraq, ($Na^+ + K^+$) qələvi metallarının ekvivalentləri cəmi şərti olaraq natrium ionunun üzərinə hesablanır.

Cədvəl 5.5.1

Ionların ekvivalent kütlələri və milliqram-iondan milliqram-ekvivalentə keçmək üçün lazım olan keçid əmsalları

Kation-lar	Ekvivalent kütlə	Keçid əmsali	Anionlar	Ekvivalent kütlə	Keçid əmsali
H ⁺	1,008	0,99206	Cl ⁻	35,457	0,02820
K ⁺	39,096	0,02558	Br ⁻	79,916	0,01251
Na ⁺	22,997	0,04348	I ⁻	126,91	0,00788
NH ₄ ⁺	18,040	0,05543	NO ₃ ⁻	62,008	0,01613
Li ⁺	6,940	0,14409	NO ₂ ⁻	46,008	0,02174
Ca ²⁺	20,040	0,04990	SO ₄ ²⁻	48,033	0,02082
Mg ²⁺	12,160	0,08224	HCO ₃ ⁻	61,018	0,01639
Fe ²⁺	27,925	0,03581	CO ₃ ²⁻	30,005	0,03333
Fe ³⁺	18,617	0,05371	PO ₄ ³⁻	31,658	0,03159
Al ³⁺	8,993	0,11124	HPO ₄ ²⁻	47,994	0,02084
Mn ²⁺	27,465	0,03641	H ₂ PO ₄ ²⁻	96,996	0,01031
			S ²⁻	16,033	0,06237
			HS ⁻	33,074	0,03024
			HSiO ₃ ⁻	77,098	0,01298
			SiO ₃ ²⁻	38,045	0,02630

Coxlu miqdarda su analizləri təhlil edilərkən mq / l və $\% - ekv$ formasında göstərilən qiymətləri tam ədədlərlə, $mq - ekv / l$ formasında göstərilən qiymətləri isə 0, 01 dəqiqliklə göstərmək lazımdır.

Su analizləri nəticələrinə nəzarət. Su analizləri nəticələrinə nəzarət iki usulla ionların ekvivalent miqdarına və ya quru qalığa görə aparılır. Birinci üsul yalnız tam, ikinci üsul isə həm tam, həm də natamam analizlər üçün tətbiq oluna bilər.

Analizlər zamanı buraxıla bilən xəta (X) aşağıdakı düsturla təyin olunur:

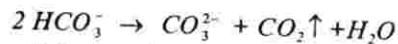
$$X = \frac{A - K}{A + K}$$

Burada, A və K - anion və kationların uyğun olaraq milliqram-ekvivalentlərlə miqdarları cəmidir.

Müxtəlif minerallaşma dərəcələrinə malik suların kütləvi analizi zamanı buraxıla bilən xəta müxtəlif olmaqla aşağıdakı kimidir:

- minerallaşma dərəcəsi < 3 q / l - xəta müəyyən edilməmişdir;
- minerallaşma dərəcəsi 3-5 q / l - xəta X = ± 5 - 10 %;
- minerallaşma dərəcəsi 5-15 q / l - xəta X = ± 2 - 5 %;
- minerallaşma dərəcəsi > 15 q / l - xəta X = ± 2 %.

Quru qalığa görə nəzarət dedikdə quru qalığın ion və molekullar şəklində olan suda həll olmuş bütün maddələrin cəmi ilə müqayisəsi başa düşülür. Hesabatlar zamanı HCO₃⁻ ionunun miqdarının yarısı götürülməlidir ki, bu da quru qalığın mütləq çəkiyə gətirilməsi üçün qurudulduğu zamanı hidrokarbonatlar aşağıdakı tənlik üzrə karbonatlara çevrilirlər:



Alınmış analizlərdən lazımi nəticələr çıxarmaq üçün məlumatların sistemləşdirilməsi lazımdır ki, bu da suyun kimyəvi tərkibini oxumağa imkan verir.

Təbii sulara makrokomponentlərin təyini adətən çəki, ion, ekvivalentlik və ekvivalent-faiz formasında göstərilir.

Təbii sulara duzların molekulları demək olar ki, tamamilə ionlara keçirdiyi üçün analizlərin nəticələrini ion formasında göstərmək lazımdır. Bir litr suda və ya digər ionun miqdarı qramla və ya milliqramla hesablanır. Xüsusi

çəkisi vahiddən çox olan mineral sular və məhlullar üçün ölçü vahidi q/kq qəbul olunur.

İonlar öz aralarında ciddi təyin olunmuş qarşılıqlı təsirdə, ekvivalentli çəki nisbətində olduğu üçün analizin nəticəsini ekvivalent formada – bir litrdə milligram ekvivalent ionu formasında göstərmək lazımdır. İon formasında (mq/l, q/l) verilmiş analizi ekvivalent formasında hesablamaq üçün 1 litr suda olan *milligram ionu* onların *ekvivalent çəkisinə* bölmək lazımdır (ionun bölünməsindən alınan çəkini onun valentliyinə bölməklə).

Misal: 40,08 mq Ca^{++} ionu $40,08 / 20,04 = 2$ mq-ekv Ca ,
144,08 mq SO_4^- ionu $144,08 / 48,04 = 3$ mq-ekv SO_4^- -ə və s.
uyğun gəlir. Əgər 1 litr suda 45,1 mq/l Na varsa, onda onun
mq-ekv miqdarı $\frac{45,1}{22,927} = 1,96$ olacaq. Deməli

$$Mq \cdot ekv. = \frac{Mq}{ekv. ceki}$$

Analizlərin nəticəsini faiz-ekvivalent formasında hesablamaq müxtəlif mineralaşmaya malik suların tərkibində olan ionların müqayisəsini daha dəqiq aydınlaşdırmağa imkan verir. Analizlərin nəticəsini ekvivalent %-lə ifadə etmək üçün anionların (kationların) bir litr suda mq-ekv miqdarını 100% qəbul etməklə hər bir anionun (kationun) mq-ekv miqdarı ümumi miqdara olan nisbəti götürülür.

5.5. Yeraltı suların kimyəvi analizlərinin sistemləşdirilməsi və təsnifatı

Yeraltı suların kimyəvi analizlərini sistemləşdirmək üçün çoxsaylı təsnifatlar, təbii şəraitin tərkibini göstərən qrafik üsullar və düsturlar mövcuddur.

Müasir kimyəvi təsnifatların əsasını aşağıdakı məlumatlar təşkil edir:

1. Kimyəvi analizlər ion formasında (mq-ekv, ekv%-lə) ifadə olunur.

2. Təsnifat sxemi tərtib olunarkən altı əsas komponent ($Na^+ + K^+$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) götürülür.

3. Təsnifat sxemlərinin əksəriyyətində su tipinin əlaməti kimi suda həll olmuş 6 komponentdən birinə və ya bir neçəsinə üstünlük verilir.

4. Bəzi təsnifat sxemlərində tip əlaməti olaraq spesifik komponentlərdən istifadə olunur. Lakin bu spesifik elementlər suda həll olmuş kimyəvi elementlər içərisində üstünlük təşkil etmir.

5. Bəzi təsnifat sxemlərində həm ionun və ion qruplarının üstünlüyü, həm də ionlar arasındakı münasibət nəzərə alınır.

6. Başqa təsnifat sxemlərində suları tiplərə ayırarkən altı əsas komponentlə yanaşı, əlavə əlamətlər kimi suyun mineralaşma dərəcəsi, qaz tərkibi, balneoloji aktiv mineral komponentlər və sairə nəzərə alınır.

5.5.1. O.A. Alyokin təsnifatı

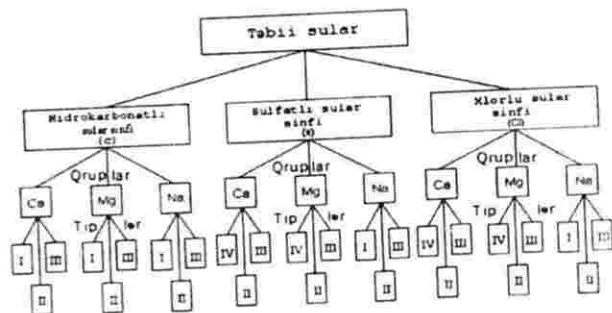
O.A. Alyokin təsnifatında təbii sular *üstünlük təşkil edən ionlara və ionlar arası münasibətlərə* görə təsnif edirlər. Beləki, üstünlük təşkil edən anionlara görə sular üç *sinifə - hidrokarbonatlı, sulfatlı və xlorlu* sinifə bölünür. Hər bir *sinif* isə öz növbəsində *üstünlük təşkil edən kationlara* ($Na^+ + K^+$, Ca^{2+} , Mg^{2+}) görə üç *grupa*, onlar isə *ionlar arası münasibətlərə* görə dörd tipə bölünürlər (şəkil 5.5.1.1).

I tip: $HCO_3^- > Ca^{2+} + Mg^{2+}$ - cüzi minerallaşmış sular.

II tip: $HCO_3^- < Ca^{2+} + Mg^{2+} < HCO_3^- + SO_4^{2-}$ - zəif minerallaşmış sular.

III tip: $HCO_3^- + SO_4^{2-} < Ca^{2+} + Mg^{2+}$ və ya $Cl^- > Na^+$ - yüksək minerallaşmış sular.

IV tip: $HCO_3^- = 0$ - turş sular olmaqla yalnız sulfat və xlorlu siniflərdə müşahidə olunurlar.



Şəkil 5.5.1.1. Təbii suların kimyəvi tərkiblərinin O.A. Alyokinə görə təsnifatı

III tip suların kimyəvi tərkibini daha dəqiq göstərmək məqsədilə E.V.Posoxov onu 2-i yarım tipə ayırmağı təklif etmişdir:

III_a yarım tipi: $Cl^- < Na^+ + Mg^{2+}$ - dəniz suları üçün xarakterikdir.

III_b yarım tipi: $Cl^- > Na^+ + Mg^{2+}$ - dərinlik şoraba sular üçün xarakterikdir.

O.A.Alyokin təsnifatında suların kimyəvi tərkibini *qısa* ifadə etmək məqsədilə sinif, qrup və tiplər müəyyən simvollarla işarə edilmişlər:

- *siniflər* anion simvolları ilə - HCO_3^- - C; SO_4^{2-} - S; Cl^- -

Cl.

- *qruplar* kation simvolları ilə - Na, Ca, Mg.

- *tiplər* rum rəqəmləri ilə - I, II, III, IV..

Qısa ifadə olunmuş kimyəvi tərkibin indeksində *əşağıda* tip və 0,1 q/l dəqiqliklə minerallaşma dərəcəsi, *yuxarıda* isə qrup və 1,0 mg-ekv/l dəqiqliklə ümumi codluq göstərilir.

O.A.Alyokin təsnifatında üstünlük təşkil edən ion kimi *ən yüksək konsentrasiyaya* malik olan ion, ondan sonra 2-ci üstünlük təşkil edən ion kimi isə - *konsentrasiyası əvvəlki iondan təqribən 10 % - ekv. hüdudunda az olan* ion qəbul olunur.

Misal: Ümumi codluğu 3,3 mg-ekv/l olan Kurlov formulası ilə ifadə olunmuş *əşağıdakı* su analizini O.A.Alyokin təsnifatı əsasında *indeks* şəklində yazmaq:

$$M_{1,2} \frac{Cl46HCO_3,43[SO_4,11]}{Na72[Ca19Mg9]}$$

Bu su analizinin *indeks* şəkli, O.A.Alyokin təsnifatı əsasında *əşağıdakı* kimi olacaqdır:

$$CCI \begin{matrix} Na & 3,3 \\ I & 1,2 \end{matrix}$$

Su indeksinin izahı: suyun sinifi -hidrokarbonat-xlorlu; suyun qrupu - natriumlu; suyun tipi- I; suyun ümumi codluğu- 3,3 mg-ekv/l; suyun minerallaşma dərəcəsi 1,2 q/l.

5.5.2. Suların kimyəvi tərkiblərinin düstur şəklində ifadə edilməsi. M.Q. Kurlov düsturu

Suların kimyəvi tərkiblərini ifadə edən zaman əksər hallarda *düstur formasından* istifadə edirlər ki, bunlar arasında da ən geniş yayılmışı M.Q. Kurlov tərəfindən təklif edilmiş *Kurlov düsturudur*. O, şərti olaraq *bir kəsirdən* ibarətdir. Onun surətində *konsentrasiyalarının azalması istiqamətində anionlar* (% - ekv.), məxrəcində *isə həmin qaydada kationlar yerləşirlər*. Miqdarı 10 % - ekv.-dən çox olmayan ionlar düstura daxil edilmirlər. Kəsirdən *solda - qaz və aktiv elementlərin miqdarı (P, q/l)*, 0,1 q/l dəqiqliklə minerallaşma dərəcəsi (M), *sağda - suyun temperaturu (T, °C)*, hidrogen göstəricisi (pH), quyunun və ya su mənbəyinin sərfi (D, m³/sut.) göstərilir:

$$P, M \frac{\text{azalma istiqamətində anionlar}}{\text{azalma istiqamətində kationlar}} T, pH, D$$

Yeraltı suların kimyəvi tərkiblərinin formalaşma şəraitini daha aydın təsvir etmək üçün E.V.Poxoxov Kurlov düsturuna bir qədər düzəlişlər etmişdir. Düstura 1 % - ekv.-dən çox olan bütün anion və kationlar daxil edilir, onların miqdarları tam ədədə qədər yuvarlaqlaşdırılır, miqdarları 25 % - ekv.-i keçməyən ionlar 2-ci dərəcəli sayılmaqla kvadrat mötərizə daxilində yazılırlar. *Suyun adına* miqdarı 25 % -ekv. və ondan yüksək olan anion və kationlar daxil edilir və *adın oxunması zamanı* 1-ci yerə miqdarca az olan anion və kationlar qoyulur.

Misal: Verilmiş su analizinin adı aşağıdakı kimi olacaqdır:

$H_2SO_4, 0049 Br_{0,1}, M_{4,3} \frac{Cl_{166}, SO_4, 29[HCQ_6]}{Na_{79}[Ca_{2}, Mg]} T_{15}, pH_{7,6}, D_{120}$

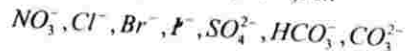
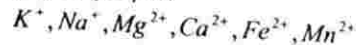
Bu su hidrokimyəvi cəhətdən *hidrogen sulfidli bromlu sulfat-xlor-natriumludur*.

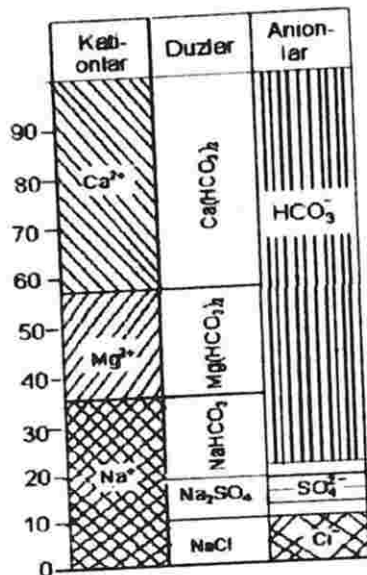
5.5.3. Suların kimyəvi tərkiblərinin qrafik üsulu ilə ifadə edilməsi

Suların kimyəvi tərkiblərinin ifadə edilməsində çox sayda qrafik üsulların mövcud olmasına baxmayaraq, hidrogeoloji praktikada əsasən – *Fere duz tərkibi düzbucaqlısı və qrafik-üçbucaqlıları, Tolstixin qrafik-kvadratı və Poxoxov iki kvadrat və iki üçbucaq kombinasiyası* üsulları geniş tətbiq olunur.

5.5.3.1. Fere duz tərkibi düzbucaqlısı və qrafik üçbucaqlıları

Fere duz tərkibi düzbucaqlısı. Fere duz tərkibi düzbucaqlısı suların duz tərkibini və ayrı-ayrı su analizlərini tədqiq etmək üçün tərtib edilir (şəkil 5.5.4.1.1). Düzbucaqlı üç *şaquli qrafadan* ibarət olub, *soldakı* qrafada kationları (%- ekv.), *sağda* anionları, *ortada* isə duzların kimyəvi tərkibi və faiz miqdarı göstərilir. Kationlar və anionlar *qrafikdə aşağıdan yuxarı, nisbi reaktiv güclərinə uyğun* ardıcılıqla yerləşmişlər:



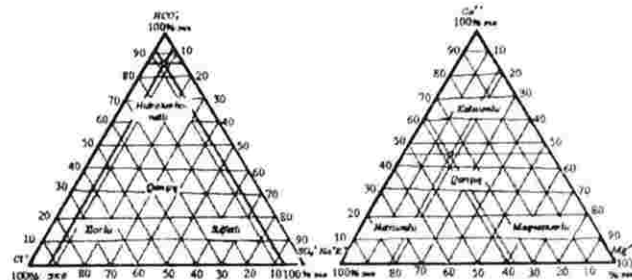


Şəkil 5.5.3.1.1. Fere duz tərkibi düzbucaqlısı

Fere qrafik-üçbucaqlıları. Bu üçbucaqlar ayrıca olaraq, miqdarları % ekv.-lə ifadə olunan kation və anionlar üçün tərtib edilir. Üçbucaqların təpə nöqtələrində ionların miqdarı 100 % ekv. təşkil edir. Analizlərin nəticələri üçbucaqların tərəflərinə paralel çəkilmiş üç xəttin kəsişməsi ilə müəyyən olunur (şəkil 5.5.3.1.1).

Misal:

(Na⁺ + K⁺) = 35% ekv, Ca²⁺ = 48% ekv, Mg²⁺ = 17% ekv, Cl⁻ = 8% ekv, SO₄²⁻ = 5% ekv, HCO₃ = 87% ekv.



Şəkil 5.5.3.1.2. Fere qrafik-üçbucaqlıları

Şəkil 5.5.3.1.2. - dən göründüyü kimi misalda təgdim edilən su *hidrokarbonat-natrium-kalsiumludur*.

5.5.3.2. N.I.Tolstixın qrafik-kvadratı

N.I.Tolstixın qrafik-kvadratının hər tərəfi on bərabər hissəyə (hər hissə 10 % -ekv. bərabər) bölünmüşdür. Kvadratın üfqi tərəfləri üzrə *kationların*, şaquli tərəfləri üzrə isə *anionların miqdarı* qoyulur. Suların kvadratda yerlərini təyin etmək üçün onların *nömrəsindən* istifadə olunur. Kvadrat, hər biri nömrələnmiş 100 kiçik kvadratciqlərə bölünmüşdür. Analizlərin nəticələri *koordinatın iki oxunun kəsişmə nöqtəsi* ilə müəyyən edilir (şəkil 5.5.3.2.1).

Əgər koordinatın iki oxunun kəsişmə nöqtəsi kvadratın *yuxarı sağ* hissəsində yerləşirsə, su *hidrokarbonat-kalsiumlu tipə*, kvadratın *yuxarı sol* hissəsində yerləşirsə - *hidrokarbonat-natriumlu tipə* aiddir. Kvadratın *aşağı sol* hissəsində *xlorlu-natriumlu*, *aşağı sağ* hissəsində isə *sulfath-kalsiumlu* sular toplanmışdır.

YERALTI SULARIN YARANMASI HAQQINDA NƏZƏRIYYƏLƏR

Yeraltı suların əmələ gəlməsi hidrogeologiyanın ən maraqlı məsələsi olmaqla ümumi hidrogeologiyanın mürəkkəb məsələlərindən biridir. Yeraltı suların yer təkində olması bir faktır, lakin suyun Yerin təkinə keçməsi yolları hal- hazırda kimi dəqiqliklə aydınlaşmayıb.

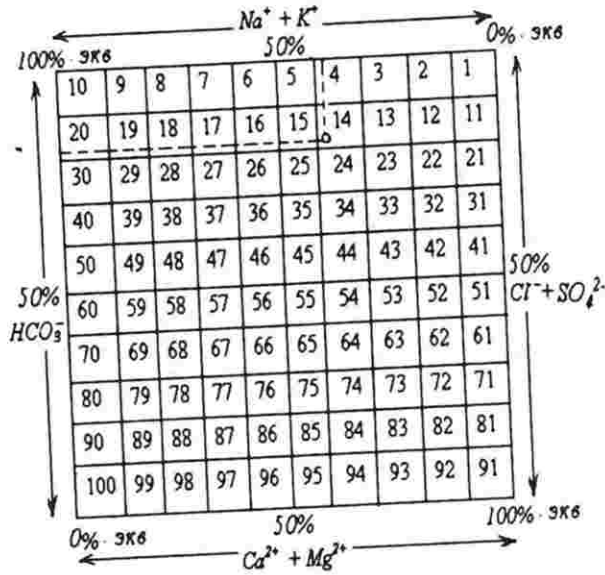
Qədim filosoflar və təbiətşünaslar yeraltı suların əmələ gəlməsi haqda müxtəlif nəzəriyyələr irəli sürmüşlər ki, onlarda müasir baxımda aşağıdakı kimidir:

1. İnfiltasiya nəzəriyyəsi ;
2. Kondensasiya nəzəriyyəsi ;
3. Sedimentasiya nəzəriyyəsi;
4. Yuvenil nəzəriyyəsi.

6.1. İnfiltasiya nəzəriyyəsi

İnfiltasiya nəzəriyyəsi, bizim eramızdan əvvəlki I əsrdə Mark Bitruviy Pollio tərəfindən söylənmişdir. Bu nəzəriyyəyə görə yeraltı sular yağış və qar sularının yer qabığının daxilinə keçməsilə yaranır. Bu konsepsiya orta əsrlərdə də inkişaf etmişdir. Rusiyada nəzəriyyənin tərəfdarı M.V.Lomonosov olmuşdur. Müasir dövrdə bu nəzəriyyəyə yeraltı suların infiltasiya yolu ilə əmələ gəlməsi nəzəriyyəsi adı verilmişdir.

Bu nəzəriyyənin əsas mənası ondan ibarətdir ki, yeraltı sular yağış və qarın ərimə sularının yerin dərinliklərinə daxil olması nəticəsində formalaşır. Yeraltı suların kimyəvi tərkibinin müxtəlifliyi onlarda həll olan süxurlarla əlaqələndirilir. Müasir dövrdə infiltasiya nəzəriyyəsi böyük miqdarda şirin və müxtəlif tip mineral suların əmələ gəlməsinə izah edən etibarlı nəzəriyyə sayılır.



Şəkil 5.5.3.2.1. Tolstixın qrafik-kvadratı

Şəkil 5.5.3.2.1. - dən göründüyü kimi misalda göstərilən su, koordinatın iki oxunun kəsişmə nöqtəsi kvadratın yuxarı sağ hissəsində yerləşdiyindən, *hidrokarbonat-kalsiumlu tipə* aiddirlər.

N.I.Tolstixın qrafik-kvadratı və Fere qrafik-üçbucaqları çox saylı kimyəvi analizləri sistemləşdirən zaman yüksək effektivdirlər.

6.2. Kondensasiya nəzəriyyəsi

Kondensasiya nəzəriyyəsi ilk dəfə 1877-ci ildə alman hidroloqu O.Folqer tərəfindən irəli sürülmüşdür. Bu nəzəriyyəyə görə, yeraltı sular buxar halında olan rütubətin sıxlaşması nəticəsində əmələ gəlir. Yeraltı suların varlığını hər yerdə həmin nəzəriyyəyə əsasən aydınlaşdırmaq mümkün deyildir. Məsələn, səhralarda, ümumiyyətlə, quraqlıq sahələrdə cüzi atmosfer çöküntüləri və yüksək buxarlanma şəraitində yeraltı sular toplana bilmir. Lakin həmin sahələrdə yer səthindən müəyyən dərinliklərdə biz yeraltı sulara və ya süxurların yüksək nəmliyinə təsadüf edirik. Bu sulara kondensasiya suları deyilir və onların əmələ gəlməsi kondensasiya nəzəriyyəsi ilə izah edilir. A.F.Lebedev tərəfindən əsaslandırılmış bu nəzəriyyəyə görə, yeraltı suların bu yolla əmələ gəlməsi atmosferlə litosfer arasındakı nəmlik rejiminin müvazinətləşməsi və bir halda olan nəmliyin digər hala keçməsi ilə əlaqədardır.

Məlumdur ki, həm sərbəst, həm də süxur məsələlərindəki su buxarı buxar kövrəkliyi böyük olan yerdən kiçik olan yərə doğru hərəkət edir. Bu o vaxta qədər davam edir ki, hər iki hava kütləsi arasında müvazinət əmələ gəlsin. Bu müvazinət müxtəlif səbəblərdən asılı olaraq tez-tez dəyişir. Bunun başlıca səbəblərindən biri yay fəslində yer səthindəki havanın qızması və onlar arasında təzyiqlər fərqi yaranmasıdır.

Təzyiqin düşməsi ilə atmosferdəki su buxarlarının müəyyən hissəsi süxur daxilinə nüfuz edərək, temperaturu alçaq olan dərinliyə çatır və burada soyuyaraq suya çevrilir. Səhralarda, bəzən okean adalarında tapılmış şirin suların varlığı yalnız bu hadisə ilə izah olunur. Çox güman ki, kondensasiya suları başqa iqlim şəraitlərində də əmələ gəlir, ancaq onların rolu yeraltı suların bərpa edilməsində çox cüzdür.

6.3. Sedimentasiya nəzəriyyəsi

Sedimentasiya nəzəriyyəsi infiltrasiya nəzəriyyəsi kimi qədim keçmişdə yaranmışdır. Bu nəzəriyyə insanların okean, dəniz və yeraltı sular arasında birbaşa əlaqənin olmasını müəyyənləşdirməyə cəhd göstərmələri nəticəsində yaranmışdır.

Infiltrasiya nəzəriyyəsi yer təkinin dərin qatlarında yüksək mineralaşma dərəcəsinə malik suların və məhlulların əmələ gəlməsini aydınlaşdırma bilmirdi.

Çoxsaylı geoloqlar və hidrogeoloqlar hesab edirlər ki, sedimentasiya suları çöküntü süxurların toplandığı su hövzələrində əmələ gəlir, yəni bağlı hidrogeoloji və neft-qazlı strukturlarda basdırılaraq saxlanılmış sulardır. Bu sular bəzən əmələ gəldiyi yerdə də qalır, onda bunlara *singenetik sular*, bəzən isə sonradan toplanır ki, onda bunlara *epigenetik sular* deyilir.

Çökmə süxurların başlıca hissəsi qədim dəniz və okeanlarda su mühitində toplanan çöküntülərin məhsuludur. Hövzədə çöküntülərin qalınlığı artdıqca onlar tədricən sıxılır və daxilindəki suyun müəyyən hissəsi müqavimət az olan, yuxarı tərəfə doğru sıxışdırılır. Yuxarıya doğru hərəkət edən sular öz yolunda rast gəldiyi çöküntülərdə (məsələn, qum təbəqəsində) olan suları sıxışdıraraq onların yerini tutur. Bu hal çöküntülərdə sıxılma prosesinin konsolidasiyası, yəni onların müasir süxurlara çevrilməsi prosesinə qədər davam edir. Bu süxurlarda, yüksək təzyiqli qalıq sular olur. Bu hal neftli-qazlı strukturlar üçün xarakterikdir. Bu sular yüksək mineralaşma dərəcəsinə malik olmaqla kimya sənayesi üçün xammal kimi və müalicə mineral suları baxımından maraqlıdır.

6.4. Yuvenil nəzəriyyəsi

Yuvenil nəzəriyyəsi ilk dəfə 1902-ci ildə Eduard Züss tərəfindən irəli sürülmüşdür. Alimin fikrincə, yeraltı suların bir qismi maqmadan ayrılan su buxarlarının yerin üst təbəqələrində soyuyaraq suya çevilməsi ilə əlaqədardır. Yüksək temperaturlu maqmanın ətrafında başqa qazlarla bərabər, su buxarları da vardır. Maqmadan ayrılan bu qazlar və su buxarları çat və boşluqlar vasitəsilə yerin üst təbəqələrinə qalxır, burada dövrən edən yeraltı sulara qatışaraq öz istiliyini onlara verir. Yüksək temperaturlu mineral suların əksəriyyəti bu yol ilə əmələ gəlir. Züss bu suları *juvenil*, yəni *yer üzü görməmiş* sular adlandırır. Yuvenil suların varlığını inkar edən alimlərin fikrincə, maqma ətrafında su buxarları ola bilməz, çünki yüksək temperatur buna yol vermir. Qismən yuxarı qatlarda isə Züssün dediyi sular infiltrasiya və ya kondensasiya yolu ilə əmələ gəlmiş sulardır. Sonrakı tədqiqatlar nəticəsində maqmada su buxarlarının varlığı sübut edilmişdir.

Sandviç adalarında Kilauea vulkanı püskürərkən alimlər tərəfindən püskürmənin qaz məhsulları içərisində su buxarlarının olduğu aşkara çıxarılmışdır. Mineraloqların tədqiqatları göstərir ki, maqma ocaqları yaxınlığında su buxarlarının iştirakı olmadan bəzi mineralların əmələ gəlməsi qeyri-mümkündür. Bütün bunlar maqma ətrafında su buxarlarının varlığını bir daha sübut edir. Lakin maqma ətrafında su buxarlarının varlığı yüksək temperaturlu mineral suların sırf yuvenil sular olduğu demək deyildir.

F.R.Savarenski yeraltı suların əmələ gəlməsinin mümkün olan digər mənbələrini göstərir. Məlumdur ki, bir çox minerallar və dağ süxurlarının tərkibində kimyəvi əlaqəli kristallaşmış hidrat suları mövcuddur.

Dağ süxurları və minerallar tərkibindəki kimyəvi əlaqəli suların bir hissəsi fiziki-kimyəvi şəraitin müvazinətinin dəyişməsi nəticəsində itir. Məsələn, 2-3

km dərinlikdə müşahidə olunur ki, gips temperatur 80-90°C-də tərkibindəki suyu itirməyə başlayır. Tərkibində gips olan lay dərinləşdikcə yüksək temperatur zonasında gipsin ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) tamamilə anhidridə (CaSO_4) keçməsi ilə hər bir ton gipsdən 210 kq-a yaxın su ayrılır. Belə xassələrə malik olan gilli mineralların temperatur və təzyiqdən asılı olaraq montmorillitə çevilməsi və s. göstərmək olar.

Deməli yer təkində yeraltı sular əlaqəli suya çevrilə bilər və münasib şəraitdə yenidən damcı-maye halına keçərək ümumi su dövrənində iştirak edə bilər.

FƏSİL 7

YERALTI SULARIN ƏSAS GENETİK TIPLƏRİ

Yer kürəsinin geoloji inkişaf prosesində suların genezisi və formalaşma şəraitinə görə yeraltı suların aşağıdakı əsas genetik tipləri ayrılır (A.N.Kamenskiy, A.N.Semixatov, A.X.Ovçinnikov və b.):

1. Atmosfer mənşəli (infiltrasiya suları);
2. Dəniz mənşəli (sedimentasiya suları);
3. Maqmatik mənşəli (yuvenil suları);
4. Metamorfik (dehidratasiya suları).

7.1. Atmosfer mənşəli yeraltı sular

Atmosfer mənşəli yeraltı sular atmosfer çöküntülərinin, çay, göl və yerüstü səthi axımın infiltrasiyası hesabına əmələ gəlir.

Qeyd etmək lazımdır ki, hətta atmosfer çöküntüləri də öz tərkibində müxtəlif həll olmuş elementlər saxlayır və bu səbəbdən də onlar müəyyən kimyəvi tərkibə malik olurlar. Nisbətən yüksək minerallaşma dərəcəsinə malik atmosfer çöküntüləri əsasən dəniz kənarı quru sahələrdə, quraqlıq olan rayonlarda, şoran torpaqlarda, iri sənaye müəssisələri yerləşən ərazilərdə və müasir vulkanik əyalətlərində xarakterikdir.

Atmosfer çöküntülərində HCO_3 , SO_4 , Cl , Ca , Mg və Na ionları üstünlük təşkil edir. Onlar atmosfərə duzların küləklər vasitəsilə dənizlərdən, şoran torpaqlardan, sənaye tullantıları sahələrindən, iri sənaye müəssisələri və digər mənbələrdən havaya sovrulması nəticəsində daxil olur. Atmosfer çöküntülərində həll olmuş ümumi qarışıqların miqdarı nadir hallarda 100 mq/l və bəzən 200 mq/l təşkil edir.

Atmosfer çöküntülərinin kimyəvi tərkibi ilə çay sularının kimyəvi tərkibi oxşardır. Yer kürəsində olan çayların çoxunun minerallaşma dərəcəsi 500 mq/l qədər olur.

Atmosfer mənşəli suların formalaşması müxtəlif istiqamətli kompleks proseslərin, fiziki-kimyəvi şəraitdə süxurların aşınması, torpaq əmələgəlməsi və bakteriyaların fəaliyyəti nəticəsində baş verir.

İnfiltrasiya sularının kimyəvi tərkibini təyin edən əsas proseslər süxurların həll olması və yuyulması, atmosfer və dəniz mənşəli suların qarışması, duzların düşməsi, buxarlanmada suyun konsentrasiyası, kolloid-kimyəvi, mikrobioloji və s. proseslər aiddir.

7.2. Dəniz mənşəli yeraltı sular

Dəniz mənşəli sular okeanlarda, dənizlərdə çöküntü toplanma prosesində çöküntülərin diagenezi və onların metamorfizlənməsi nəticəsində formalaşır. Beləliklə, bu sular əsasən okeanların və dənizlərin sularından ibarətdir. Hal hazırda okean sularında 75 kimyəvi element aşkar edilmişdir.

Atmosfer çöküntülərindən və çay sularından fərqli olaraq okean sularından əmələ gələn yeraltı sular başqa minerallaşma dərəcəsinə malikdir, və onun tərkibində Na-dan sonra adətən Ca, xlor ionundan sonra HCO_3 ionu durur. Sulfatlara gəldikdə isə ionlar bəzi sularda demək olar ki, itir və əvəzində hidrogen əmələ gəlir. Bu dəyişmələr sulfatsızlaşma, dolomitləşmə və kation dəyişməsi ilə izah olunur.

Mövcud suların atmosfer suları ilə müxtəlif dərəcədə qarışması dəniz sularının tərkibinin dəyişmə prosesini aydınlaşdırmağa çətinlik törədir. Amma hidrogeokimya bu prosesi aydınlaşdırmağa imkan verir və yeraltı sularda dəniz tipli suların iştirakının miqdarını dəqiqləşdirməyə imkan verir.

7.3. Maqmatik mənşəli yeraltı sular

Maqmatik mənşəli yeraltı sular yuvenil sulardır, maqmada bu sular vulkan fəaliyyəti nəticəsində maqmatik

ərintidən ayrılır və intruziyyaya daxil olur. Məlum olduğu kimi yuvenil suların böyük miqdarı Yerin ilkin formalaşmasında mantiyanın deqazasiyası nəticəsində əmələ gəlmişdir. Müasir dövrdə, bir çox tədqiqatçıların fikrincə (A.N.Ovçinnikov, A.A.Kartsev), yuvenil suların ayılması prosesi çox zəifdir.

7.4. Metamorfik mənşəli yeraltı sular

Bu tip sular əsasən bərpa olunan (dehidratasiya) sulardan, yəni minerallardan və süxurlardan termometomorfizm prosesində əlaqəli vəziyyətdən (kristallaşma, hiqroskopik və s.) sərbəst hala (gipsin anhidritə keçməsi və s.) keçməsindən ibarətdir. Deməli, bərpa olunan su «ikinci» sudan ibarətdir. Suyun ən intensiv bərpası mineralların və süxurların dehidrotasiyası prosesində formalaşır. Bu hallar müasir və nisbətən yaxın keçmişdə olan vulkanların fəaliyyəti nəticəsində və həm də böyük dərinlikdə yüksək temperatur və təzyiqlik şəraitində yaranır.

Bərpa olunmuş sular özünün yaranması və ayrılması anında praktiki olaraq həll olunmuş maddələrdən mərhum olur. Sonradan süxurlarla və qazlarla qarşılıqlı əlaqədə yüksək temperatur və təzyiqlik şəraitində sular müxtəlif komponentlərlə zənginləşir.

7.5. Yeraltı suların kimyəvi tərkibinin formalaşması

Yeraltı suların kimyəvi tərkibi olduqca müxtəlifdir. Hidrogeoloji və hidrokimyəvi tədqiqatlar belə suların yayılmasının əsas qanunauyğunluqlarını aşkar edir. Əgər buxarvari və əlaqəli suları nəzərə almasaq, onda yeraltı suların kimyəvi tərkibinin formalaşması onların damcı-maye halında olduğu andan başlayır. Yer kürəsinin əmələ gəlməsində və suların təbiətdə dövrəni prosesində həmişə suların kimyəvi tərkibinin dəyişməsi baş verir.

Sular süxurlarda hərəkət edərkən onlar bu və ya digər halda təsir göstərir və özü də dəyişikliyə məruz qalır. Nəticədə süxurlarla qarşılıqlı təsir nəticəsində kimyəvi komponentlərlə ya zənginləşir ya da onları itirir. Məsələn, duzların süxur məsələlərində və çatlarında kristallaşması.

Yeraltı suların tərkibini hər hansı bir proseslə izah etmək olmaz. *Bu müxtəlif istiqamətli kompleks proseslərin nəticəsidir.*

Yeraltı suların kimyəvi tərkibi *geoloji tarixi* əks etdirir.

YERALTI SULARIN TƏSNİFATI

Hidrogeologiya qarşısında duran əsas məsələlərdən biri də yeraltı suların təsnifatıdır, belə ki, yeraltı suların tiplərinin ayrılması və dəqiqləşdirilməsi onların öyrənilməsinə və istifadəsinə asanlaşdırır.

Yeraltı suların təsnifatını verən alimlərdən F.P.Savarinski, O.K.Lanqe, A.M.Ovçinnikov və başqaları yeraltı suları müxtəlif əlamətlərinə (yatım və yaranma şəraitlərinə, kimyəvi tərkib və hidravlik xüsusiyyətlərinə və s.) görə təsnif etməyə cəhd etmişlər. Lakin bu təsnifatlar yeraltı suların ancaq müəyyən əlamətlərini nəzərə aldığından, hal-hazırda tam təkmilləşdirilmiş vahid bir təsnifat mövcud deyil.

Sulu süxurların xarakterindən asılı olaraq bütün sular iki tipə «məsamə» və «çat» sularına bölünür.

Məsamələrdə (məsələn qumlu süxurlarda) olan yeraltı sulara *məsamə suları*, çatlarda toplanan sulara isə *çat suları* deyilir.

Yeraltı sular süxurların yaşına (məsələn dördüncü dövr suları), və bu süxurların mənşəyinə görə (allüvial çöküntü suları, flüasial sular) və s. ayrılır.

Hidravliki xüsusiyyətlərindən asılı olaraq yeraltı sular *təzyiqsiz* (qrunt suları) və *təzyiqli* (və ya artezian) ola bilər. Bəzi təsnifatlarda sukeçirməyən iki lay arasında yerləşən *layarası sular* ayrılır. Onlar təzyiqsiz və təzyiqli ola bilər.

Mineral sular adətən ayrıca qrup kimi hər hansı bir tipdə və yarım tipdə rast gəlinə bilər.

Yeraltı suların yatma şəraitinə görə ən müfəssəl təsnifatı 1948-ci ildə A.M.Ovçinnikov tərəfindən təklif

olunmuşdur. Bu təsnifata görə sular aşağıdakı əsas tiplərə bölünür: *mövsümi*, *qrunt* və *artezian suları* (cədvəl 8.1).

Mövsümi, qrunt və artezian suları haqqında ətraflı məlumat 9-cu fəsildə verilmişdir.

Cədvəl 8.1.

Yeraltı suların yatma şəraitinə görə təsnifatı
(A.M.Ovçinnikova görə, 1949)

Yeraltı suların növləri	Yarımnövlər		Xüsusi növlər	
	Məsaməli süxurlardakı sular (məsamə suları)	Çatlı süxurlardakı sular (çat suları)	Daimi donma rayonlarda ki sular	Cavan vulkanik rayonlarda yayılmış sular
1	2	3	4	5
Mövsümi sular	Torpaq və bataqlıq suları, sukeçirməyən linzalar üzərində toplanmış mövsümi sular, səhralarda takır qumlarındakı sular, dəniz sahillərindəki qum massivləri və dyünlərdəki sular	Çatlı süxurlardakı aşınma məhsullarının suları, karst massivlərini üst hissələrindəki sular, uçqun axınlarının tavan suları	Fəal təbəqənin suları	Termal bulaqlardan yaranan törəmə suları, püskürmə dövründə müvəqqəti famoral fəaliyyətdə olan sular

Qrunt suları	Allüvial sular, delüvial, proflüvial və göl çöküntüləri suları, qədim allüvial çöküntülərdəki sular, flüasial çöküntü suları, ana süxurlardakı sular	Uçqun axınlarının əsaslarında və püskürmə ana süxurların tavanında olan çatlarındakı qrunt suları, çökmə süxurların lay çatlarındakı sular, karbonatlı süxurlardakı karst suları	Donuşluq üstü sular, donuşluq arası sular	Qarlarla əhatə edilmiş yüksək temperaturlu sular, fumarol və geyzer suları
Artezian suları	Qum laylarındakı artezian hövzələrinin suları, maili strukturlardakı artezian suları (monoklinal quruluşda və qum-çınqıl pazlaşma zonalarında)	Artezian hövzələrinin suları (çatlı süxurlarda), maili strukturlardakı artezian suları (intruziv mənşəli və karbonatlı süxurlarda)	Donuşluq altı sular	Tektonik qurılmalardan çıxan qazlı termomineral sular, spesifik elementlərlə əhatə olunmuş püskürmə məhsullarında artezian suları

Daimi donmuş ərazilərində və cavan vulkanizm əyalətlərində olan sulara spesifik xüsusiyyətlərinə görə

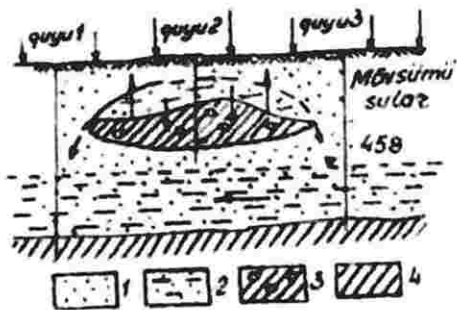
ayrıca bir tip kimi baxılır. Bütün tip sular yerüstü sular və atmosfer nəmliyi ilə müəyyən qarşılıqlı münasibətdə olmaları ilə səciyyələnilirlər. Bu da tədqiqatlar zamanı suların zonalar üzrə yayılma və formalaşma şəraitlərinə diqqət yetirməyi tələb edir.

FƏSİL 9.

MÖVSÜMİ SULAR VƏ QRUNT SULARI

9.1. Mövsümi sular

Aerasiya zonasının zəif su keçirən çöküntülərində (linzalarda) müvəqqəti toplanan atmosfer çöküntüləri, eləcə də yerüstü sular vasitəsilə qidalanıb zaman etibarilə mövsümi xarakter daşıyan sulara *mövsümi sular* deyilir (şəkil 9.1.1).



Şəkil 9.1.1. Mövsümü suların yerləşmə sxemi
1 - qum; 2 - sulu qum; 3 - çaqıllı gilcə; 4 - gil.

Mövsümi sular, adətən, aerasiya zonasında linzavari yatımlı su keçirməyən və ya zəif su keçirən çöküntülərin üzərində toplanır. Bəzən də bu sular linzavari yatımlı moren buzlaq çöküntülərinin üzərində yerləşir. Mövsümi su linzalarının və ya bu sularla doymuş çöküntülərin qalınlığı əksər hallarda 0,4... 1,0 m, bəzən də 5 m-ə qədər olur. Rütubət saxlamayan süxurlarda (iri dənəli qumlar, çatlı sal

süxurlar), həmçinin gillərdə əlverişli şərait olmadığına görə belə sulara təsadüf edilmir.

Mövsümi suların yaranmasında yer səthinin quruluşu da mühüm rol oynayır. Məsələn, su keçirməyən çöküntülərlə örtülmüş maili yamaclarda yerüstü suların süzülməsi üçün əlverişli şərait olmadığından mövsümi sular yaranmır.

Mövsümi sular, əsasən, düz səthli su ayrıclarında və çay terraslarında, çökəklikləri olan düzənlik sahələrində yağış və qar sularının süzülməsindən yaranır.

Böyük şəhərlərdə və sənaye tikintiləri yerləşən sahələrdə mövsümi sulara rast gəlinir. Kimyəvi tərkibcə bu sular əsasən şirin sulardır, az minerallaşmışdır. Lakin çirklənməyə məruz qaldığına görə su təchizatında bu sular az istifadə olunur.

Mövsümi suların rejimi atmosfer çöküntüləri və təsərrüfat sularından (şəhər ərazisində və sənaye sahələrində) olan infiltrasiyanın miqdarından asılıdır.

Bir qayda olaraq mövsümi sular çay suları ilə hidravliki əlaqədə olmur.

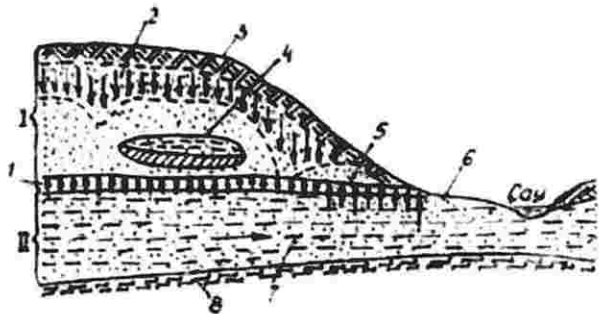
İnşaat işlərində mövsümi suların varlığı xoşagəlməz faktordur.

9.2. Qrunt suları

Yer səthindən aşağıda birinci regional su keçirməyən lay üzərində yerləşən, birinci su keçirən süxurlarda və ya çöküntülərdə öz ağırlıq qüvvəsi ilə yaranıb hərəkət edən sərbəst səthli daimi sulara *qrunt suları* deyilir. Qrunt suları su layını bütün qalınlığına qədər doldurmadiğına görə onlar *sərbəst səthli və təzyiqsiz olur*. Qrunt sularının dabanında yerləşmiş su keçirməyən laydan onların sərbəst səthinə qədər olan məsafə sulu layın və ya qrunt sularının *qalınlığı* adlanır. Qrunt sularının sərbəst səthi ilə yer səthi arasındakı məsafə qrunt sularının *yatma dərinliyinə* (bu böyük hədlər daxilində dəyişir) uyğun gəlir (şəkil 9.2.1). Çayların, göllərin

və dənizlərin yaxınlığındakı sahələrdə kafi və ifrat rütubətli zonalarda qrunut sularının səviyyəsi, adətən yer səthinə yaxın olur və yatma dərinliyi 0...1m-dən 5...10 m-ə qədər dəyişir.

Dağlıq zonalarda, səhralarda və yarımsəhralarda bu dərinlik bir neçə on metrə təşkil edir. Azərbaycanın düzən sahələrində qrunut suları, adətən, 3...5m dərinlikdə (suvarma sahələrindən başqa) yatır. Dağətəyi və dağlıq zonalarda dərin yatmış qrunut sularına rast gəlinir.



Şəkil 9.2.1. Aerasiya zonası suları və qrunut suları
I - aerasiya zonası; II - doymuş zona; 1 - kapilyar qalxma; 2 - asili (infiltrasiya) suları; 3 - torpaq suları; 4 - mövsümü suları; 5 - qrunut su səviyyəsi; 6 - bataqlıq; 7 - qrunut sularının hərəkət istiqaməti; 8 - sukeçirməyən qat.

Qrunut sularının yatma dərinliyi çox müxtəlif olmaqla fiziki-coğrafi, geoloji-litoloji, geomorfoloji və başqa yerli faktorlardan sıx surətdə asılıdır.

Qrunut suları atmosferdə baş verən dəyişikliklərə həssasdır. Atmosfer çöküntülərinin miqdarından asılı olaraq qrunut sularının səviyyəsi dəyişir. İsti və quraqlıq illərdə səviyyə enir, yağışlı və rütubətli vaxtlarda səviyyə qalxır. Qrunut sularının səviyyəsi həmçinin atmosfer təzyiqindən də

asılıdır. Vaxtdan asılı olaraq qrunut sularının keyfiyyəti və temperaturu dəyişir.

Qrunut suları adətən çayarası massivlərdə, çay dərələrində allüvial çöküntülərdə, çayların gətirmə konusları ərazilərində, qumlu-çaqıllı çöküntülərin yayıldığı ərazilərdə formalaşır. Qrunut sularının ən güclü hövzəsi

basdırılmış qədim çay dərələrində və qumlu-çaqıllı çöküntülərlə doldurulmuş buzlaq çaylarının dərəsində yerləşir.

Qrunut suları istifadə üçün çox əlverişlidir. Az dərinliyə qazılmış quyularla geniş istismar olunur. Ancaq az dərinlikdə yatdığı üçün tez çirklənməyə məruz qalır.

Qrunut su səviyyəsi, *qrunut su aynası* adlanır. Nisbətən eynicinsli litoloji xüsusiyyətlərə və kimyavi tərkibə malik qrunut sularının yerləşdiyi laylar *sulu horizont* və ya *sulu lay* adlanır. Sulu horizontun qalınlığı (h) qrunut su səviyyəsindən sulu layın dabanına qədər olan məsafə ilə ölçülür.

Qrunut sularının yatma şəraitindən asılı olaraq *qrunut su axımı* və *qrunut su hövzəsi* ayrılır.

Relyefin mailliyindən və layın sukeçiriciliyindən asılı olaraq qrunut suları bu və ya digər surətlə yüksək yerdən çökək sahəyə axaraq *qrunut su axımı* əmələ gətirir.

Baxmayaraq ki, qrunut sularının səthi müəyyən dərəcəyə qədər yer səthinin relyefinə uyğun gəlir, lakin qrunut suayrıcı səthləri yer səthinin su ayırıcı hissəsi ilə həmişə uyğun gəlmir.

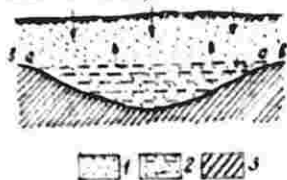
Qrunut su axımı, bir qayda olaraq ənənə bulaqları əmələ gətirir.

Qrunut sularının eyni mütləq yüksəklik səviyyələrini birləşdirən xəttlərə *hidroizohips* xəttləri deyilir.

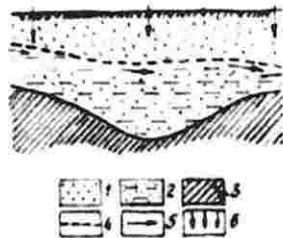
Relyefin mütləq yüksəkliyi ilə hidroizohips xətlərinin mütləq yüksəkliyi arasındakı fərq *qrunut sularının nisbi yatma dərinliyini* müəyyənləşdirir.

Horizontal səviyyəyə malik qrunut sularının yayıldığı sahə *qrunut su hövzəsi* adlanır. Belə hövzələr əsasən aşağıda yatan sukeçirməyən süxurlardan təşkil olunmuş, kənarları

eyni hündürlükdə yerləşən laylar üzərində əmələ gəlir (şəkil 9.2.2. və 9.2.3.).



Şəkil 9.2.2. Qrunt su hövzəsinin sxemi



Şəkil 9.2.3. Qrunt su hövzəsilə qrunt su axımının uyğunluğu

1 – qum; 2 – sulu qum; 3 və bb (şəkil 9.2.2) - sukeçirməyən lay; 4 və aa (şəkil 9.2.2) – qrunt su səviyyəsi; 5 – qrunt sularının axma istiqaməti; 6 – atmosfer çöküntülərinin infiltrasiyası

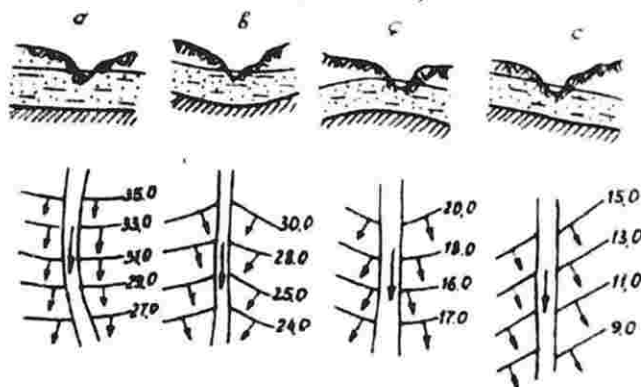
9.3. Qrunt suları ilə yerüstü su hövzələrinin və çay sularının əlaqəsi

Qrunt suları, adətən, yerüstü su hövzələrinin və çayların suları ilə hidravliki əlaqədə olur. Bu əlaqə əsasən hidroizohips xətlərinin əyrilik xüsusiyyətləri ilə təyin edilir (şəkil 9.3.1).

Yumşaq və mülayim iqlimli sahələrdə qrunt suları atmosfer çöküntüləri ilə lazımı dərəcədə qidalandıqı üçün onların səviyyəsi çay sularının səviyyəsinə yaxın, hərəkət istiqaməti isə çay yataqlarının istiqamətinə paralel olur (şəkil 9.3.1a).

Belə sahələrdə ilin müxtəlif fəsilərində atmosfer çöküntülərinin miqdarca artması ilə əlaqədar qrunt sularının qidalanmasının intensivliyi güclənir və onların

səviyyəsi qalxır. Göstərilən şəraitdə qrunt suları səthinin mailliyi çay yatağına tərəf istiqamətlənmiş və qrunt suları çayları qidalandırmış olur (şəkil 9.3.1b).



Şəkil 9.3.1. Qrunt suları ilə yerüstü su hövzələrinin və çay sularının qarşılıqlı əlaqəsi

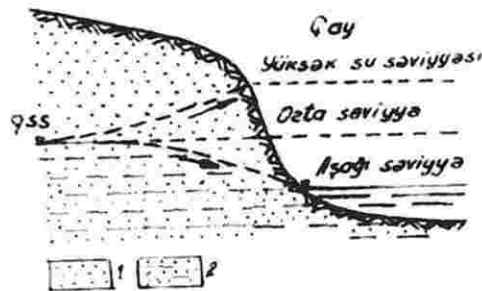
Quru iqlimli rayonlarda atmosfer çöküntülərinin miqdarı az olduğu üçün qrunt sularını lazımı qədər qidalandıra bilmir. Odur ki, belə rayonların böyük sahələrində təbii şəraitdə qrunt sularının səviyyəsi çay sularının səviyyəsindən aşağıda yerləşir. Bu səbəbdən göstərilən rayonlarda qrunt suları səthinin mailliyi çay boyu zolaqdan kənara doğru yönəlir və həmin istiqamətdə qrunt sularının yatma dərinliyi artır. Belə rayonlarda qrunt suları əsasən çay suları hesabına qidalanır, başqa sözlə, qrunt suları çay sularını drenləşdirir (şəkil 9.3.1ç).

Dağlıq rayonlarda bəzən çayın bir sahili qrunt sularını drenləşdirir, digər sahili isə onları qidalandırır (şəkil 9.3.1c).

Çaylarla hidravliki əlaqədə olduğuna görə qrunt sularının səviyyəsi il ərzində dəyişkən olur. Bahar fəsilində

çaylarda suyun səviyyəsi qalxdıqca qrunut sularının da səviyyəsi qalxır, əksinə, yay mövsümündə enir (şəkil 9.3.2).

Böyük hidrotexniki qurğuların tikildiyi sahələrdə qrunut suları bəndlərin özülünə axır və nəticədə onların səviyyəsi yer səthinə qədər qalxaraq ətraf sahələri bataqlaşdırır.



Şəkil 9.3.2. Çaydakı su səviyyəsi ilə sahiləni zolaqda qrunut su səviyyəsi (QSS) arasında qarşılıqlı əlaqə
1 - qum; 2 - sulu qum.

Qrunut sularını ilə yerüstü su hövzələrinin və çayların qolları arasındakı hidravliki əlaqəni öyrənmək məqsədilə müəyyən sahədə qrunut sularına xüsusi müşahidə quyuları qazılır. Bu quyularda qrunut sularının yer səthindən olan səviyyəsi təyin edilir. Sonradan yer səthinə nisbətən ölçülmüş bu səviyyələr dəniz səviyyəsindən götürülmüş (Qara dəniz və ya Baltik dənizi) mütləq hündürlüklərə çevrilir. Nəticədə hər bir quyuyu üçün mütləq qiymətlə hesablanmış qrunut su səviyyəsinə əsasən hidroizohips xəritəsi qurulur. Qurulmuş xəritədən hidroizohips xətlərinin və ya ayrılırlarının konfigurasiyasına və formasına görə qrunut suları

ilə çay suları arasında olan hidravliki əlaqənin xüsusiyyəti aşkar edilir. Əgər hidroizohips xətləri çay boyu zolaqda çay yatağını perpendikulyar kəsən düz xətlər şəklindədirsə, onda qrunut suları ilə çay suları arasındakı hidravliki əlaqə birtərəfli deyil, qarşılıqlı əlaqə sayılır. Belə şəraitdə qrunut su səthinin mailliyi və hərəkət istiqaməti çayın axım istiqamətinə paralel olur.

Hidroizohips xətləri çay yatağını onun axma istiqamətində qövsü, çaya tərəf qabarmış ayrılırla, iti bucaq altında kəsərsə, belə şəraitdə qrunut sularının çayı qidalandırdığı aşkara çıxır. Əksinə, bu xətlər çay yatağını onun axma istiqamətində kor bucaq altında kəsərsə, qrunut sularının çay suları hesabına qidalandığı aydın olur.

9.4. Qrunut sularının qidalanma və boşalma şəraiti

Qrunut suları öz ehtiyatını müxtəlif mənbələrdən götürür. Qrunut sularının aşağıdakı qidalanma mənbələrini göstərmək olar:

1. Atmosfer çöküntülərinin infiltrasiyası;
2. Çaylardan və digər yerüstü su mənbələrinin infiltrasiyası;
3. Dərində yerləşən təzyiqli sulu horizontlardan olan qidalanma.

Atmosfer çöküntülərindən infiltrasiya qrunut sularının əsas qida mənbəidir. İnfiltrasiyanın miqdarı düşən çöküntülərin xarakterindən və intensivliyindən, habelə torpağın və aerasiya zonasındakı süxurların sukeçiriciliyindən asılıdır. İnfiltrasiya olunmuş atmosfer çöküntülərinin qrunut su horizontuna çatma anından etibarən onların vertikal axımı dayanır. Sonradan bu sular qrunut su axımı şəklində az müqavimət olan təbii drenləşmə zonasına tərəf (çay dərələri, çökəkliklər və s.) yönəlir. İnfiltrasiya olan su qrunut su

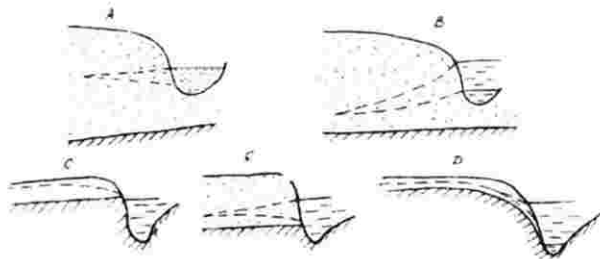
hövzəsinə çatdıqdan sonra səviyyənin qalxmasına təsir göstərir. Səhralıq ərazilərdə qrunt sularının qidalanması *kondensasiya suları* hesabına da ola bilər.

Quraqlıq zonalarda çay və digər yerüstü suların infiltrasiyası bütün il ərzində böyük əhəmiyyət kəsb edə bilər.

Qrunt suyu horizontunun boşalması bulaqlar və yer üzərində digər su çıxışları vasitəsilə baş verir.

Qrunt suları ilə çay suları arasında hidravliki əlaqə olduqca müxtəlifdir və bu əlaqə həm iqlim şəraitindən, həm də ərazinin geoloji quruluşundan asılıdır (şəkil 9.4.1).

Şəkil 9.4.1.-dən görüldüyü kimi şəkil 9.4.1.A-da qrunt su axımı çaya doğru yönəlib, şəkil 9.4.1.B-də qrunt sularının qidalanması çay sularının infiltrasiyası hesabına olur, şəkil 9.4.1.C-də qrunt suları ilə üst sular arasında hidravliki əlaqə yoxdur, şəkil 9.4.1.Ç-də çayda su səviyyəsi aşağı olduqda qrunt suları ilə çay suları arasında hidravliki əlaqə yoxdur. Lakin çayda səviyyə qalxdıqda bu əlaqə yaranır və nəhayət şəkil 9.4.1.D-də qrunt suları səviyyəsinə ancaq çaylar ensiz zolaqda təsir göstərir.



Şəkil 10.4.1. Qrunt sularının qidalanma və boşalma şəraiti

A - qrunt su axımı çaya doğru yönəlib; B - qrunt sularının qidalanması çay sularının infiltrasiyası hesabına olur; C - qrunt suları ilə üst sular arasında hidravliki əlaqə yoxdur; Ç - çayda su səviyyəsi aşağı olduqda qrunt suları ilə çay suları arasında hidravliki əlaqə yoxdur, lakin su səviyyəsi yuxarı olduqda bu əlaqə yaranır; D - qrunt suları səviyyəsinə ancaq çaylar ensiz zolaqda təsir göstərir.

Bəzi yerlərdə qrunt sularının qidalanması aşağıda yatan təzyiqli sulu horizontun tavanını örtən sukeçirməyən qat olmadıqda və təzyiqin səviyyəsi qrunt su səviyyəsindən çox olduqda mümkündür.

9.5. Qrunt sularının yatma şəraitinə görə əsas tipləri və onların səviyyəsi

Qrunt sularının yatma şəraitlərinə görə əsas xarakterik tipləri aşağıdakılardır:

1. Çay vadilərində formalaşan qrunt su tipi;
2. Buzlaq çöküntülərində formalaşan qrunt su tipi;
3. Çöl, yarımsəhra və səhralarda formalaşan qrunt su tipi;
4. Dağətəyi maili düzənlik və gətirmə konuslarında formalaşan qrunt su tipi;
5. Dağlıq ərazilərdə formalaşan qrunt su tipi;
6. Dəniz kənarlarında formalaşan qrunt su tipi.

Çay vadilərində formalaşan qrunt su tipi. Bu tip suların formalaşması onların yayıldığı əllüvial çöküntülərin atmosfer çöküntülərindən olan infiltrasiyası, çay terraslarında dərələrin yamaclarından gələn səthi suların udulması, digər sulu horizontlardan olan sular və suvarma kanallarından olan filtrasiya hesabına baş verir.

Allüvial çöküntülərdə sular şirindir və kimyəvi tərkibinə görə hidrokarbonatlı-kalsimlu tipə aid edirlər.

Allüvial suların yatma dərinliyi 0-dan 10-12 m qədər, bəzən də daha çox olur. Belə sular əllə qazılmış (dərinliyi 2-8 m) quyular vasitəsilə istismar olunur. Həmin sular sənaye müəssisələri və şəhərlərin su təchizatında istifadə olunur.

Buzlaq çöküntülərində formalaşan qrunut su tipi. Buzlaq qrunut çöküntülərində sularının yatma şəraiti olduqca müxtəlifdir. Flüasiyal qumalarda olan sular adətən zəif mineralaşmaya malikdir.

Buzlaq çöküntülərində olan qrunut suları əsasən atmosfer çöküntülərinin hesabına formalaşır. Bu çöküntülərdə olan qrunut suları kənd yaşayış məntəqələrinin və sənaye müəssisələrinin su təchizatında geniş istifadə olunur.

Çöl, yarımşəhra və səhralarda formalaşan qrunut su tipi. MDB ərazisinin 12% qədəri yarımşəhra və səhralardan təşkil olunmuşdur. Səhralar, əsasən, Orta Asiyada, Özbəkistanın Qaraqalpaq vilayətində, Cənubi Qazaxıstanda (Qaraqum, Qızılqum, Muyunqum, Sarı-İşiqotrau, Bedbak-tala) yerləşir.

Çöl, yarımşəhra və səhralar, əsasən, quru iqlimlə, az miqdarda atmosfer çöküntüləri (150...250 mm) və yüksək buxarlanma (2500 mm) ilə səciyyələnir. Belə sahələrdən keçən çaylara tranzit çaylar deyilir, çünki bu çaylar belə sahələrdə heç bir əlavə qida almır, əksinə, öz sularının əsas hissəsini, bəzən də hamısını itirmiş (süzülmə itkisinə və buxarlanmaya) olur.

Göstərilən ərazilərin əsas hissəsi quru qumlarla və gilli çöküntülərlə örtülmüşdür. Çöl, yarımşəhra və səhralara ilin isti aylarında düşən atmosfer çöküntüləri, əsasən, buxarlanmaya və cüzi miqdarda süzülməyə gedir.

Çöllərə düşən qar sahələrə yığılır. Müşahidələr göstərmişdir ki, çökəklik sahələrdə qrunut suları dayızda yatır və nisbətən az mineralaşır.

Yarımşəhra və səhralarda şor suların üstündə yerləşmiş *üzən şirin su linzalarına* da təsadüf edilir.

Quru çöllərdə və yarımşəhralarda qrunut suları çox da dərinədə yatmır. Xəzərkənarı düzənlikdə qrunut suları bir neçə metr dərinlikdə yatır və yüksək dərəcədə mineralaşmışdır.

Qaraqum və Qızılqum səhralarında qrunut suları yüksək dərəcədə mineralaşdığı üçün içməyə yararlı deyildir. Qaraqum səhrasında qum barxanları arasında yerləşmiş gilli sahələrin altında takıraltı şirin və zəif mineralaşmış yeraltı sulara rast gəlinir. Takıraltı şirin su linzaları atmosfer çöküntülərinin gilli qatlardan süzülməsi yolu ilə əmələ gəlir.

Son zamanlarda Qaraqum səhrasında böyük yeraltı şirin su linzaları aşkara çıxarılmışdır. Bunlardan ən əhəmiyyətli Yaxsan, Çilmamedqum, Zaunquz, Uzboy və başqalarıdır.

Dağətəyi maili düzənliklərdə və çayların gətirmə konuslarında qrunut sularının ehtiyatı böyükdür və bunlar xalq təsərrüfatının inkişafında mühüm rol oynayır. Yatım şəraiti və qidalanma mənbələrinə görə iki növ qrunut suyunu bir-birindən fərqləndirmək lazımdır: *çayların gətirmə konuslarının qrunut suları* və *dağətəyi maili düzənliklərin qrunut suları*.

Hər iki növ qrunut sularının yayıldığı sahələrin biri o birisinin davamıdır, bunlardan kənd təsərrüfatında, əsasən də texniki bitkilərin becərilməsində geniş istifadə olunur.

Adətən, dağ çayları özü ilə gətirdiyi iri ölçülü sükur qırıntılarını düzənlik vadilərinə çıxmadan qabaq dağ dərələrində çökdürür. Çay sularının bir hissəsi iri dənəli qırıntı materiallarındakı boşluqları dolduraraq ilk yataqaltı su axını və ya qrunut suyu axını yaradır. Yaranmış qrunut suyu axını dağ dərəsindən çıxdıqdan sonra çayların gətirmə konuslarının çöküntülərini qidalandırır. Burada çaylar öz sularının əsas hissəsini süzülməyə sərf edərək qrunut sularını intensiv qidalandırır. Bu sahələrdə qrunut sularının atmosfer

çöküntüləri hesabına qidalanması da xeyli azalır. Çayların gətirmə konuslarının yuxarı hissələrində (dağlara yaxın yerlərdə) qrunt suları, adətən, dərinədə yatır. Həmin hissələrdən kənarlara uzaqlaşdıqca yatma dərinliyi azalır. Gətirmə konuslarının aşağı hissələrində, adətən, qrunt suları yer üzünə *bulaqlar* şəklində çıxır. Belə bulaqların yaranmasına səbəb gətirmə konuslarının aşağı hissələrində süxur hissəciklərinin ölçülərinin narinləşməsi və sukeçirmə qabiliyyətinin pisləşməsidir. Gələn yeraltı qrunt sularının axını bu çöküntülərdən bütövlükdə süzülüb keçə bilmədiyi üçün onların bir hissəsi yer səthinə bulaqlar şəklində sızmağa və ya axmağa məcbur olur.

Bulaqların üzə çıxdığı zonadan çayların gətirmə konuslarının aşağı qurtaracağına doğru uzaqlaşdıqca qrunt sularının səviyyəsi yenidən aşağı enməyə başlayır. Bu, əsasən, sahələrin təbii drenlənməsi hesabına yaranır. Çünki çayların gətirmə konuslarının aşağı qurtaracağında çay yataqları, əsasən, quru olur və təbii dren rolu oynayır. Qrunt suları səviyyəsinin aşağı enməsində buxarlanma və transpirasiyanın rolu böyükdür. Bəzi sahələrdə evapotranspirasiya qrunt sularının yatma dərinliyi 3 - 4 m olduqda özünü biruzə verir. Belə sahələrdə, bəzən də IV dövr çöküntüləri daxilində linzavarı yatımlı su keçirməyən və zəif su keçirən çöküntülər (gillər, gilcələr) yarandığından qrunt suları yerli təzyiqlə malik olur. Bu sahələrdə qazılmış quyulardan yer üzünə kiçik təzyiqli *özüaxımlı qrunt suları* alınır. Kimyəvi tərkibcə gətirmə konuslarının yuxarı hissələrindəki qrunt suları onları qidalandıran çay sularından fərqlənir. Suların minerallaşması, adətən 1,0 q/l-dən kiçik olur. Gətirmə konuslarının aşağı hissələrinə getdikcə qrunt sularının minerallaşma dərəcəsi tədricən artır və kimyəvi tərkibi pisləşir. Belə dəyişmələrə səbəb su keçirən çöküntülərin tərkibinin dəyişməsi, qrunt sularının yatma dərinliyinin azalması, buxarlanma və transpirasiyanın artmasıdır.

Quru iqlimli dağətəyi maili düzənliklərdə yamaclardan yerüstü müvəqqəti su axınları ilə, çaylarla, dənizlərlə gətirilmiş qırıntı süxur materialları yığılır. Bunun nəticəsində ayrı-ayrı çayların gətirmə konusları birləşib ümumi səthi olan dağətəyi maili düzənliklər əmələ gətirir. Bu düzənliklərdə qrunt suları geniş yayılmış olur. Çayların gətirmə konuslarının qrunt sularından fərqli olaraq bu düzənliklərin qrunt sularının qidalanmasında çay suları ilə bərabər, dağ rayonlarının ana süxurlarının çat suları, atmosfer çöküntüləri, müvəqqəti yerüstü su axınları və suvarma suları da böyük rol oynayır. Dağətəyi maili düzənliklərdəki hidrogeoloji şərait yuxarıda izah olunan çayların gətirmə konuslarındakı hidrogeoloji şəraitlə eynidir. Bu düzənliklərdə qrunt sularının yer üzünə çıxan zonalarının eni bəzən bir neçə kilometr təşkil edir. Zəif qidalanmaya malik qrunt suları bu zonalarda yer səthinə çıxmır və yer səthindən 1...3 m dərinlikdə yataraq buxarlanma və transpirasiyaya sərf olunur.

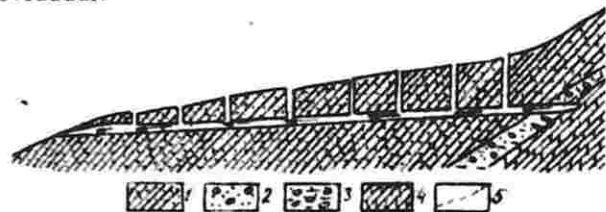
Dağətəyi maili düzənliyin böyük qalınlıqlı kontinental çöküntüləri təbii kollektor olmaqla, yüksək ehtiyatlı qrunt və artezian sularını özündə toplayır. Belə geoloji strukturlarda yeraltı su ehtiyatları səthi suların və atmosfer çöküntülərinin infiltrasiyası hesabına formalaşır.

Azərbaycan ərazisində dağətəyi maili düzənliklər geniş yayılmışdır (Qusar-Dəvəçi, Gəncə-Qazax, Qarabağ, Şəki - Zaqatala maili düzənlikləri) və bunlarda böyük yeraltı su ehtiyatları mövcuddur.

Dağətəyi düzənliyin və quru çay deltalarının (dərələrinin) suları su təchizatında və suvarmada geniş istifadə olunur. Hələ qədim zamanlarda bu sular *kəhrizlər* vasitəsilə kəptaj olunaraq özüaxımla yer səthinə çıxarılaq tələbatçılara çatdırılırdı (şəkil 9.5.1.).

Kəhriz qurğuları indiyə qədər mövcuddur və Cənubi Qafqazda, Orta Asiyada və Orta Şərqdə (İran, Əfqanıstan

və s.) istifadə olunur. Azərbaycanda hal-hazırda ümumi sərfi $20 \text{ m}^3 / \text{s}$ olan 900-ə qədər fəaliyyətdə olan kəhrizlər mövcuddur.



Şəkil 9.5.1. Təbii şəraitdə kəhrizin şaquli kəsilişi

1 – örtük gilçələr; 2 – qumlu çaqıllar; 3 – sulu qumlu çaqıllar; 4 – IV dövrə qədər olan süxurlar; 5 – yeraltı suların səviyyəsi

Dağlıq ərazilərdə formalaşan qrunut su tipi əsasən ana süxurların aşınmış hissələrində, qatlarında, tektonik pozulma və dəyişikliklər zonasında rast gəlinir. Bəzən də bu sular ana süxurları örtən və qalınlığı az olan IV dövr çöküntülərində yayılır.

Dağlıq ərazilərdə yer səthinin mailliyi böyük olduğuna görə yerüstü suların (yağışdan və qardan əmələ gələn yerüstü su axını) sürəti böyük olur. Bu səbəbdən dağlıq ərazilərdə əsas qida mənbəyi sayılan atmosfer çöküntülərindən əmələ gəlmiş yerüstü suların əsas hissəsi *humid* rayonlarda yerüstü axına, *arid* rayonlarda isə buxarlanmaya sərf olunur. Bu suların cüzi hissəsi əlverişli geoloji və geomorfoloji şəraitdə yer səthindən (qatlardan və tektonik pozulmalardan) süzülərək qrunut sularının qidalanmasına sərf edilir. Ərazi etibarilə qrunut suları dağ zonalarının məhdud sahələrində yayılır. Suların yatma dərinliyi yer səthinin quruluşundan, sahələrin geoloji və litoloji xüsusiyyətindən asılı olaraq müxtəlifdir. Bu sular, əsasən, dərinədə yadır. Kimyəvi

tərkibcə dağ ərazilərinin qrunut suları hidrokarbonatlı-kalsium-natriumlu olmaqla şirindir və minerallaşma dərəcələri $0,5 \text{ q/l}$ -dən azdır. Bəzən də qrunut suları yer səthinin aşağı hissələrində və dağ yamaclarında *enən bulaqlar* şəklində yer üzünə çıxır. Azərbaycanın dağlıq rayonları iqtisadiyyatının yüksəlməsində və xalq təsərrüafının (maldarlığın, yem bazasının, üzümçülüğün) inkişafında qrunut sularının, ümumiyyətlə, yeraltı suların əhəmiyyəti böyükdür.

Respublikanın dağlıq ərazilərində aparılan kəşfiyyat nəticəsində qrunut sularının böyük ehtiyatı aşkar edilmişdir. Bu sular həm içməyə və həm də xalq təsərrüfatının başqa sahələrində işlədilməyə yararlıdır.

Dənizkənarı sahələrin və dyunların qrunut suları yatma dərinliyinə və kimyəvi tərkibinə görə müxtəlif olur. Bu isə iqlim şəraitindən, yer səthinin quruluşundan, geoloji və hidrogeoloji xüsusiyyətlərdən asılıdır.

Arid rayonlarda Xəzər və Aral dənizləri kənarında qrunut suları dayaz yatımlı yüksək dərəcədə minerallaşmış olur. Humid rayonlarda dyunların şor qrunut suları üzərində şirin su liznalarına rast gəlinir. Bunların qida mənbəyi atmosfer çöküntüləridir.

FƏSİL 10.

ARTEZIAN SULARI

10.1. Artezian hövzəsinin yatma şəraiti və növləri

İki regional sukeçirməyən lay arasında yerləşən suxurlarda yatan və pyezometrik səviyyəyə malik olan sulara *təzyiqli və ya artezion suları* deyilir.

Artezian suları öz adını Cənubi Fransada Artya (qədim latın adı arteziya) əyalətindən götürmüşdür. Burada 1126 – cı ildə Avropada ilk dəfə quyu qazılmışdır və bu quyu da özünəməxsus işləməyə başlamışdır. Belə quyular *artezion quyusu* adını almışdır.

Artezian suları əsasını sineklizlərdə, çökəkliklərdə, muldalarda, monoklinal strukturların əyilmiş kənarlarında və dağətəyi çökəkliklərdə və eləcə də tektonik qırılma zonalarında geniş yayılmışdır. Bu sulara əsasən IV dövrə qədərki, nadir hallarda isə IV dövrə çöküntülərində rast gəlinir.

Hal-hazırda artezion suları əvəzinə «təzyiqli sular» termini geniş işlədilir. Artezian sularının başlıca xüsusiyyətləri aşağıdakılardır:

1. Təzyiqli sulu horizont adətən qrunut su horizontundan və kompleksindən dərində sukeçirməyən laylar arasında yerləşir;

2. Artezian sularının qidalanma mənbəi və təzyiq yaranan sahəsi və boşalma mənbələri üst-üstə düşür və bir-birindən çox böyük məsafədə yerləşir;

3. Quyu vasitəsilə açılmış artezion sulu horizontunda səviyyə horizontun tavanından yüksəyə qalxır;

4. Artezian sularının rejimi qrunut sularının rejimilə müqayisədə nisbətən daha stabildir. Onların rejiminə fiziki-

coğrafi şərait qrunut sularına nisbətən az təsir göstərir. Suyun temperaturu dərinə getdikcə artır;

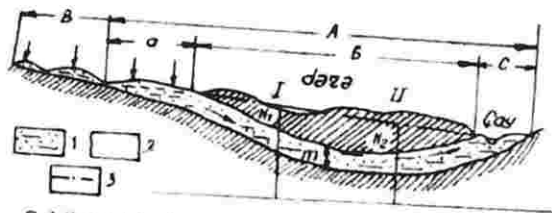
5. Artezian sulu horizontu kövrək rejimə malikdir və istismar zamanı özünəməxsus diqqət tələb edir;

6. Qrunut sularına nisbətən artezion suları az çirklənməyə məruz qalır, çünki onlar regional su keçirməyən təbəqə ilə örtülüb.

Artezian suları yatma şəraitinə görə *artezion hövzəsi, artezion yamacı və subartezion hövzəsinə* ayrılır.

Artezian hövzəsi. Artezian hövzəsi dedikdə sinklinal strukturda yatan artezion su horizontlarının və ya komplekslərinin cəmi başa düşülür. Xüsusi halda artezion hövzəsi bir sulu horizontdan və ya kompleksdən ibarət ola bilər. Hər bir artezion hövzəsində aşağıdakı elementləri ayırmaq olar (şəkil 10.1.1):

- qidalanma mənbəyi;
- təzyiqin yayılma sahəsi;
- boşalma sahəsi.



Şəkil 10.1.1. Artezian hövzəsinin quruluş sxemi
A – artezion sularının yayılma sahəsi; a, b və c – uyğun olaraq qidalanma, təzyiq və boşalma sahəsi; B – qrunut sularının yayılma sahəsi; H_1 , H_2 və m – uyğun olaraq yersəthi üzərində və altında təzyiq səviyyəsi və artezion sulu horizontunun qalınlığı.

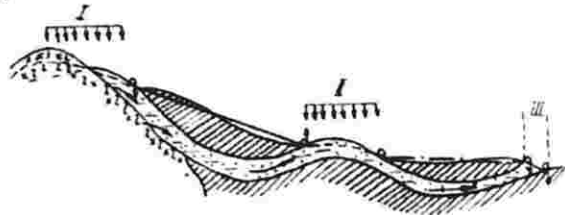
Qidalanma mənbəyində sulu horizontlar adətən

yüksəklikdə yerləşir və drenləşir. Ona görə də burada sular sərbəst səviyyəyə malik olurlar və prinsipcə qrunտ sularından fərqlənmişir.

Təzyiqliq sahəsində su səviyyəsi sulu horizontun tavanından yuxarıda yerləşir və bu səviyyəyə qədər olan məsafə "təzyiqliq" adlanır. Suyun təzyiqliq səviyyəsi *pyezometrik səviyyə* adlanır və onun mütləq səviyyəsinin dəyişməsinə əsasən artezian hövzələri hidrogeoloji xəritədə *hidrozopyezlarla* (mütləq səviyyəyə bərabər təzyiqliq nöqtələri birləşdirən xəttlər) göstərilir. Qidalanma mənbəyindən fərqli olaraq təzyiqliq sahəsində *sulu horizontun qalınlığı dəyişməz* olur.

Boşalma sahəsində artezian suları "qalxan bulaqlar" şəklində və ya nisbətən qidalanma mənbəyindəki mütləq səviyyədən aşağıda olan zonalarda (dərə, çay, çökəkliklər və s.) yer səthinə çıxır.

Arteziyan hövzəsində qidalanma sahəsi təzyiqliq sahəsinin yaxınlığında yerləşir. Sonradan axım istiqamətində təzyiqliq horizontun boşalma sahəsi yerləşir. Qidalanma və boşalma sahələrində artezian və qrunт suları arasında bilavasitə əlaqə müşahidə olunur (şəkil 10.1.2).



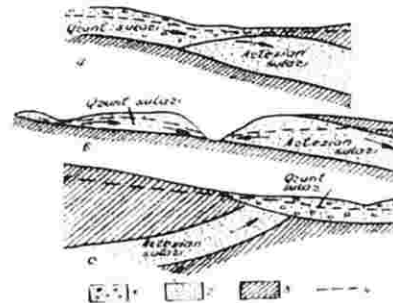
Şəkil 10.1.2. Arteziyan hövzələrində əsas və yerli qidalanma mənbələrinin yerləşmə sxemi

I, II və III – uyğun olaraq təzyiqliq yaranma sahəsi ilə birgə əsas və yerli qidalanma və boşalma sahələri.

Adətən artezian hövzəsi sukeçirən və nisbətən sukeçirməyən layların növbələşməsindən ibarətdir. Sulu horizont nə qədər davamlı, qidalanma sahəsi geniş və qidalanma və boşalma mənbələrinin mütləq yüksəklik fərqi çox olarsa, onda artezian horizontu yüksək sululuğa malik olar.

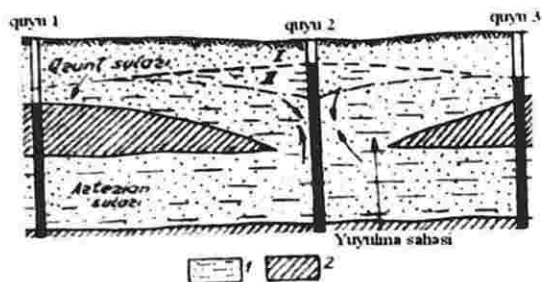
Əgər qidalanma sahəsi nəhəng sahəni tutursa, onda artezian hövzəsində ən çox həcmli şirin sular yerləşir, belə ki, sulu horizontun geniş sahəsi intensiv su mübadiləsi zonasında yerləşir.

Arteziyan hövzəsində vahid hidrodinamik şəraitin dəqiqləşdirilməsi yeraltı suların resursunu, kimyəvi tərkibini və formalaşma şəraitinin öyrənilməsinə imkan yaradır. Ona görə də sulu horizontun və kompleksin nəinki yüksək hipsometrik sahəsində yer səthinə çıxmış süxurlarını, həm də dağlıq-qırışlıq kristallik massivlərin ayrı-ayrı hissələrinin qidalanma sahəsinə aid etmək daha əsaslanmış sayılır, beləki bu strukturlardan yeraltı sular artezian hövzələrindəki horizontlara və komplekslərə axır (şəkil 10.1.3.)



Şəkil 10.1.3. Arteziyan və qrunт sularının qarşılıqlı əlaqəsi
a - artezian sularının qrunт sularına keçməsi; b - artezian sularının qrunт sularına keçməsi; c - qrunт sularının artezian sularından gidalanması; 1 - çaqıl və çinqillər; 2 - qum; 3 - sukeçirməyən qat; 4 - yeraltı suların səviyyəsi.

Əgər artezian sularının pyezometrik səviyyəsi qrunut suları aynasından yuxarıda yerləşərsə, onda artezian suları qrunut sularını qidalandıra bilər. Əksinə olduqda isə qrunut suları artezian sularını qidalandırır (şəkil 10.1.4.).



Şəkil 10.1.4. Qrunut sularının təzyiqli sularla hidravliki əlaqə sxemi

I və II – uyğun olaraq qrunut sularının təzyiqli sularla qidalandığı və əksinə, təzyiqli suların qidalandığı şəraitdə yeraltı suların səviyyəsi; 1- sulu lay; 2- sukeçirməyən lay.

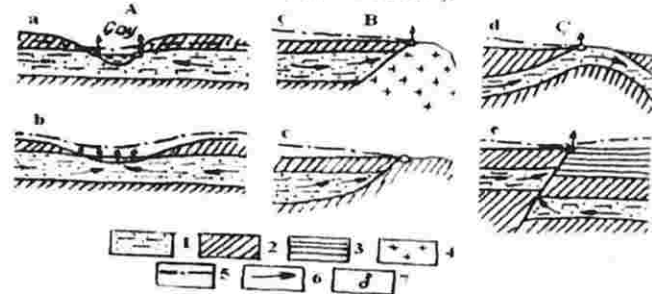
ağlıq rayonlarda təzyiqli sularla qrunut suları arasında əlaqə tektonik hərəkətlər və pozulmalar nəticəsində yaranır.

Bir çox artezian hövzələri bir-birilə bağlı olur. Belə şəraitdə bir hövzədən digərinə su axımı üçün əlverişli şərait yaranır.

Artezian sularının boşalma sahəsi – sulu horizontların və komplekslərin qidalanma sahəsinə nisbətən aşağı hipsometrik zonalarda yer səthinə çıxması nəticəsində olur. Boşalma sahəsi bir qayda olaraq açıq (qalxan bulaqlar) və gizli (ovuntu IV dövr çöküntülərinə, çay dərələrinə, dəniz dibinə boşalma və s.) olur.

Açıq (təbii) boşalma: erozion boşalma, çay dərələrində lokallaşmış boşalma, səhralarda axımsız dərələrə boşalma,

maniəli (artezian sularının hərəkət yolunda maniə olduqda), tektonik struktur (tektonik qırılma zonasında, antiklinal dağlıq-qırıxıq strukturlarında və s.) (Şəkil 10.1.5.).



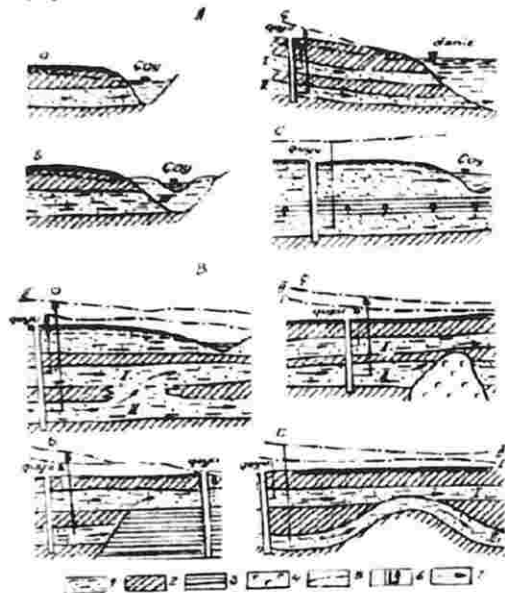
Şəkil 10.1.5. Artezian sularının təbii boşalma mənbələri

A - təzyiqli suların erozion boşalma mənbəyi; a - çay dərəsində su səviyyəsinə yuxarıda; b - erozion tektonik çökəklikdə; B - maniəli boşalma mənbəyi; ç və c - artezian sularının hərəkət yolunda sukeçirməyən maqmatik, metamorfik, duzlu çöküntülər və sukeçirməyən qırıxıqlar; Ç - artezian sularının struktu-tektonik sahələrdə boşalma mənbələri; d - sukeçirən qırıxığın tağında boşalma; e - ekranlaşmış sulu horizontlardan boşalma mənbəyi; 1 - sulu süxurlar; 2 - sukeçirməyən süxurlar; 3 - nisbətən sukeçirməyən süxurlar; 4 - maqmatik süxurlar; 5 - pyezometrik səviyyə; 6 - artezian sularının hərəkət istiqaməti; 7 - qalxan bulaqlar.

Artezian sularının gizli boşalma mənbələri iki hissəyə - xarici və daxili - bölünür. Daxili boşalmaya misal olaraq *subflyüvial* (çay dərələrinə və allyüvial çöküntülərin altına), *submarin* (dəniz dibində bulaqlar) və s. (şəkil 10.1.6.).

Təzyiğin yayılma sahəsi - artezian hövzəsinin inkişaf etdiyi əsas zonadır və sulu horizontlar üçün yeraltı suların pyezometrik səviyyəsi xarakterdir. Pyezometrik səviyyə həmişə sulu layın tavanından yuxarıda yerləşir. Vertikalda

sulu layın tavanından pyezometrik səviyyəyə qədər olan məsafə təzyiqləndirilir.



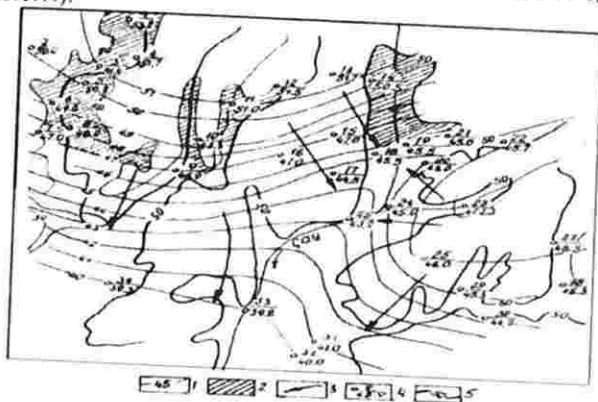
Şəkil 10.1.6. Artezian sularının təbii gizli boşalma mənbəyi

A - yeraltı təzyiqli suların xarici boşalma mənbələri:

a və b - subflyüvial (çay dərələrinə və allyüvial çöküntülərin altına); ç - submarin (dəniz dibində bulaqlar), c - nisbətən sukeçirməyən laylardan keçərək boşalan təzyiqli sular; B - yeraltı təzyiqli suların daxili boşalma mənbələri: a - sukeçirməyən layda olan "fasial pəncərə" vasitəsilə; b - basdırılmış tektonik pozulmalar vasitəsilə; ç - duzlu künbəzlərlə basdırılmış qırıxılardan; c - basdırılmış qırıxıqların tavanından.

Artezian hövzəsinin tam yayıldığı ərazidə pyezometrik səviyyənin paylanması qidalanma və boşalma sahələrinin hipsometrik yüksəkliklərinin nisbatına görə müəyyənləşdirilir. Artezian sulu horizontunu açmış quyularda pyezometrik səviyyə *real (faktiki)* sayılır.

Xəritədə bu və ya digər sulu horizontun pyezometrik səthinin xarakteri *hidroizopyez* xəritəsində əks olunur (şəkil 10.1.7.).

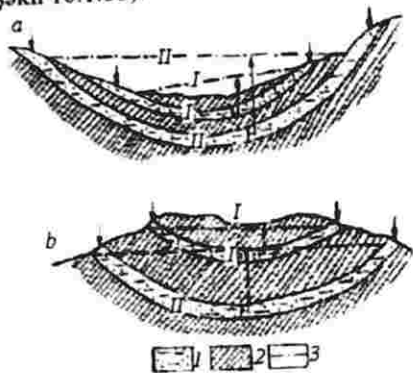


Şəkil 10.1.7. Hidroizopyez xəritəsi

1 - hidroizopyez və onun mütləq qiyməti; 2 - özünəməlik sahələr; 3 - artesian sularının axma istiqaməti; 4 - quyu, quyuların sıra sayı və pyezometrik səviyyəsinin qiyməti; 5 - yer səthinin horizontları.

Adətən artesian hövzəsinin sahəsində bir neçə təzyiqli sulu horizont və kompleks inkişaf edir. Layların *düz relyefdə və sinklinal qalxımında* aşağıda yerləşən sulu horizontun təzyiqli yüksək olur və maksimum səviyyəyə qalxır. Ona görə də çox vaxtlar quyularda su *özünəməlik* olur (şəkil 10.1.8a). *Çevrilmiş relyefdə* (artesian hövzəsi kənarlarından yuyulur) isə aşağıda yatan sulu horizontların

pyezometrik səviyyəsinin mütləq hündürlüyü minimum olacaqdır (şəkil 10.1.8b).



Şəkil 10.1.8. Artezian hövzələrinin tipləri

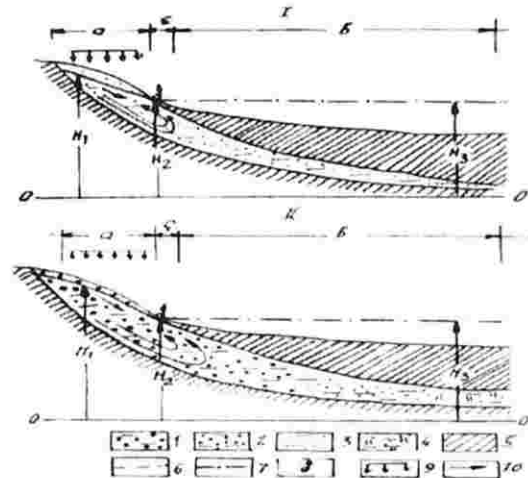
a - düz relyef; b - çevrilmiş relyef; I və II - uyğun olaraq üst və alt artezion sulu horizontları.

10.2. Artezian yamacı və subartezion hövzəsi

Artezian yamacı A.M.Ovçinnikova görə adətən monoklinal yatmış sulu horizontların dərinliyə getdikcə pazlaşması və ya onun yaranması sulu süxurların litoloji xüsusiyyətlərinin dəyişməsilə bağlı özünəməxsus asimmetrik artezion hövzəsidir (şəkil 10.2.1.).

Təbiətdə artezion yamacları artezion hövzələr kimi çox geniş yayılmışdır. Artezian yamacları adətən dağətəyi əyilmələrin kənarlarında, dağarası çökəkliklərdə, dəniz və okean çökəkliklərinin yamaclarında yerləşir. Bundan əlavə onlar habelə siniklizlərin yamaclarında və platformalarda olan çökəkliklərdə, dərinədə yatmış böyük qalınlıqlı süxurlarda yerləşir.

F.P.Savarenskiyə görə subartezion suları müəyyən daimi təzyiqli olmayan zamandan və sahədən asılı olaraq dəyişə bilən təzyiqli yeraltı sulardan ibarətdir.

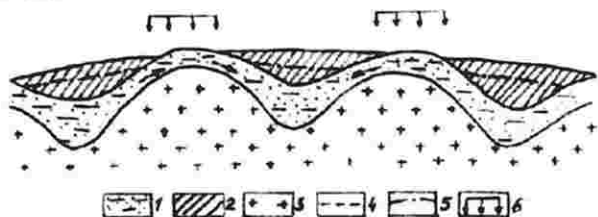


Şəkil 10.2.1. Artezian yamacının sxemi

I - sulu horizontun pazlaşma şəraitində; II - sulu horizontda nisbətən sukeçiricivə sukeçirməyən layların növbələşmə şəraitində; a - qidalanma və təzyiqlin yaranması sahəsində; b və c - təzyiqlin yayılma və boşalma sahəsi; H_1 , H_2 və H_3 - uyğun olaraq qidalanma, boşalma və yayılma sahələrində təzyiqlər; 1, 2, 3 və 4 - uyğun olaraq iri, xırda, narin dənəli qumlar və narin dənəli gilləmiş qumlar; 5 - sukeçirməyən süxurlar; 6 və 7 - qunt su və pyezometrik səviyyələr; 8 - qalxan bulaqlar; 9 - atmosfer çöküntülərinin infiltrasiyası mümkün olan sahələr; 10 - yeraltı suların axma istiqaməti.

Müəyyən geoloji strukturda subartezion suları saxlayan sulu horizontların cəmləşdiyi hissəyə *subartezion hövzəsi* deyilir (şəkil 10.2.2.). Qədim kristallik qalxanlarda olan sulu horizontlardakı yeraltı suları subartezion sularına aid etmək olar. Burada relyefin yerli erozion çökəkliklərində çöküntü

suxurlar sukeçirməyən çöküntülərlə örtülür və nəticədə yeraltı sular təzyiqli olur. Relyefin yüksək sahələrində isə sulu suxurlar yer səthinə axır və qrunut sularına çevrilir (şəkil 10.2.2.).



Şəkil 10.2.2. Subartezian sularının yatma sxemi
1 – sulu suxurlar; 2 – sukeçirməyən suxurlar; 3 – kristallik suxurlar; 4 – qrunut sularının səviyyəsi; 5 – pyezometrik səviyyə; 6 - atmosfer çöküntülərinin infiltrasiyası mümkün olan sahələr.

Bəzən geniş çayarası massivlərin üst hissəsində nisbətən horizontal yatmış çöküntü suxurlarda olan sulu kompleksləri subartezian sularına aid edirlər. Burada bəzi sahələrdə təzyiqsiz qrunut suları və ya layarası sular, başqalarında isə təzyiqli sular qeydə alınır.

Subartezian sularının yatma şəraiti və formalaşması onların minerallaşma dərəcəsinin və kimyavi tərkiblərinin müxtəlifliyini müəyyən edir. Adətən atmosfer çöküntülərinin müasir infiltrasiyası olan sahələrdə şirin və ya az duzlaşmış sular formalaşır ki, bunlar da sulu horizont dərinləşdikcə duzlu olur.

Arteziyan hövzələrində böyük həcmdə şirin, minerallaşmış, sənaye və termal suların ehtiyatı toplanır. Bu həmin hövzələrin geoloji, tektonik və hidrogeoloji xüsusiyyətləri ilə bağlıdır. Arteziyan hövzələrində şirin

suların təbii ehtiyatının böyük həcmdə formalaşması onlardan iqtisadiyyatın müxtəlif obyektlərinin su təchizatında geniş istifadəsini təşkil etməyə imkan verir.

FƏSİL 11.

ÇATLI VƏ KARSTLAŞMIŞ SUXURLARDA YERALTI SULAR

11.1. Çatlı süxurlarda yeraltı sular

Püskürmə və çöküntü (qumçalar, kvartsitlər, tuflar və s.) bərk süxur çatlarında formalaşan yeraltı sulara *çat suları* deyilir.

Bu sular süxurlarda tektonik, iqlim və geomorfoloji faktorların təsiri nəticəsində yaranmış müxtəlif ölçülü ensiz əlaqəli çatlar sistemində hərəkətdə olurlar. Tektonik çatlar zonası, xüsusən qırıxıq sahələrdə, layların antiklinal qalxımında yaxşı inkişaf edib. Qırıxıqların əmələ gəlməsilə eyni vaxtda yaranan çatlar antiklinalların oxu istiqaməti ilə eyni olur.

Aşınmalar nəticəsində əmələ gələn çatlar ilk növbədə temperaturun təsiri altında və həm də hərəkətdə olan suların süxurlara kimyəvi və mexaniki təsiri nəticəsində yaranır.

Suxurlarda çatlar açıq və bağlı ola bilər, yəni qumlu-gilli materiallarla və damarlarda toplanan kvartsitlər, kalsitlər, pirit və s. ilə doldurulmuş olurlar. Çatların xarakteri və dərəcəsi həm də süxurların tərkibindən və bərkliyindən asılıdır. Çatların eni daimi deyil, amma çox hallarda kiçikdir. Kristallik və metamorfik süxurlarda adətən çatların eni bir neçə millimetrlə, az hallarda bir neçə santimetrlə, çox təsadüfi halda isə bir metrə çatır.

Yer təkinin üst laylarında ən çox müşahidə olunan intensiv çatlılıq (aşınma çatlılığın inkişaf etdiyi) və yerli hidroqrafik şəbəkənin drenləşdirmə təsirindən *ən yüksək intensivli su mübadiləsi* qeydə alınır. Dərinliyə getdikcə süxurlarda çatlılıq sönür, hidroqrafik şəbəkənin

drenləşdirici təsiri az olduğu üçün su mübadiləsinin aktivliyi azalır.

Çatlı süxurlarda yeraltı sular. Bərk süxurlardan ibarət laylarda və qalınlıqlarda müxtəlif istiqamətlərdə biri-birini kəsən çatlarda yeraltı sular həmi açıq və həm də bağlı çatlarda hərəkət edir.

Çatlı süxurlarda yeraltı suların hərəkəti süzülmənin xətti qanununa tabedir. Adətən bunun səbəbi çatların böyük olmayan enləri ilə və həm də nisbətən enli çatların bu və ya digər dərəcədə qumlu-gilli materiallarla dolması ilə bağlıdır. Çatlı süxurlarda yeraltı suların hərəkəti qanunu qırtı-dənəli süxurlarda olduğu kimidir. Suyun hərəkətinin fərqlənmə xüsusiyyətləri aşağıdakılardan ibarətdir: Dənəli süxurlarda kapilyar və qeyrikapilyar aralıqları dolduran vahid hidrodinamik sistem yaradan su hissəcikləri arasında sıxı əlaqə mövcuddur. Çatlı süxurlarda isə su ancaq çatları doldurur və ancaq bu çatlarla hərəkət edir.

Çatlı süxurlarda yeraltı suların yayılması və hərəkət şəraiti çatların əmələ gəlməsi və ölçülərinin xarakterindən asılı olaraq müxtəlifdir.

Bərk çatlı süxurlarda həm təzyiqsiz və həm də təzyiqli sular mövcuddur. Çatlı süxurlarda təzyiqli sular biri-birini qarşılıqlı kəsən çatlarda suların hidrostatik təzyiqi ilə bağlıdır. Göstərilən bu çatların bir hissəsi xeyli yüksəklikdə yerləşən qidalanma mənbəində atmosfer çöküntülərinin və səthi suların infiltrasiyası nəticəsində dolur, amma aşağıda yerləşən sular çatlardan təzyiq altında qalxan bulaqlar kimi yer səthinə çıxır.

Çatlı süxurların suululuğu təkcə qidalanma şəraitilə deyil, həm də çatlq dərəcəsi və xarakteri ilə sıxı bağlıdır.

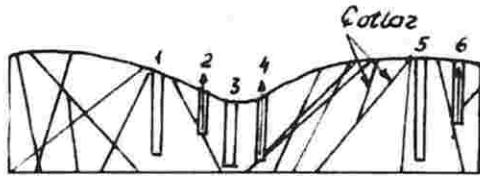
Tektonik mənşəli çatlar nisbətən tez dolur və onlarda suların hərəkəti vaxtdan asılı olaraq qurtarır və ya xeyli dərəcədə məhdudlaşır. Deməli belə çatlarda suların intensiv hərəkəti dağəmələgəlmə prosesinin davam etdiyi yerlərdə və

ya platformalarda neotektonik proseslərin davam etdiyi sahələrdə mümkündür.

Grunt sularının güclü axımı tez-tez çaqıl və brekçiya çöküntüləri üzərində yerləşmiş, xüsusən də basdırılmış qədim dərələrdə yatmış bazalt və andezit-bazaltların çatlarında hərəkət edir. Belə rayonların çökəklik sahələrində şirin və mimmnerallaşmış güclü bulaqların çıxışı müşahidə olunur. Buna misal Azərbaycanda Tərtər çayının sol yamacında qalın lavalardan çıxan çoxsaylı «*istisu*» bulaqlarını göstərmək olar.

Çatlı süxurlarda olan sular müxtəlif kimyəvi tərkibdə olur. Nisbətən dayazda yatan laylarda suların aktiv hərəkəti zonasında adətən hidrokarbonatlı-kalsiumlu şirin sular yayılır ki, bunlarda atmosfer çöküntülərinin və səthi suların infiltrasiyası hesabına formalaşır. Nisbətən dərin zonalarda (bir neçə yüz metr dərinlikdə) platformalarda və dağ qırıqlarının kənarlarında qazılmış quyular vasitəsilə çökmə süxur qatlarında və çatlarda yüksək minerallaşmaya malik sular və duzlu məhlullar aşkar edilmişdir.

Quyular vasitəsilə çat sularının istismarına cəhd göstərdikdə bəzən çətinliklər yaranır, çünki qazılmış quyuyu sulu çatların kənarından keçərək onları açmır (şəkil 11.1.1.).



Şəkil 11.1.1. Quyuların çatlı süxur massivini keçmə sxemi
1, 2, 3, 4, 5, 6 – müşahidə quyuları.

Verilmiş sxematik kəsildəndən görüldüyü kimi 1,3 və 5 sayılı quyular susuz olmalıdır, belə ki, onlar sulu çatları

açmırlar. 2,4 və 6 sayılı quyular çatları kəsdiyələri üçün onlar sulu olmalıdırlar. 2 və 4 sayılı quyular hətta özaxımıla işləyə bilər, belə ki, qida mənbələri (sulu çatlar) yer səthinə çıxan çatların mütləq hündürlüyü quyuyu ağzının hündürlüyünə nisbətən yüksəkliklərdə yerləşir.

Çatlı sular Ukrayna kristallik massivində, Uralda, Qafqazda, Orta Asiyanın dağlıq rayonlarında və Kazaxistanda yaxşı öyrənilib.

İntensiv çatlığa malik süxurların qalınlığı 150 metr, bəzəndə 300 m-ə çatır. Tektonik pozulmalar rayonunda yeraltı suların yatma dərinliyi 0-15 m-dən artıq olmur, çox hallarda *qalxan bulaqlar* kimi yer səthinə çıxır.

Tektonik pozulmalar zonasında sular əsasən şirin olur və mərkəzləşmiş su təchizatında istifadə olunur.

12.2. Karst suları

Karst - müəyyən tip süxurları (əhəngdaşları, dolomitlər, gips, duzlar) yavaş-yavaş dağdan və əridən hərəkətdə olan suların təsiri ilə bağlı əmələ gələn boşluqlardır. Suyun göstərilən süxurlarda qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində yeraltı suların mürəkkəb sistemi olan mağaralar, qıflar, kanallar və olduqca xarakter relyef forması (çökəklik, "Kor" dərə, çayların itməsi və s.) yaranır. Beləliklə, özünəməxsus denudasiya proseslərinin qeyri bərabər inkişafı nəticəsində karst inkişaf edir.

«Karst» termini Yuqoslaviya və İtaliya sərhəddində Adriatik dənizi sahilinə yaxın yerləşən Dinar dağlarının şimal-qərbində yerləşən əhəngdaşlı yaylanın adından götürülmüşdür.

Suların aqressiv təsirindən, süxurların həll olunması nəticəsində yaranan çatlarda, kanallarda və ovuxlarda formalaşan sulara *karst suları* deyilir.

Karst suları ilə süxurların dağıdılması əsasən kimyəvi bir proses olub, iri kanal və boşluqların inkişafında, bəzən isə

suxur hissəcik və qırıntılarının mexaniki çıxarılmasında aktiv iştirak edir. Karst rayonlarının hidrogeoloji şəraitinin öyrənməsi böyük praktiki əhəmiyyətə malikdir. Məsələn, su təchizatı mənbələrinin seçilməsində və mühafizə zonasının yaradılmasında karst rayonunda suların qidalanma mənbəninə və yer səthinə çıxışının və həm də onun rejiminin dəqiq öyrənilməsi tələb olunur. Karst rayonlarında istifadə üçün təklif olunan bulaqların quraqlıq dövründə demək olar ki, qurumaları müşahidə olunur. Bunlarla bərabər çoxsaylı daimi sərfli iri karst bulaqlarının mövcudluğu məlumdur və onlardan şəhərlərin su təchizatında geniş istifadə olunur. Dağ işləri aparılın Karst rayonlarında hidrogeoloji şəraitin öyrənilməsi ən vacib məsələdir, belə ki, karst sularının dağ qazmalarına təhlükəli axını ola bilər. Karst rayonlarında hidrotexniki qurğuların inşası zamanı hidrogeoloji şəraitin öyrənilməsi yeraltı suların rejiminin dəyişmə proqnozunu verməyə və qurğunun dayanatlılığını təmin etməyə imkan verir.

Yüksək nəmliyə malik rayonlarda karst prosesləri quraqlıq rayonlara nisbətən daha intensiv olur.

Karst massivlərində suların hərəkəti. Kartlaşmış süxurların sululuğu.

Karst massivlərində yeraltı suların hərəkəti olduqca mürəkkəb yolla olur. Karst sularının öyrənilməsi hidrogeologiyanın ən mürəkkəb və maraqlı məsələlərindən biridir.

D.S.Sokolov karst rayonlarında yeraltı suların müxtəlif hərəkət şəraitinə görə dörd vertikal zonanın ayrılmasını təklif edir (şəkil.11.1.1.):

I. İnfiltasiya sularının əsasən çatlarla (bəzən məsamələrlə) və karst kanalları ilə vertikal hərəkət edən aerasiya zonası.

II. Yeraltı suların səviyyəsinin vaxtaşırı mövsümü dəyişməsilə horizontal və vertikal hərəkət zonası. Səviyyənin dəyişmə zonasında suyun səviyyəsi yüksək olarsa, onda

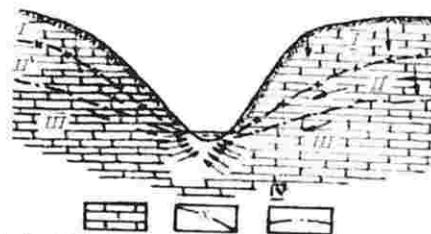
suyun hərəkəti horizontal, səviyyə aşağı olduqda- şaquli olur.

III. Yeraltı suların hidroqrafik şəbəkələrlə dərələrə doğru drenləşdiyi tam doymuş zona. Bu zonada suyun hərəkəti karstlaşmış süxurları kəsən çay dərələrinə yönəlmişdir. Dabana yaxın suyun hərəkəti təzyiqli xarakter daşıyır (aşağıdan yuxarıya). Bu zonada çox hallarda yeraltı suların əsas ehtiyatı yerləşir.

IV. Hidroqrafik şəbəkənin bilavasitə drenləşdirdiyi yeraltı suların dərinlikdə olan dövretmə zonası (şəkil 11.1.2.).

Qeyd etmək lazımdır ki, axırncı zona ancaq baxılan dərə üçün şərti ayrıla bilər, belə ki, suyun bu zonada hərəkəti nisbətən dərin dərələrə istiqamətlənir, yəni bu və ya digər halda hidroqrafik şəbəkə və ümumi axımın bazisi ilə bağlıdır.

Hal-hazırda karst massivlərinin adətən dərinliyə getdikcə kanalların azalması ilə vahid sudaşıyıcı sistem olması müəyyənlaşıb. Karbonatlı süxurların mürəkkəb dislokasiya uğramış rayonlarda suyun hərəkəti təkcə karst kanallarında deyil, həm də tektonik çatlar və qırılmalarda baş verir və ona görə də karst massivlərində artezian tipli sulara da rast gəlinir.



Şəkil 11.1.2. Müxtəlif karstlaşmış şaquli zonalarda yeraltı suların hərəkət istiqaməti (D.S.Sokolova görə)
1 - karstlaşmış əhəng daşları; 2 və 3 - uyğun olaraq yeraltı suların yuxarı və aşağı səviyyəsi.

Hesablamalarla müəyyən olunub ki, kartslaşmış süxurlarda yeraltı suların hərəkəti çatlı süxurlarda olduğu kimi süzülmanın xətti qanununa tabedir. Yeraltı suların hərəkətinin ümumi qanunauyğunluğunun bəzi dəyişkənliyi çox ehtimal ki, nisbətən kiçik sahələrdə qumlu-gilli materiallarla doldurulmuş iri mağaralarda və boşluqlarda mümkündür.

Beləliklə, kartslaşmış və çatlı süxurların hidrogeoloji şəraiti oxşardır və yeraltı suların hərəkəti yuxarı zonada daha intensiv olur. Təcrübə süçəkmənin məlumatlarını nəzərə alsaq, əhəngdaşlı süxurların sukeçiriciliyi çox hallarda süzülmə əmsalının 10-30 m/sut qiymətilə səciyyələnir. Bu göstərici dərinliyə getdikcə 2 m/sut-ya qədər azalır.

Karstların xeyli inkişaf etdiyi rayonlarda olan bəzi yataqlarda dağ qazmalarında yeraltı axımın miqdarı 10.000 m³/saat və bəzən də daha çox olur. Kartslaşmış süxurları acmış quyuların sərfi saatda bir neçə m³-a, bəzəndə 200-300 m³/saat-a çatır.

Kartslaşmış süxurlardan çıxan bulaqların sərfi il ərzində böyük dəyişikliklərlə səciyyələnir. Bu bulaqların sərfi 10-100 l/san. ilə bir neçə m³/san arasında dəyişə bilər. Çatlardan və boşluqlardan (bəzən dolomitlərdən) çıxan bulaqlar Kırım, Qafqazda və başqa ərazilərdə intişar tapmışlar ki, onların da sərfi bir neçə yüz l/san. çatır.

Dünyada ən məşhur karst bulağı olan «Voklyuz» Fransada yerləşir. Onun qidalanma sahəsi 1650 km²-a bərabərdir və neokom yaşlı güclü çatlılığa və karstlılığa malik əhəng daşlarından çıxır. Bulaq dərin dərədə böyük ölçüləri olan mağaradan çıxır. Bulağın orta illik sərfi 17 m³/s olmaqla, yaz mövsümündə maksimuma çatır (152 m³/s). Bulağın qidalanma sahəsinə düşən atmosfer çöküntülərinin orta illik miqdarı 550 mm-ə bərabərdir. Hesbalanmışdır ki, bu rayonda ancaq «Voklyuz» bulağının sərfi atmosfer

çöküntülərinin 60%-i təşkil edir. Rusiyada ən nəhəng karst bulağı «Krasny Kulyuç» Ufa yaylasında Ufa çayının dərəsində mövcuddur. Onun sərfi qışda 12-15 m³/san, yayda isə 30-52 m³/san -ə təşkil edir.

Karst sularının kimyəvi tərkibi çox dəyişkəndir. Belə ki, kartslaşmış əhəng daşlarından çıxan yüksək sərfli bulaqların çoxunun suyu şirindir və hidrokarbonatlı-kalsiumlu tiplidir. Gipsli süxurlarda isə sulfatlı-kalsiumlu tip cod sulara rast gəlinir.

Kartslaşmış süxurlarda yayılmış yeraltı suların çirklənmə ehtimalı, çatlı süxurlardakı sulara nisbətən daha çoxdur.

BULAQLAR VƏ ONLARIN TƏSNİFATI

Yeraltı suların hər bir hövzəsinin qidalanma və boşalma sahəsi mövcuddur. Bəzi hövzələrdə bu sahələr aydın görünür və onları müəyyənləşdirmək asandır, digərlərində isə bu sahələr relyefdə zəif təmsil olunur və onları dəqiq hidrogeoloji analizlər nəticəsində ayırmaq mümkündür. Bu analizlərin əsas elementi yeraltı suların yer səthinə çıxımın öyrənilməsindən ibarətdir. Təbiətdə yeraltı suların yer üstünə çıxması *bulaq* adlanır. Şirin sulu bulaqlara bəzən «*çəsmə*» deyilir. Ümumiyyətlə bulaqlar, geoloji şəraitdən və geomorfoloji quruluşdan asılıdır və əksər hallarda sulu horizontun yer səthi ilə kəsişməsi nəticəsində əmələ gəlir.

Dağlıq rayonlarda həmin hadisə tektonik çatlar və pozuntularla əlaqədardır. Çox vaxt yeraltı suların üzə çıxması ilə göllər və bataqlıqlar əmələ gəlir. Bəzən yeraltı sular qızmış (100°C və daha yüksək) su buxarlarının təzyiqi altında üzə çıxır. Bu cür bulaqlar *keyzer* adlanır. Keyzerlər Kamçatkada, İslanidiyada və Şimali Amerikada geniş yayılmışdır.

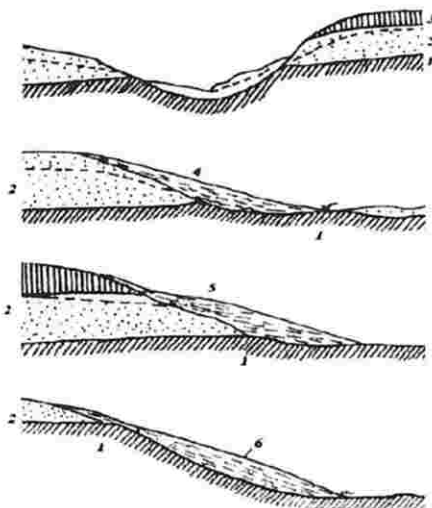
Ərazidə fəaliyyətdə olan cavan intruziv və vulkanik proseslər nəticəsində karbon qazlı bulaqlar yer səthinə çıxır. Belə bulaqlardan Kislovodskidə Narzan bulağını göstərmək olar ki, bunlar da çatlı-laylarla bağlı artezian sularıdır.

Bulaqların sərfi geniş intervalda dəyişir ($1/\text{san}$ -dən yüksək miqdarda olan m^3/san qədər). Bulaqlar müxtəlif temperaturaya ($0 - 100^{\circ}\text{C}$ və daha yüksək) və mineralaşma dərəcəsinə malik olduqlarına görə onların suları ultra şirindən məhlula qədər olur. Şirin sulu bulaqlar su təchizatında və suvarmada böyük əhəmiyyətə malikdir.

Mineral suları olan bulaqlar müalicə məqsədilə geniş istifadə olunur.

Bulaqların rejimi və sərfinin öyrənilməsi onların ərazidə formalaşan yeraltı suların balansını haqqında mülahizələr söyləməyə imkan verir.

Bulaqların təsnifatı müxtəlif göstəricilərə əsaslanır. Təzyiqsiz sulu laylardan qidalanan bulaqlar *enən*, artezian sularından qidalanan bulaqlar isə *qalxan bulaqlar* adlanır.



Şəkil 12.2.1. Müxtəlif tipli enən bulaqlar
1 - sukeçirməyən lay; 2 - sulu lay; 3 - zəif su keçirən süxur; 4, 5 - delüvial örtük; 6 - sulu delüvial örtük.

Bulaqların təsnifatı müxtəlif göstəricilərə əsasən ayrılır. Fəaliyyət davamiyyətinə görə bulaqlar aşağıdakı qruplara ayrılır:

Çoxillik müddətdə daima fəaliyyətdə olan bulaqlar. Sərfi il və mövsüm ərzində dəyişkəndir;

1. İlin ancaq müəyyən dövründə yaranmış mövsümü fəaliyyətdə olan bulaqlar. Bu qrup quruyan bulaqlar yazda qar əriyəndən sonra və ya xeyli miqdarda atmosfer çöküntüləri düşüklən sonra yaranan bulaqlar daxildir;

3. Ritmik fəaliyyətdə olan bulaqlar vaxtaşırı sərfələrin və təzyiqin dəyişməsilə səciyyələnirlər.

Sərfin dəyişmə dərəcəsinə görə A.M. Ovçinnikov bulaqları aşağıdakı qruplara bölmüşdür (cədvəl 12.2.1).

Cədvəl 12.2.1

Sərfin dəyişmə dərəcəsinə görə bulaqların qruplara bölünməsi (A.M. Ovçinnikova görə)

Qruplar	Bulaqların səciyyəsi	Minimal sərfin maksimal sərfə nisbəti, Q_{min}/Q_{max}
1	2	3
I	Olduqca daimi	1:1
II	Daimi	1:1-dən 1:2 qədər
III	Dəyişkən	1:2-dən 1:10 qədər
IV	Olduqca dəyişkən	1:10-dən 1:30 qədər
V	Həddindən çox dəyişkən	1:30-dən 1:100 qədər

Bulaqların praktiki istifadəsini qiymətləndirmək üçün onun rejimi üzərində stasionar müşahidələrin təşkili tələb olunur. Müşahidələrin intensivliyi bulağın tipindən asılıdır. Başlanğıcda müşahidələr tez-tez aparılmalıdır, bulaq aerasiya zonasında və qrunt sularında olarsa meteoroloji hallara tez reaksiya verir.

FƏSİL 13

MİNERAL SULAR VƏ ONLARIN NÖVLƏRİ

Mineral sular dedikdə, bioloji aktiv xüsusiyyətlərə malik, tərkibində həll olmuş şəkildə lazımı miqdarda müxtəlif kimyəvi komponentlər (əsasən də radioaktiv), üzvi maddələr və qazlar iştirak edən və insan orqanizminə fizioloji təsir göstərən yeraltı sular başa düşülür.

Mineral sular *spesifik* və *nadir xassələrə* malik olduqlarından, onlar *müalicə* və *sənaye* əhəmiyyətli sayılırlar. Bəzi mineral su mənbələri *yüksək temperaturaya* malik olurlar. Onların minerallaşma dərəcələri $0,3 - 10 \text{ q/l}$ və $> 10 \text{ q/l}$ təşkil edir. Minerallaşma dərəcələri $> 50 \text{ q/l}$ olan mineral sular *şoraba sular* adlanırlar. Belə sular müalicə və sənaye məqsədilə geniş tətbiq edirlər.

Mineral sular həm *təzyiqsiz*, həm də *təzyiqli* ola bilərlər. Təzyiqli mineral sular əksərən *çat* və *lay-çat mənsəli* olurlar.

Mineral sular əhəmiyyətlərinə görə *müalicəvi*, *sənaye* və *termal* olmaqla üç qrupa bölünürlər.

13.1. Müalicə əhəmiyyətli mineral sular

Müalicə əhəmiyyətli mineral sular elə sulara deyilir ki, onlar öz fiziki və kimyəvi xassələri ilə insan orqanizminə *bioloji aktiv* təsir edir və bir sıra xəstəlikləri müalicə edir. Odur ki, bu sulardan kurort-sanatoriya müalicəsində geniş istifadə olunur. Mineral suların müalicə xassələri onların *minerallaşma dərəcəsinin*, *temperaturunun*, *tərkiblərində qaz* və *spesifik kimyəvi elementlərin* nisbətən çox olması ilə əlaqədardır.

13.2. Sənaye əhəmiyyətli mineral sular

Sənaye əhəmiyyətli mineral sulara iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində istifadə edilən, bir sıra maddə və elementlərin istehsalında səmərəli hesab olunan sular aiddir. Belə sulardan, xörək duzu, soda, yod, brom, bor, və s. istehsal olunur.

13.3. Termal sular

Termal sulara müalicəvi əhəmiyyəti olan və alternativ enerji mənbəyi kimi binaların qızdırılmasında, termoelektrik stansiyaların inşa olunmasında (Kamçatkada, Kuril adalarında), o cümlədən örtülü şitilliklərin qızdırılmasında və s. istifadə olunan sular aid edilir.

Ekoloji təmiz, nisbətən geniş yayılmış yeraltı istilik enerjisinin akkumulyatoru rolunu oynayan, ənənəvi olmayan enerji mənbələrinin tərkibində termal sular xüsusi yer tutur. Respublikada termal sular geniş yayılmışdır. Beləki ölkəmizdə qeydə alınan 1014 təbii mineral su çıxışlarının 500-dən çoxunun temperaturu 30 °C-dən artıqdır ki, onlar da kəşfiyyat quyuları vasitəsilə Kür çökəkliyində, Xaçmaz-Quba və Masallı-Lənkaran-Astara zonalarında aşkar edilmişdir.

Termal sulardan binaların isti su ilə təchizatında və digər işlərdə də istifadə olunur. Termal suların, həmçinin müalicə məqsədilə də (məsələn: Istusu, Meşəsu və s.) böyük əhəmiyyəti vardır.

13.4. Mineral suların hidrogeokimyəvi təsnifatı

Mineral sulardan daha səmərəli istifadə etmək üçün onların təsnifatının böyük əhəmiyyəti vardır. İndiyə qədər bir çox alimlər müxtəlif təsnifatlar (S.A.Şukaryov, 1932;

N.I.Tolstixin, 1935; A.M.Ovçinnikov, 1951; Ə.H.Əsgərov, 1950; V.I.Ivanov, Q.A.Nevrayev, 1964 və s.) təklif etmişlər.

Mineral suları siniflərə ayırarkən bəzi alimlər onların ancaq *duz tərkibini və bioloji-aktiv (spesif) elementlərini* nəzərə almışlar.

13.4.1. Karbon qazlı (CO_2) mineral sular sinifi

Bu sinifə aid olan suların tərkibində karbon qazı (CO_2) daha çox üstünlük təşkil etməklə, miqdarı 1 l suda 2-3 q və daha çox olur. CO_2 sularda *sərbəst və hallolmuş halda* olurlar. Belə sular *cavan yaşlı dağ və vulkanik* rayonlarda geniş yayılmışlar. *Platformalarda və qədim yaşlı dağ* rayonlarında onlara təsadüf edilmir.

Mineral sular içərisində karbon qazlı sular *ən qiymətli sular sayılır*. Beləki, bu sular müalicə əhəmiyyətli olmaqla, qara ciyər, böyrək və həzm orqanları xəstəliklərini müalicə edir. Bununla əlaqədar olaraq bu suların çıxışlarında böyük sanatoriya-kurort kompleksləri (Kislovodsk, Borjomi, Yessentuki, Istisu, Cermux və s.) inşa edilmişdir.

Mineral sular hal-hazırda şüşə qablarda müxtəlif ölkələrə göndərilərək *süfrə* (Narzan, Badamlı və s.) və *müalicə suyu* (Istisu, Yessentuki və s.) kimi geniş şəkildə tətbiq edirlər.

Sularda karbon qazının mənşəyinə dair müxtəlif nəzəriyyələr mövcuddur. Bəzi alimlər onun *hava*, digərləri isə, *maqmatik mənşəli* olduğunu iddia edirlər. Azərbaycan alimi professor Ə.H.Əsgərov bu iddiaların əksinə olaraq sularda olan karbon qazının *metamorfik mənşəli* olduğunu göstərmişdir. Onun fikrincə karbon qazı yer qabığının dərin qatlarında karbonatlı süxurların *istiliyin* təsiri altında *termometamorfizmə* uğraması nəticəsində alınır və sulu horizontları bu qazla zənginləşdirir.

A.M. Ofçinnikov karbon qazlı mineral suları aşağıdakı tiplərə ayırmışdır:

I tip: Şirin və zəif duzlu, minerallaşma dərəcəsi 1q/l - ə qədər olan sular. Bu tip sular adətən nisbətən dərində yerləşməyən geoloji strukturlarda formalaşır. Kimyəvi tərkibinə görə bu sular *hidrokarbonatlı-kalsiumlu* ($HCO_3 - Ca$), *hidrokarbonatlı-kalsiumlu-maqneziumlu* ($HCO_3 - Ca - Mg$) və ya *sulfatlı- hidrokarbonatlı-maqneziumlu- kalsiumlu* ($SO_4 - HCO_3 - Mg - Ca$) olur. Suların temperaturu $20^\circ C$ -dən çox olmur, karbon qazının miqdarı 3,5 q/l-ə çatır.

II tip: İsti və qaynar karbon qazlı sulardan ibarət olaraq, mürəkkəb kimyəvi tərkibdə, əsasən *hidrokarbonatlı-sulfatlı-natriumlu* ($HCO_3 - SO_4 - Na$) və *xlorlu- hidrokarbonatlı-kalsiumlu* ($Cl - HCO_3 - Ca$) tərkibdə, minerallaşma dərəcəsi 6,5 q/l-ə qədər, temperaturu $37 - 70^\circ C$ arasında dəyişir. Bu sularda karbon qazının miqdarı 0,3-1,0 q/l-ə, bəzən isə 2,0-3,0 q/l-ə çatır.

Bu tip sular çökmə qatlarına, qırılmalara, cavan intruziyaların daxil olması zonaları ilə bağlıdır. Bu sular Jeleznovodskidə, Pyətiqorskidə, İsti-Suda (Azərbaycan), Karbovo-Varidə və s. geniş yayılmışlar.

III tip: Bu tip sular karbon qazlı *hidrokarbonatlı-natriumlu* ($HCO_3 - Na$) olmaqla, minerallaşma dərəcəsi və karbon qazının miqdarı uyğun olaraq

10 q/l-ə və 2,0 q/l-ə qədər təşkil edir. Suların temperaturu $14 - 35^\circ C$ arasında dəyişir. Bu tip karbonatlı sulara Borjomi, Sirab və s. aid etmək olar.

IV tip: Bu tip sulara karbon qazlı *xlorlu-hidrokarbonatlı-natriumlu* ($Cl - HCO_3 - Na$) və *hidrokarbonatlı-xlorlu-*

natriumlu ($HCO_3 - Cl - Na$), minerallaşma dərəcəsi 2,5 q/l, temperaturu $37^\circ C$ -dən çox olmayan sular aiddir. Bu sulara Yesuntuki, Malka (Kamçatka), Soyma (Zakarpalya) və s. aiddir.

V tip: Bu tip sulara karbon qazlı duzlu *xlorlu-natriumlu* ($Cl - Na$) və ya *xlorlu-kalsiumlu-natriumlu* ($Cl - Ca - Na$), minerallaşma dərəcəsi və karbon qazının miqdarı uyğun olaraq 50 q/l-ə və 2,7 q/l-ə qədər olan sular aiddir. Suların temperaturu $37^\circ C$ -dən çox olur. Bu sulara Karmadan (Şimali Osetiya), Vişne-Bistra (Zakarpalya) və s. aid etmək olar.

13.4.2. Kükürd qazlı (H_2S) mineral sular sinifi

Kükürd qazlı mineral sular təbiətdə ən çox yayılmış sulardır. Belə sulara, demək olar ki, hər yerdə təsadüf edilir. Yeraltı sularda kükürd qazı həm *sərbəst*, həm də *həll olmuş* şəkildə rast gəlinir. Müasir balneoloji normalara görə 1 l suyun tərkibində $H_2S > 10$ mq olarsa, bu sular *müalicə əhəmiyyətli* sayılırlar. Bir sıra mineral sularda H_2S -in miqdarı 500 mq/l və daha çox olur (Mahacqala şəhərindən 20 km məsafədə yerləşən Talqı kurortunun sularında 400 mq/l, Soçidə Matsesta kurortunun sularında 170 mq/l, Six müalicə sularında 400 mq/l, Suraxanı müalicə sularında 50-130 mq/l, və s.). Bu sular əsasən yel, dəri, daxili orqanların iltihabı və s. xəstəliklərin müalicəsində geniş tətbiq olunur.

Sularda kükürd qazı *biogen mənşəlidir*. Kükürlü yeraltı sular bilavasitə *çökmə süxurlarla* əlaqədardır. Bu sular çox zaman neft ilə *paragenetik* əlaqədə olduğundan onun tərkibində *metan qazı* (CH_4) müşahidə edilir.

Kükürlü sular əsasən Böyük Qafqazda və Abşeron yarımadasında geniş yayılmışdır. Şimali Qafqazda Jeleznovodsk yatağının dəmirli sularını misal göstərmək olar.

13.4.3. Metan qazlı (CH_4) mineral sular sinifi

Bu sinifə aid olan sular, adətən, *neftli-qazlı ərazilərdə* yayılmışdır. Metan qazı da suda digər qazlar kimi *asan həll* olur. Metan qazlı mineral sular kükürlü sular kimi *çökmə süxurlarla* əlaqədardır. Bəzi hallarda metan qazı yer səthində *yanır halda* rast gəlinir. Yer qabığının dərin kükürlü lay suları yer səthinə *termal bulaqlar* şəklində çıxır. Abşeronda, Kür-Araz ovalığında, Talışda belə *isti su mənbələri* çox rast gəlinir. Onların bir çoxundan (Ərkivan, Tər-Tər və s.) hal-hazırda müalicə məqsədilə istifadə olunur. Bu sular əsasən yel, dəri, daxili orqanların iltihabı və s. xəstəliklərin müalicəsində geniş tətbiq olunur.

Metan qazlı mineral sularda CH_4 , CO_2 nisbətən az miqdarda olur. Bu qazın mənşəyi neftin mənşəyi ilə bilavasitə əlaqədardır.

13.4.4. Azot qazlı (N) mineral sular sinifi

Bu sinifə aid olan sular kükürlü və metan qazlı mineral sulara nisbətən *az yayılmışdır*. Adətən, dağlıq rayonlarda kəskin tektonik qırılmalara malik olan zonalarda (Tyan-Şan, Pamir, Böyük Qafqaz və s.) təsadüf edilir.

Azot qazlı mineral sulara Gürcüstandakı Tsxaltuba sularını misal göstərmək olar ki, burada da bu sulardan müalicə məqsədilə istifadə etmək üçün Tsxaltuba adlı kurort sahılmışdır.

Azərbaycanda azot qazlı mineral sular Böyük Qafqaz dağlarının cənub yamaclarında və Talışda məlumdur. Bu sulardan da müalicə məqsədilə geniş istifadə edirlər. Azot qazlı mineral sular *atmosfer* mənşəlidirlər.

13.4.5. Radon qazlı (R_n) mineral sular sinifi

Bu sinifə aid olan sular *radioaktiv elementlərin parçalanması* ilə əlaqədardır. Beləki, radioaktiv elementlər parçalandıqda son məhsul kimi *radon qazı* (R_n) və *qurğuşun* (Pb) alınır.

Radioaktiv elementlər parçalandıqda onlar *sıra və ya ailə* təşkil edərək nəhayət, *qeyri-radioaktiv* məhsula çevrilir. Hazırda üç radioaktiv sıra məlumdur:

1. Uran-radium sırası;
2. Aktinium sırası;
3. Torium sırası.

Radon atomu *a* hissəcikləri ayıraraq *radon atomuna* (*qaza*) çevrilir. Bu hadisəyə *radon emanasiyası* deyilir. Radon başqa qazlar kimi suda asanlıqla həll olaraq *radon qazlı sular* əmələ gətirirlər.

Radon qazlı mineral sular, adətən, turş intruzivlər (qranitlər və s.) ilə əlaqədardır. Beləki, bu süxurların pozulması ilə əlaqədar radon qazı alınır. Bu süxurlarda uran və torium elementləri nisbətən geniş yayılmışdır. Bu elementlərin sonrakı parçalanması və miqrasiyaya məruz qalması aşınma qatında və IV dövrün allüvial, delüvial, travertin və başqa çöküntülərində davam edir. Odur ki, əksər hallarda radonlu sular yer səthinə yaxın zonalarda *turş massiv və damar* süxurlarının üstündə yatan *qrunt sularında* əmələ gəlir (Pyatıqorsk, Altay və s.).

Qeyd etmək lazımdır ki, radonlu suların əmələ gəlməsində *hidrogeoloji şərait* əhəmiyyətli rol oynayır. Belə sular adətən, *süzülmə əmsali böyük olmayan* sahələrdə müşahidə edilir və *az debitə* malik olur.

Zəif minerallaşmış radioaktiv radonlu sular müalicə məqsədilə istifadə olunur. Bu sulardan Tsxaltuba (Gürcüstan), Pyatıqorsk və Belokurix (Altay vilayəti) kurortlarında daha geniş istifadə olunur.

AZƏRBAYCANIN MİNERAL SULARI

Azərbaycan respublikasında dünyada məlum olan bütün mineral suların tipləri, sinifləri və növləri yayılmışdır. İndiyə kimi respublikamızda mineral su mənbələrinin 200-dən çox qrupu və 1000-dən çox mineral su qaynağı aşkar edilmişdir. Bu da respublikanın *çox müəkkəb geoloji quruluşu və hidrogeoloji şəraitə* malik olması ilə əlaqədardır. Azərbaycanın mineral suları ətraflı surətdə öyrənilmiş, onların əmələ gəlmə və yayılma qanunauyğunluqları aşkar edilmiş və elmi şəkildə əsaslandırılmışdır.

Azərbaycanın mineral suları kimyəvi tərkiblərinə görə 10 qrupa bölünürlər :

1. Hidrokarbonatlı mineral sular ;
 2. Hidrokarbonat-xlorlu mineral sular ;
 3. Hidrokarbonat-xlorlu-sulfatlı mineral sular ;
 4. Hidrokarbonat-sulfatlı mineral sular ;
 5. Xlorlu-hidrokarbonatlı mineral sular ;
 6. Xlorlu mineral sular ;
 7. Xlorlu-sulfatlı mineral sular ;
 8. Sulfatlı-xlorlu mineral sular ;
 9. Sulfatlı-hidrokarbonatlı mineral sular ;
 10. Kuponoslu mineral sular (ağır metalların sulfat kristalohidratları dəmir kuponosu: $FeSO_4 \cdot 7H_2O$; mis kuponosu: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ və s.).
- Azərbaycanın mineral sularından yerli əhali qədim zamanlardan bəri müalicə məqsədilə istifadə etmiş və ətraflarında kurortlar salmışlar. İstisu, Qala-altı, Badamlı, Sirab, Vayxır və s. mineral suları sənaye üsulu ilə şüşə qablara doldurularaq, geniş xalq kütləsinə çatdırılır. Badamlı və Sirab mineral sularının şöhrəti artaraq qardaş

respublikaların sərhədlərini aşmış və hətta xarici ölkələrdən bu suları almaq üçün sifarişlər qəbul olunmaqdadır.

Azərbaycanın Mineral sularından gələcəkdə də səmərəli istifadə edilməsi üçün mühüm tədbirlər işlənib hazırlanır. Bu sulardan kimya sənayesində - yod, brom, bor, soda və s. mineral duzların istehsalında, termal sulardan isə ucuz enerji mənbəyi kimi binaların və örtülü şitilliklərin qızdırılmasında istifadə edilməsinə dair perspektiv layihələr işlənib-hazırlanır.

Mineral su yataqlarının ərazi üzrə paylanma və onların fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri ərazinin *geostruktur şəraiti* ilə sıx əlaqədardır. *Geostruktur şəraitin xarakterik xüsusiyyətlərindən biri*, kimyəvi tərkib və minerallaşma dərəcələrinə görə bir-birinə oxşar olan suların əmələ gəlməsinə şərait yaradan *eynicinsli hidrogeokimyəvi prosesni inkişafına təkan* verməsidir. Buna uyğun olaraq mineral suları Azərbaycanın *əsas geostruktur vahidləri*, yəni: 1. Böyük Qafqaz ; 2. Kiçik Qafqaz ; 3. Talış və Lənkəran düzənliyi ; 4. Kür çökəkliyi üzrə tədqiq etmək lazımdır.

14.1. Böyük Qafqazın mineral suları

Mineral suların zonallığı və kimyəvi xüsusiyyətləri Böyük Qafqazın cənubi-qərb və şimali-şərq yamaclarında daha kəskin nəzərə çarpır. Bu zonalarda *flişli gil şistləri, yura və təbaşir yaşlı* qum və əhəng daşları, relyefin eniş hissələrində isə *paleogen və neogen yaşlı* gilli süxurlar geniş yayılmışlar. Burada *hidrokarbonatlı tip mineral suların* yayılması süxurların karbonatlılığının yüksək olması ilə izah olunur.

Mineral suların *qidalanma zonası* Böyük Qafqazın suayrıcı hissəsində yerləşir. Bu zonada külli miqdarda *tektonik qırılma çatlarının* mövcud olması, *hidrokarbonat-natrium tipli mineral suların* intensiv surətdə üst suları və atmosfer çöküntülərinin infiltrasiyası hesabına qidalandığını göstərir.

Mineral suların əsas boşalma zonası şimali-qərb istiqamətdə yerləşən tektonik qırılma xəttinin yayıldığı əraziyə uyğun gəlir. Bəzən boşalma zonası tektonik qırılma xətlərinin dərin çay yataqları ilə kəsişmə sahələrində də yerləşə bilər.

Mineral sular qidalanma və boşalma zonalılarına görə 3 əyalətə bölünürlər:

I əyalət: Qobustan-Şamaxı rayonları ilə birgə Böyük Qafqazın cənubi-qərb yamacı;

II əyalət: Böyük Qafqazın şimali-şərq yamacı;

III əyalət: Abşeron yarımadası.

I əyalət: Qobustan-Şamaxı rayonları ilə birgə Böyük Qafqazın cənubi-qərb yamacı.

Bu əyalət aşağıdakı zonalara bölünür: *İlisu*; *Bum*; *İsmayılı*; *Kaleybuqurt-Çuxuryurd*; *Nərəzə*. *İlisu* termal zonası bayosun xınalıq qumdaşı dəstəsi tərəfindən güclü sıxılmaya məruz qalmış xırda qırıqlıqların əmələgəlmə zolağında yerləşir.

Bum termal zonası stratıqrafik cəhətdən *dotiton silisiumlu flişlərlə*, tektonik cəhətdən isə *qırılmalarla* əlaqədardır.

İsmayılı, *Kaleybuqurt-Çuxuryurd* və *Mərəzə* zonalı təbaşir flişləri qatından keçən qırılmalar sistemi ilə əlaqədardır. Burada əsasən *hidrokarbonatlı və hidrokarbonat-xlor-natriumlu*, bəzən isə *kalsiumlu* mineral sular yayılmışdır.

İsmayılı və *Şamaxı* rayonlarının cənub hissələrində *hidrogen-sulfidli suların* yayılması az sıxlıqlı qırılma xətləri ilə əlaqədardır. Bu su mənbələri təbaşir və paleogen yaşlı müxtəlif süxur horizontlarında yer səthinə çıxır və əsasən az *debitli* olmaqla temperatur cəhətdən *soyuqdurlar*.

Yerləşdiyi süxurların litoloji tərkibindən asılı olaraq bu ərazidə *hidrokarbonatlı*, *hidrokarbonat-xlorlu*, *hidrokarbonat-xlorlu-sulfatlı*, *hidrokarbonat-sulfatlı*, *xlorlu-hidrokarbonatlı* və

xlorlu mineral sular yayılmışdır ki, onlar da dağətəyi zonalarda təbaşir və paleogen yaşlı müxtəlif süxur horizontlarına daxil olaraq *öz tərkiblərini kalsium və sulfat ionları* ilə zənginləşdirirlər (Qaynama, Qavtasiab, Qasımlı və s. i. mineral su mənbələri). Bəzi mineral su mənbələrində *hidrokarbonatlı tip sular* ya çox azdır, ya da tamamilə *yoxdur* (Çuxuryurd, Avahil və s.).

Şamaxı -Hilmili xəttindən cənubi-şərqə doğru mineral su qazlaşmış olmaqla özlərindən əsasən *hidrogen-sulfidli*, bəzən isə azotla birlikdə *metan qazı* ayırırlar. Bu sular əsasən *palçıq vulkanlarında* müşahidə olunurlar. Palçıq vulkanlarının ümumi tektonik lokallaşdırma qanunauyğunluğuna əsasən bu mineral su mənbələri *braxiantiklinal qalxımın pozulmuş künbəzində* yerləşirlər və onları Kür çökəkliyinin analoji suları ilə birlikdə nəzərdən keçirmək lazımdır.

Hidrokarbonatlı-natriumlu tip mineral sular bütün I-ci əyalət üzrə bir-birlərinə oxşar olmaqla, bütün mənbələr *hidrogen-sulfidli* (kükürdün ümumi miqdarı 2,2-6,4 mq/l) olub, hərərlərinə görə həm *isti* (İlisu və Bum mənbələrində 30-40 C), həm də *soyuqdurlar*. Onların minerallaşma dərəcələri az olmaqla 0,7-1,7 q/l intervalında dəyişir.

II əyalət: Böyük Qafqazın şimali-şərq yamacı

Bu əyalətdə 3 hidrogeokimyəvi zona: *Qonaxkənd*; *Xızı*; *Quba-Dəvəç* ayrılmışdır.

Qonaxkənd hidrogeokimyəvi zonası Böyük Qafqazın yüksək dağlıq zonalarını əhatə edir. Qırıqlıqlar burada iri tektonik qırılmalarla müşayiət olunurlar. Sular hərərlərinə görə *qaynardırlar*. *Alt titon yaşlı* qumdaşı qatının əhəngdaşılı dəstə ilə toxunma sərhəddi üzrə *Haşı*, əhəngdaşılı konqlomeratlarda isə *Halac qaynar mineral su mənbələri* yer səthinə çıxırlar.

Qeyd olunmuş mənbələrdən başqa hərərətə *soyuq* olan bir sıra mineral su mənbələri mövcuddur ki, onlar da qaynar suların yer səthinə yaxın yerləşən soyuq sularla qarışmasından əmələ gəlmişlər və kimyəvi tərkibcə *hidrokarbonatlı-natriumlu* olub, minerallaşma dərəcələri 1,3-1,7 q/l təşkil edir.

Xızı hidrogeokimyəvi zonası bir qrup mineral su mənbələri qrupundan təşkil olunmuşdur və mütləq səviyyəsi +1100 m təşkil etməklə, rayon mərkəzi sayılan Altağac ətrafı sahədə intişar tapmışlar. Burada sular ümumiqafqaz istiqamətli antiklinal qırışıqlılarda toplanmış *təbaşirin fliş fasiyası* süxurlarında yayılmışlar. Minerallaşma dərəcələri - 0,57-5,8 q/l, hərərəti - 8-17 °C, ümumi debiti - 7115 l/sut. təşkil edir.

Quba-Dəvəçi hidrogeokimyəvi zonası ərazinin yura yaşlı əhəngdaşlarından təşkil olunmuş dağlıq hissəsini əhatə edir. Bu ərazidə 4 karbon qazlı *hirokarbonat-natriumlu* tip mineral su mənbəyi aşkar edilmişdir. Suyum hərərəti 12-26°C, debiti 100-259200 l/sut. təşkil edir.

III əyalət: Abşeron yarımadası

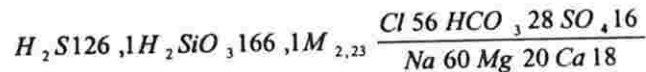
Abşeron yarımadası *müalicə* əhəmiyyətli mineral sular və *palçıx vulkanları* ilə zəngindir. *Hidrogen sulfidli* mineral su quyu və mənbələri Suraxanı, Əmircanlı, Qala, Binəqədi qəsəbələri yaxınlığında, Artyom adasında, *müalicə əhəmiyyətli palçıx vulkanları* isə - Böyükşor gölü, Masazır, Murdalabi, Fatmayı, Ramana və s. ərazilərdə yayılmışlar. Burada üç proses - *neftlilik, palçıq vulkanizmi və mineral su əmələgəlmə* prosesləri qarşılıqlı əlaqədə baş verir.

Abşeron yarımadası mineral suları müxtəlif stratigrafiq horizontlarda *-pontiq mərtəbəsinin* qum və əhəngdaşı-qumdaşı aralayıcı gillərlə xarakterizə olunan çöküntülərində, *məhsuldar qatın* böyük qalınlığa malik

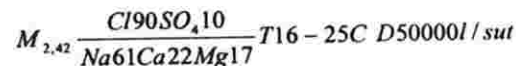
qumdaşı çöküntülərində, *abşeron mərtəbəsinin* əhəngdaşlarında və IV dövr çöküntülərində intişar tapmışlar.

Tərkibində yüksək miqdarda kalsium və maqnezium olan *sulfatlı-xlorlu-natriumlu sular* Abşeron yarımadasında (Suraxanı, Əmircan və s.) *spesifik qrup yaratdığı halda*, Bakı şəhərinin cənubi-qərbində yerləşən Şıxov ərazisində mineral sular *xlorlu-hidrokarbonatlı-natriumlu tip* tərkiblə xarakterizə olunurlar.

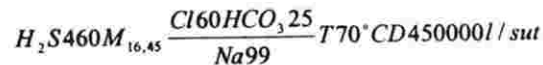
Əmircan mineral su mənbəyi aşağıdakı kimyəvi tərkiblə xarakterizə olunur:



Suraxanı mineral su mənbəyi aşağıdakı kimyəvi tərkiblə xarakterizə olunur:



Şıxov mineral su mənbəyi aşağıdakı kimyəvi tərkiblə xarakterizə olunur:



14.2. Kiçik Qafqazın mineral suları

Kiçik Qafqazın geoloji quruluşunda əsasən karbonat, qumdaşı və gilli süxurlarla növbəli laylaşmış *intruziv və effuziv maqmatizmin püskürmə çöküntüləri* üstünlük təşkil edirlər. Ayrılmış hidrogeokimyəvi zonaların əksəriyyəti, Şirvan-Turşu zonasını çıxmaq şərtilə, *antiqafqaz istiqamətli tektonik qırılma xətti üzrə* yerləşmişdir. Şirvan-Turşu zonası isə, Kiçik qafqazın *dərinxlik qırılmalarına aid edilən ofiolit*

formasiyasının yayılma istiqamətində, yəni şimali-qərb istiqamətli *üstəgəlmə xətti* (qırılma-pozulmasının tipi) üzrə yerləşmişdir.

Kiçik Qafqazın mineral sularının kimyəvi tərkibinin formalaşmasında *əsas rolu karbonatlı süxurlar oynayır*. Naxçıvan muxtar vilayətinin yüksək qalınlığa inalik karbonatlı qatı *devon, üst yura (oksford - kimeric, titon), üst təbaşir (kampan - maastrixt) və paleogen (orta eosen - miosen)* yaşlı süxurlardan təşkil olunmuşlar. Bununla əlaqədar olaraq burada *karbonatlı hidrokarbonatlı mineral sular* geniş yayılmışlar.

Mineral suların temperaturu IV dövr lavalalarının yayıldığı ərazilərdə *yüksək* olmaqla əsasən *ilıq və qaynar*dırlar. *Qaynar* mineral sular əsasən *tektonik qırılma zonalarında* yer səthinə çıxırlar və həmin zonadan uzaqlaşdıqca suların temperaturu tədricən azalır. IV dövr lavalalarının yayılmadığı ərazilərdə *mineral sular əsasən soyuq* olurlar.

Mineral suların boşalma zonasının geoloji quruluşuna və tektonik şəraitinə uyğun olaraq Kiçik Qafqazda mineral su yataqları ilə zəngin olan *3 qırıxıqlıq sahəsi* ayrılmaq olar:

I-ci qırıxıqlıq sahə: Daşkəsən-Gedəbəy qırıxıqlıq sahəsi;

II-ci qırıxıqlıq sahə: Sevan-Həkəri qırıxıqlıq sahəsi;

III-cü qırıxıqlıq sahə: Naxçıvan qırıxıqlıq sahəsi.

I-ci qırıxıqlıq sahə: Daşkəsən-Gedəbəy qırıxıqlıq sahəsi

Daşkəsən-Gedəbəy qırıxıqlıq sahəsi Kiçik Qafqazın şimali-qərb hissəsini əhatə edir. Burada *mineral suların formalaşması və boşalması* əsasən *yura yaşlı maqmatik və vulkanik mənşəli çökmə süxurların yayılma sahələrində* baş verir. Qalakənd rayonunun mineral su mənbələri isə əsasən *eosen yaşlı süxurlarda formalaşmışlar*.

Mineral su mənbələrinin yer səthinə çıxma xəttləri ümumiyyətlə *submeridional* və ya *şimali-şərq* istiqamətlidir.

Bu hidrogeokimyəvi zonanın mineral suları, əsasən də Slavyanka kəndi ətrafında yer səthinə çıxan mineral sular, *hidrokarbonatlı-sulfatlı-kalsium-magnezium-natriumlu* tip sulara aiddirlər.

II qırıxıqlıq sahə: Sevan-Həkəri qırıxıqlıq sahəsi

Goyçə-Həkəri qırıxıqlıq sahəsi Kiçik Qafqazın mərkəzi hissəsində yerləşmiş *şimali-qərb istiqamətli sinklorium* kimi xarakterizə edilir. Burada mineral suların və onların digər inqradientlərinin genezisinin formalaşmasında əhəmiyyətli rol oynayan *intruziv və effuziv maqmatizmin törəmə çöküntüləri*, əsasən də *IV dövr lava kompleksi* çox geniş yayılmışdır. Qırıxıqlarda toplanmış çöküntülər *şaquli qırılmalarla bölünmüşlər*. Burada *3 hidrogeokimyəvi zona* ayrılmışdır:

1. Istisu-Kəlbəcər hidrogeokimyəvi zonası;
2. Minkənd-Əhmədli hidrogeokimyəvi zonası;
3. Turşsu-Şirvan hidrogeokimyəvi zonası.

Istisu-Kəlbəcər hidrogeokimyəvi zonası.

Istisu-Kəlbəcər hidrogeokimyəvi zonası, Istisu kurort rayonu ərazisi də daxil olmaqla, Tər-tər çayının mənbə hissəsində çox böyük sahəni əhatə edir. Bu sahəyə eləcə də *Tutqun hidrogeokimyəvi yarım zonası* daxildir. I-ci zona daxilində cənubdan şimala doğru istiqamətdə *4 mineral su qrupu* ayrılmışdır:

1. Bağısax sahəsi mineral su qrupu;
2. Istisu kurort sahəsi mineral su qrupu;
3. Aşağı Istisu kurort sahəsi mineral su qrupu;
4. Kəlbəcər sahəsi mineral su qrupu.

Istisu kurort sahəsi tərkibində çökmə və IV dövr lavaları iştirak edən *paleogen və neogen* püskürmə süxurlarından

təşkil olunmuşdur. Bu süxurların bünövrəsində *təbaşir yaşlı*, xüsusən də *senon yaşlı* əhəngdaşları və mergellər, *santon yaşlı* vulkanik süxurlar və ya *senoman* və *alb* yaşlı yüksək dislokasiyaya uğramış şistlər və qumdaşları yadırlar. Bütün bu kompleks, Istisu kurort sahəsindən başlayaraq Kəlbəcər kəndinə doğru, şimali-qərb istiqamətində Dəlidağ intruzivi boyunca uzanan Kəlbəcər sinklinalının cənub qanadını və ya Kəlbəcər antiklinalının şimal qanadını əmələ gətirir.

Mineral suların çıxış nöqtələrinin *vacib* tektonik elementlərindən biri şimali-şərq və meridional istiqamətli *qırılma xətləridir*. Burada çatların quyular vasitəsilə müəyyən edilmiş dərinliyi 64-360 m intervalında dəyişir və bütün Istisu kurort sahəsi üzrə mineral sular *karbonqazlı-hidrotermal-xlor-sulfat-natrium-kalsiumlu* tip termal sulara aid edilir. Bu suların minerallaşma dərəcəsi $4,3-6,7$ q/l, temperaturu $21-62$ °C, ümumi debiti isə 2 mln. l / sut. təşkil edir.

Istisu rayonu ərazisində yeraltı suların yerləşdiyi süxurların daykalarla (yan süxurları müxtəlif bucaq altında kəşib keçən, qalınlığı 1-3 m arasında dəyişən intruziv kütlə) kontakt zonaları, suların *hərəkət zonası* rolunu oynayır. Ərazinin geoloji quruluşunda külli miqdarda belə daykalara rast gəlinir ki, bunlar da burada *qırılma pozulmalarının* yüksək vüsət aldığı göstərir.

Bağısax sahəsi mineral su qrupu əsasən yer səthinə *granitoidlərdən* keçərək çıxdıqlarına görə, tərkibləri *radium elementi* ilə zənginləşmiş olmaqla radioaktiv olurlar və *daykalardan uzaqlaşdıqca onların radioaktivliyi tədricən azalır*. Radioaktivliyinə görə bu sular Gürcüstanın (Sxaltubo) və Pyatiqorskının mineral sularından yüksəkdə dururlar. Suyun temperaturunun artması ilə onun radioaktivliyi azalır. Soyuq mineral sulara radioaktivlik 30 m dərinliyə qədər *sabit* olur.

Aşağı Istisu kurort sahəsi mineral su qrupu tərkiblərində əsasən xlor ionlarına nisbətən *daha çox sulfat* ionları saxlayırlar. Minerallaşma dərəcələri $3,85-6,29$ q/l intervalında dəyişir.

Kəlbəcər sahəsi mineral su qrupu hidrogeokimyəvi xüsusiyyətlərinə görə Aşağı Istisu kurort sahəsi mineral su qrupu ilə analogiya təşkil edir. Mmerallaşma dərəcələri $3,2-4,4$ q/l intervalında dəyişir.

Qaz amili, xüsusilə də *karbonqazı amili* mmeral suların həm tərkibinin, həm də hidrodnamikasının formalaşmasında *vacib* rol oynayır. Bu suların tərkibində karbon qazı həm *həllolmuş*, həm də *sərbəst halda* yerləşir və onun miqdarı temperaturdan asılı olaraq *kəskin dəyişə bilir*. Beləki *qaynar sulara onun miqdarı az* ($0,2-0,5$ q/l), *soyuq sulara isə $0,5$ q/l-dən çox olur*. Suyun qaz tərkibində karbon qazının miqdarı $99,8-99,9$ % təşkil edir.

Karbon qazı axını nəticəsində mineral su mənbələrində sular bir neçə saniyə və ya dəqiqə ərzində periodik olaraq *pulsasiyaya* məruz qalırlar. Istisu Mmeral su mənbəyində suyun debiti $960,8$ m³/sut. olduqda, karbon qazının debiti 772 m³/sut. təşkil edir.

Tutqun hidrogeokimyəvi yarım zonası:

Tutqun çayı vadisində külli miqdarda *karbon qazlı mineral su çıxışları* müşahidə edilir. Onlar aşağıdakı qruplara bölünmüşlər:

1. Qoturlu mineral su qrupu;
2. Qarasu mineral su qrupu;
3. Mozçay mineral su qrupu;
4. Qalafalıq mineral su qrupu;
5. Zülfüqarh mineral su qrupu;
6. Oruclu mineral su qrupu.

Bu zonada konqlomerat və tuflu qumdaşlarla xarakterizə olunan *senoman yaşlı tufogen-qırıntı süxurları daha çox sulu sayılırlar*. Bu süxurların sululuğunun təmin olunmasında əsas rolü *infiltrasiya şəraiti* yaradan, *şaquli çatlılıq* malik *mergelli (kampan-maastrixt) və mumullitli (paleogen) əhəngdaşları*, eləcə də onları örtən *orta və üst eosen yaşlı andezitlər* oynayır. Mineral suların minerallaşma dərəcəsi *2-4 q /l* intervalında dəyişir. Bu sular tərkiblərinə görə *Istisu-Kəlbəcər rayonu sularına yaxındır və karbonqazlı, hidrokarbonatlı-kalsium-natrium-magneziumlu* tipə aiddirlər.

Tutqun çayı hövzəsinin mineral suları karbon qazı ilə az doymuş olduğundan, sular hətta ən az dərinlikdə belə *yüksək* hərərətə malik olurlar. Ümumi debit $500 \text{ m}^3/\text{sut.}$ təşkil edir.

Minkənd-Əhmədli hidrogeokimyəvi zonası.

Minkənd-Əhmədli hidrogeokimyəvi zonası daxilində Minkənd kəndindən *1,5-2 km* cənubda *16* mineral su mənbəyi aşkar edilmişdir. Ərazinin *geoloji quruluşu* bəzi sahələrdə az qalınlıqlı *allüvial-dellüvial çöküntülərlə və travertinlərlə örtülmüş paleogen, neogen və IV dövr vulkanik süxurları* ilə xarakterizə olunurlar.

Bu zonada *yüksək sululuğa IV dövr lavaları* malikdir ki, onlar da Minkənd kəndinin yuxarı hissəsindən başlayaraq *Qaraqışlaq və Ağbulaq kəndlərinə doğru* yayılmışlar. Ərazidə hərərətlərinə görə həm *isti (19-36,2 °C)*, həm də *soyuq (9-15°C) karbon qazlı* mineral sular yayılmışlar. İsti sular da minerallaşma dərəcəsi *nisbətən yüksək (5 q /l-ə qədər)*, soyuq sular da *isə əksinə, az (0,5-1,5 q /l)* olur. Sular kimyəvi tərkiblərinə görə *karbon qazlı, hidrokarbonatlı-kalsium-natrium-magneziumlu* tipə aiddirlər. Soyuq və isti mineral suların *ümumi debiti* uyğun olaraq *250 və 120 min l/sut.* təşkil edir.

Turşsu-Şirvan hidrogeokimyəvi zonası.

Turşsu-Şirvan hidrogeokimyəvi zonası Şuşa rayonu ərazisində yerləşmişdir. Mineral su yataqları Şuşa rayonundan *16 km* məsafədə *Qarqarçay çayının (Turşsu) və Xəlfəliçay çayının (Şirvan) dərin vadilərində* aşkar edilmişlər. Onlar *Kiçik Qafqazın geoloji cəhətdən çox maraqlı olan şərq hissəsində* yerləşmişlər.

Orta yurannın *vulkanogen qatının*, alt təbəşir yaşlı (alb) şist-qumdaşlarla xarakterizə olunan *çöküntülərinin üzərinə hərəkət etməsi və onları əzməsi* nəticəsində mineral suların əmələ gəlməsi və sirkulyasiyası üçün *qənaətbəxş şərait* yaranmışdır. Mineral suların qidalanması *atmosfer çöküntülərinin infiltrasiyası* hesabına olur.

Qeyd etmək lazımdır ki, *qidalanma və boşalma şəraitinə* görə bu zona *təkrar olunmaz və özünəməxsus* bir zonadır. Beləki, indiyə qədər heç bir *ədəbiyyatda anoloji hidrogeoloji şəraitə* malik rayon haqqında məlumat verilməmişdir. Karbon qazının və yüksək hidrostatik təzyiğin təsiri altında *ultraəsas süxurlardan ayrılaraq qalxan sular üst qatların şirin suları ilə qarışaraq* dərin çay vadilərinə *« Qalxan bulaqlar »* şəklində boşalırlar.

Mineral sular *soyuq (8,5-9,5°C)* olmaqla, kimyəvi tərkibcə *karbon qazlı, hidrokarbonatlı-magneziyum-kalsiumlu* tipə aiddir. Şirin, şəffaf və bakteriooloji cəhətdən təhlükəsizdir. Minerallaşma dərəcəsi *0,37-1,3 q /l, pH = 6,3-7,0* təşkil edir. Suların tərkibində *1 mq/l* brom və elə o qədər də *manqan elementi müşahidə edilmişdir.*

Bu zonanın mineral suları *qaz tərkibinə görə 99,65 % karbon qazından* təşkil olunmuşdur.

III qırıqlıq sahə: Naxçıvan qırıqlıq sahəsi.

Naxçıvan qırıqlıq sahəsi *Kiçik Qafqazın cənub hissəsini* əhatə edir. Mineral su mənbələri əsasən ərazinin *üst təbəşir*

çöküntülərindən təşkil olunmuş paleogen-neogen *vulkanik-çökmə süxurlarının* yayılma sahəsində toplanmışlar. Ərazinin paleozoy və mezozoy çöküntülərinin yayıldığı qərb hissəsində mineral su mənbələri yoxdur.

Naxçıvan qırıqlıq sahəsində əsas mineral su çıxışları *antiklinal qırıqlığın şarnir* və ya *tağ (təpə)* hissəsində aşkar edilmişlər. Mineral su mənbələrinin yerləşmə şəraiti və hidrogeokimyası ilə əlaqədar olaraq burada 2 *hidrogeokimyəvi zona* ayrılmışdır.

1. Mərkəzi Naxçıvan hidrogeokimyəvi zonası;
2. Ordubad-Araz hidrogeokimyəvi zonası.

Mərkəzi Naxçıvan hidrogeokimyəvi zonası.

Mərkəzi Naxçıvan hidrogeokimyəvi zonasında antiklinalların tağ hissələrindən keçən *I-ci xətt üzrə* bir sıra mineral su mənbələri - Badamlı, Vayxır, Sirab, və s. aşkar edilmişdir. Badamlı və Sirab mineral su mənbələri üst təbəşir, paleosen və eosen mergelləri, qumdaşları, konqlomeratları, andezit və onların tuf və tufobrekçiyaları ilə xarakterizə olunan süxurlarla sıx surətdə əlaqədardır. Mineral sular kimyəvi tərkibcə *hidrokarbonatlı-xlorlu-natriumludur*. Sirab və Vayxır mineral su mənbələrində suların tərkibinə kationlardan uyğun olaraq *natrium və kalsium* əlavə olunur, Badamlı mənbəyində isə kalsium natrium ionu üzərində üstünlük təşkil edərək *maqnezium ionunun meydana çıxmasına* səbəb olur.

Mineral su mənbələrinin *2-ci xətti* Naxçıvan muxtar vilayətinin cənubi-qərb istiqamətində onun Ermənistanla sərhəddə zonasından keçir ki, bu xətt üzərində də Batabat, Gemur, Ametist dərəsi və s. mineral su mənbələri yerləşmişdir. Bu xətt ətrafında qırılma, çat və dizyuktiv dislokasiyalarla müşayiət olunan *tektonik gərginlik zonası*

yerləşir. Burada suların tərkibində *hidrokarbonatlarla yanaşı sulfat ionları* da meydana çıxır. Kationlardan *kalsium natrium* ionu üzərində üstünlük təşkil edir.

Mineral su mənbələrinin *3-cü xətti* Darıdağ su mənbələrindən keçir. Bu su mənbələri üst təbəşir və eosenin mergelli-qumdaşılı süxurları ilə əlaqədar olaraq şimali-qərb istiqamətində uzanan *iri antiklinal qırıqlıq* zonada toplanmışlar. Bu zonanın mineral suları kimyəvi tərkiblərinə görə *xlorlu-hidrokarbonatlı-natriumludur*.

Ordubad-Araz hidrogeokimyəvi zonası.

Ordubad-Araz hidrogeokimyəvi zonası xətti antiklinal qalxımın oxu boyunca, qırılma sahəsi ətrafından və intruzivin periferik hissəsindən keçir. Bu xətt üzərində Tivan, Paragin, Bilyayevski və s. mineral su mənbələri aşkar edilmişdir. Sular kimyəvi tərkibcə *hidrokarbonatlı-sulfatlı-kalsium-maqnezium-natriumludur*.

Naxçıvan depressiyasının ox hissəsinə yaxınlaşdıqca *sulfatlı-xlorlu-kalsiumlu* sular meydana çıxır ki, onlarda *miosen yaşlı duz qatı* ilə əlaqədardır.

14.3. Taliş və Lənkəran düzənliyinin mineral suları

Taliş və Lənkəran düzənliyi şimali-şərq istiqamətdə Xəzər dənizinə doğru kəskin enən dağ relyefi ilə xarakterizə olunur. Ərazinin cənub hissəsindən Astara, şimal hissəsindən isə Alaşar-Burovar *antiklinoriumu* keçir ki, onları da bir-birindən şimali-qərb istiqamətli *sinklinorium* ayırır. Bu tektonik elementlər *üstəgəlmələr, qırılmalar* və s. nəticəsində daha da mürəkkəbləşmişlər. Onlar paleogen və neogen yaşlı çöküntülərdən təşkil olunmuşlar.

Ərazinin şərq hissəsində mineral sular *xlorlu tipə* aid olmaqla, şimal hissədə *hidrogen sulfid və metan*, cənubda isə *azot qazları* ilə müşayiət olunurlar.

Ərazidə 2 mineral su qrupu ayrılmışdır:

1. Masallı-Lənkəran-Astara mineral su qrupu;
2. Yardımlı mineral su qrupu.

Masallı-Lənkəran-Astara mineral su qrupu.

Masallı-Lənkəran-Astara mineral su qrupu dağlıq və düzənlik sahələrin qovuşma zonasında yayılmışlar. Burada mineral su mənbələri *qaynar* və *isti* olmaqla, yüksək debitlidir.

Şimala doğru Masallı (Ərkivan) mineral su mənbələrində yüksək minerallaşmış (17 q/l) *hipotermal* (64°C) sular aşkar edilmişdir. Bu sular *karbon qazlı* və *hidrogen sulfid*lidir. Bu isə onların *nefli süxurlarla əlaqədə* olmasını göstərir.

Ərazinin mərkəzi hissəsində *Lənkəran qrup mineral sulara* rast gəlinir ki, onlarda su çıxışlarında hərərətlərinə görə bir qədər aşağı temperaturu (42-43°C) olmaqla aşağı minerallaşma dərəcəsinə (3q/l) malik olurlar. Bu sular əsasən *azot*, bəzən isə *karbon qazı* ilə müşayiət olunurlar.

Cəmubi Astara mineral su qrupu qaynar (38-50°C) və yüksək minerallaşmış (20 q/l) olurlar və əsasən atmosfer mənşəli azotla müşayiət olunurlar.

Ərazinin şərq istiqamətli termal mineral suları kimyəvi tərkibcə *xlor-natrium-kalsiumlu* olub, neft rayonları üçün tipikdir. Buradan şimali-qərb istiqamətdə artıq sular *soyuq* olmaqla *hidrokarbonat-kalsium-magneziyum-natriumlu* tip (Ağ Körpü) olmaqla *azot qazı* ilə müşayiət olunurlar.

Yardımlı mineral su qrupu.

Yardımlı mineral su qrupu Lənkəran sahəsindən qərbdə yerləşərək, suları kimyəvi tərkibcə *sulfat-hidrokarbonat-kalsiumlu* tip olmaqla, *soyuq* və *az* debitlidir. Bu sular *hidrogen sulfid qazı* ilə müşayiət olunurlar.

Əsas mineral su qrupları ilə yanaşı bir neçə mineral su mənbələri aşkar edilmişdir ki, onlara da Qalabin *hidrokarbonat-natriumlu* və Gülyas *hidrokarbonat-kalsium-natrium-magneziumlu* sularını misal göstərmək olarki, bu sular da *azot qazı* ilə müşayiət olunurlar.

14.4. Kür çökəkliyinin mineral suları

Böyük və Kiçik Qafqazın antiklinoriumları arasında yerləşən iri depresiya zonası mineral su mənbələri cəhətdən kasıb olmasına baxmayaraq, burada *dünya şöhrətli müalicə əhəmiyyətli Naftalan və yodlu şoraba suları* (Qasım-İsmayilov rayonu) mənbələri yerləşmişdir. Eləcədə Salyan rayonu ərazisində yerləşən *Baba-Zənən qrupunun isti və soyuq kükürlü və Eldar* (Kəsəmən- Qazax rayonu) su mənbələri diqqətə layiqdir.

Böyük və Kiçik Qafqazın antiklinoriumları arasında yerləşən iri depresiya zonası cöküntü toplanma və yeraltı sularının kimyəvi tərkibcə müxtəlifliyi cəhətdən fərqlənir. Beləki, düzənliyin yeraltı suları adətən *yüksək minerallaşmış*, kimyəvi tərkibcə isə neftli horizontların sularına *oxşar* olurlar.

Qasım-İsmayilov rayonu ərazisində yerləşən, minerallaşma dərəcəsi 35 q/l-dən çox olan *yodlu şoraba suları* kimyəvi tərkibcə *xlorlu-natriumlu* olmaqla, *metan qazı* ilə müşayiət olunurlar.

1. Алекперов А.Б. Абшерон: проблемы гидрогеологии и геоэкологии. Баку, «Азернешр». 2000.
2. Алимов А.К. Современное состояние определения элементов теплового, водно-солевого режима горных пород и подземных вод, как основа экологических прогнозов. Баку, «Елм». 2002
3. Аскеров А.Г. и др. Минеральные источники Нахичеванской АССР. Баку, «Азернешр». 1985.
4. Богомолов Г.В. Гидрогеология с основами инженерной геологии. М. «Высшая школа» 1975
5. Гидрогеология СССР. Гидрогеология Азерб. ССР, Том 12, Под ред. А.В.Сидоренко, М., «Недра», 1969
6. Иванов В.В. и Невраев Г.А. Классификация подземных минеральных вод. М., «Недра», 1964
7. Карцев А.А. и др. Палеогидрогеология. М., «Недра», 1969
8. Овчинников А.М. Гидрогеохимия. М., «Недра», 1970
9. Овчинников А.М. Общая гидрогеология. М., Госкомиздат, 1955
10. Кац Д.М., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология. Изд. Московского университета. 1981
11. Климентов В.М. Общая гидрогеология. М. «Недра», 1979
12. Посохов Е.В. Сульфатные воды в природе. Л., Гидрометиздат, 1972
13. Сафаров А.В., Babayev N.I. Обзор методов определения суммарного испарения. В кн. «Геотехно-логические проблемы нефти и газа». Т.7. Баку. 2006
14. Шварцев С.Л. Основы гидрогеологии. Гидрогеохимия. Новосибирск: «Наука», 1982

15. Bernward H. Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. 3. Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart: Enke, 1989

16. Əliquliyev R.I. Mineral sular. Bakı, 1999
17. Kazımov S.M., Abadov B.A. Yeraltı suların dinamikası. Dərslik, ADNA, Bakı, 1984
18. Kazımov S.M., Səfərov A.V., Şirinov Q.Ş. Su təchizatı və mühəndisi meliorasiya. "Mühazirələrin konspekti", Dərslik, Bakı. 1989. 85 s. Səfərov A.V., Babayev N.I. Hidrogeokimya və mineral sular. Dərs vəsaiti. Bakı. 2006. 130 s.



Yığılmağa verilmişdir 15.12.2007

Çapa imzananmışdır 15.01.2008

Kağız formatı 60x84 1/16

H/h həcmi 10

Tiraj 500

Təknur MMC-nin mətbəəsində çap edilmişdir
Ünvan: H.Cavid 31

