

Azərbaycan Respublikası  
Naxçıvan Muxtar Respublikası

**Təbii suların  
geokimyası və  
Naxçıvan Muxtar  
Respublikasında  
yayılma xüsusiyyətləri**

**Azərbaycan Respublikası  
Naxçıvan Muxtar Respublikası**

**TƏBİİ SULARIN GEOKİMYASI  
VƏ NAXÇIVAN MUXTAR  
RESPUBLİKASINDA  
YAYILMA XÜSUSİYYƏTLƏRİ**

**Naxçıvan - 2015**

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Naxçıvan Bölməsi  
Rəyasət Heyətinin 11 sentyabr 2014-cü il tarixli  
10/10 sayılı qərarı (protokol № 10) ilə çapa təqdim edilmişdir.

Elmi məsləhətçi:

**Əli Nuriyev**

*Əməkdar elm xadimi,  
AMEA- nın müxbir üzvü*

Elmi redaktor:

**Bayram Rzayev**

*Kimya elmləri doktoru*

Rəyçilər:

**Nazim Bababəyli**

*Coğrafiya üzrə fəlsəfə doktoru*

**Əhməd Qarayev**

*Kimya üzrə fəlsəfə doktoru*

*Canlı təbiətdə olduğu kimi cansız təbiətin formalaşmasında da qızıl nisbət qanunauyğunluğu müşahidə olunur. Kitabda suyun quruluşunun qızıl nisbət üçbucağına uyğun gəldiyi, təbii suların yayılma xüsusiyyətləri və Naxçıvan Muxtar Respublikasında su ehtiyatlarının formalaşması və yayılması qanunauyğunluqları işıqlandırılmışdır. Kitab suyun sehirli dünyasına ətraflı nəzər salmaq istəyən tələbə, aspirant və hidroloqlar üçün nəzərdə tutulmuşdur.*

*Əliəddin Abbasov, Fizzə Məmmədova, Fərəh Heydərova. Təbii suların geokimyası və Naxçıvan Muxtar Respublikasında yayılma xüsusiyyətləri, "Əcəmi" Nəşriyyat-Poliqrafiya Birliyi, Naxçıvan 2015, 288 səh.*

**4700000000**

**053-2015**

© "Əcəmi" 2015.

## GİRİŞ

Planetdə maye, qaz və bərk formada 1,5 milyard kub kilometr su Yer səthinin 70%-ni örtür. Xeyli miqdarda olmasına baxmayaraq, su planetin bir çox regionunda çatışmır. Bu paradoks onunla izah olunur ki, dünya su ehtiyatının yalnız 3% - i bəşəriyyətin payına düşən şirin sudur. Bu miqdarın üçdə iki hissəsi Antarktida və Arktikanın buzlarında toplaşmış, qalan hissəsi isə son dərəcə qeyri-bərabər şəkildə yer səthinə yayılmışdır. Əgər bütün dünyada mineral ehtiyatların illik hasilatı 7-8 milyard tondursa, suyun təkcə bir günlük sərfi 7-8 milyard tondur. Bu miqdarın 6 faizi müxtəlif məhsulların istehsalında istifadə edildiyindən yenidən ümumi su balansına qayıtmır və birdəfəlik itirilir. Belə hesab edilir ki, su itkisi bu səviyyədə davam edərsə, XXII əsrin axırına qədər bütün şirin su ehtiyatının əhəmiyyətli hissəsi tükənə bilər.

Ona görə də bizim indiki yaşayış tərzimiz əhəmiyyətli su ehtiyatlarının qorunma amillərinin düzgün tendensiyasını hərtərəfli müşahidə etməyə, konkret vəziyyətin analizinə və proqnozlaşdırılmasına əsaslanmalıdır.

Hidrosferaya–Yerin su örtüyünə nəhəng Dünya okeanı, atmosfer suyu, bütün çay, göl və nəhayət yeraltı sular aiddir. Sonuncular yer qabığının bərk hissəsi – Litosferin üst qabığını deşib keçir və planetin vahid su dövrəsinə qoşulur. Hidrosferi öyrənən xüsusi elm sahəsi - hidrologiya suyun fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərini elmi və praktik cəhətdən öyrənir. Bura suyun buxarlanması, su buxarlarının kondensləşməsi, qar və buzun əriməsi, çay, göl, buzlaqlar, sututarların vəziyyəti, suyun dövrəsi və s. kimi fiziki hadisələr və suyun kimyəvi xüsusiyyətləri aiddir. Yeraltı suların kimyası geologiyanın yeni sahəsi – hidrogeologiyanın yaranmasına səbəb olmuşdur. Bütün bunlar yeraltı və yerüstü suların kimyasının nəzəri əsaslarının işlənilməsinə, təbii suların əmələgəlmə prosesləri, onların çoxsaylı təsnifatı, yerin təkində və dərin qatlarında suyun zonallığının öyrənilməsinə şərait yaratmışdır.

XX əsrdə Yer haqqında elmin atom nəzəriyyəsi, təbii proseslərin öyrənilməsinin qüdrətli vasitəsi- təbiəti dərkən atomistika dövrü başladı. Geoloji proseslərin atomar səviyyədə öyrənilməsi, yer qabığı və bütövlükdə planetdə atomların tarixinin öyrənilməsi geokimyayın ayrıca sahəsi–təbii suların geokimyasının – Yer sularının diaqnostik təsnifatının sistemləşdirilməsinə yol açdı. Elementlərin su miqrasiyasının öyrənilməsi geokimyada böyük əhəmiyyətə malikdir. Su təbiətdə ən universal həlledicidir, o yer qabığının ayrı-ayrı hissələrini birləşdirən kimyəvi elementlərin miqrasiyasına yol açan qan damarlarıdır. XX əsrin əvvəllərində geokimya və hidrologiyanın birləşməsindən yeni termin– hidrogeokimya, yeraltı suların

geokimyasını öyrənən elm meydana çıxdı. Hidrogeokimyanın inkişafı üçün hidrogeokimyəvi üsullarla yeraltı və yerüstü sulara cüzi miqdarda qiymətli kimyəvi elementlərin, faydalı komponentlərin təyini yollarının müəyyən edilməsi böyük əhəmiyyətə malikdir. Təbii suların geokimyasının öyrənilməsində orijinal araşdırmaları ilə D.A.Livingston, R.M.Qarrels, H.C.Helqeson, C.L.Bişoff, L.N.Plummer, H.D.Holland və digərlərinin, Rusiyada isə B.İ.Vernadski, A.M.Ovçinnikov, İ.A.Kaşinski və A.İ.Perelmanın adları bu gün də hörmətlə çəkilir.

Kitab bizim planetin, ayaqlarımız altında çoşub daşan qaynar okeanın - yeraltı suların ümumi mənzərəsini əks etdirir. Bu təmiz su - bu-laqlar, isti mineral mənbələr, qeyzer və buxar axınları, fəvvarələri özündə əks etdirən qaynar suların okeanıdır. Hidrogeologiya yeraltı və yerüstü suların formalaşması, yayılması, onların istilik və hidrodinamik rejimi, kimyəvi tərkibi və s.-ni öyrənir. Bu proseslərin öyrənilməsi təbii buxardan mexaniki enerji alınmasına imkan verdi. Böyük energetik əhəmiyyətə malik termal yeraltı sular və buxar həm də balneoloji və sənaye əhəmiyyəti daşıyır. Yeraltı termal, mineral və içməli sular, buzlaq və qar suları, atmosfer yağıntıları, yerüstü nəhəng su hövzələri haqqında geniş məlumat vermək, təbii suların geniş diaqnostik təsnifatını oxuculara açıqlamaq kitabın əsas məqsədlərindən biridir.

Kitabda yeraltı proseslər - vulkanik hadisələr, zəlzələlərin yeraltı sularla əlaqəsindən geniş söhbət açılır. Bir sıra xəstəliklərin müalicəsində, kimyəvi xammal kimi qiymətli mineral komponentlərin çıxarılmasında, geoloji proseslərdə və su dövranında termal sulardan istifadə edilir. Doğma diyarımız olan Naxçıvan Muxtar Respublikasına təbiətin bəxş etdiyi mineral su mənbələri, onların yayılma coğrafiyası, tərkibi, fiziki-kimyəvi xassələri, tətbiq sahələri haqqında geniş söhbət açılır. Ətraf mühit ilə su dövranının qarşılıqlı əlaqəsi və təbii sulara geokimyəvi yanaşmanın elmi istiqamətləri araşdırılır. Son illər təbii suların nəzəri və təcrübi öyrənilməsi sahəsində xeyli material toplanmışdır. Bu kitabda təbii suların geokimyəvi və nəzəri aspektdən yayılma xüsusiyyətləri, quruluşu və fiziki-kimyəvi göstəriciləri sistemləşdirilmiş və Naxçıvan Muxtar Respublikasının təbii sularının geokimyəvi diaqnostikası təqdim edilmişdir. Çalışmışıq ki, kitab geokimyəçilərin, analitiklərin və suyun geokimyası ilə məşğul olan hidroloqların geniş dairəsi üçün maraqlı olsun. Kitabla tanış olacaq insanların rəyi bu iddiamızda nə qədər haqlı olduğumuzun göstəricisi olacaq.

Təqdim edilən kitabda suyun təbiəti, quruluşu, yayılma xüsusiyyətləri yeni baxış bucağından sistemləşdirilmiş və bu sahədə əldə edilmiş ən son uğurlarla zənginləşdirilmişdir.

# I FƏSİL

## TƏBİİ SULARIN QURULUŞU VƏ MƏNŞƏYİ

### 1. Suyun sehirli dünyası və quruluşu

Su-Yerdəki ən unikal və sehirli maddədir. Xarici görünüşünə görə su çox sadədir, bu səbəbdən o uzun müddət bölünməz element hesab edilirdi. Fales dünyanın müxtəlif obyektlərin və hadisələrin yükləndiyi məkan deyil, vahid, bütöv və qanunauyğun tam olduğuna inanırdı. Və bu tamlığın, bütövlüyün əsasında isə yaranışın vahidliyi və maddi varlığın mahiyyəti dayanır. Bütün varlığın əsasını isə tək-cə vahid birinci element təşkil edir – hər şey ondan doğmuş, hər şey ondan ibarətdir. O elan etmişdi ki, belə ilkin element eyni zamanda ilkin materiya - sudur. Yalnız bundan 2 min il sonra, 1766-cı ildə H.Kavendiş (İngiltərə), sonra 1783-cü ildə A.Lavuazye (Fransa) göstərdilər ki, su sadə kimyəvi element olmayıb müəyyən nisbətdə hidrogen və oksigenlə ibarət olan birləşmədir. Və bizim dünyanın bütün təbii suları yalnız bu iki elementdən təşkil olunmuşdur. Bundan sonra kimyəvi element hidrogenin kəşfi ilə o, (hidrogen-yunanca hidrogenes) su doğuran kimi leksikona daxil oldu. Sonrakı tədqiqatlar  $H_2O$  - kimyəvi formulunun ifadə etdiyi maddənin unikal quruluşu və xassələrə malik olduğunu göstərdi. İki-əsrdən artıq bir müddətdə bu maddənin sirlərini tam açmağa çalışan tədqiqatçılar əksər hallarda dalana dirəndilər. Min illərin dərinliklərindən bu günə qədər axıb gələn suyun nə qədər çətin obyekt olduğunu, onun xassələrinin və təbiətdə dövrününün tam proqnozlaşdırılmadığını tədqiqatçılar bu gün də etiraf etməli olurlar.

Suyun sirli aləmi var. Maye su qeyri-adi xassələrə malikdir. Bu hidrogen və oksigen atomlarının xassələri, molekulda onların struktur baxımdan yerləşməsi, elektronların qeyri-müəyyən davranışları və s. ilə əlaqədardır. Hamıya adi görünən suyun qeyri-adi xassələri nə ilə izah edilməlidir? Hər şeydən əvvəl, ona görə ki, suyun bütün xassələri anomal və paradoksal xarakterlidir, onlardan bir çoxu isə digər maddələri idarə edən fiziki qanunların məntiqinə uyğun gəlmir [51].

Yer üzərində həyatı şərtləndirən bu xassələrdən bəzilərini qısaca aydınlaşdırmağa çalışaq. İlk növbədə suyun istilik xassəsinin üç əsas xüsusiyyəti üzərində ayrıca dayanmaq lazımdır. Su Yer üzərində yeganə maddədir ki, (civədən başqa) xüsusi istilik tutumunun temperaturdan asılılığı minimaldır. Çünki suyun xüsusi istilik tutumu  $37^{\circ}C$ -yə yaxındır. Üçdə iki hissəsi sudan ibarət olan insanın normal temperaturu  $36-38^{\circ}C$  diapazonunda dəyişir.

İkinci fərqlilik suyun istilik tutumunun anomal yüksək olmasıdır. Onun müəyyən miqdarını bir dərəcə qızdırmağa, digər mayeləri qızdırmaq üçün lazım olandan daha çox (adi maddələrə nisbətən ən azı iki dəfə çox) enerji sərf etmək lazımdır. Buradan suyun istiliyi saxlamaq kimi unikal qabiliyyəti üzə çıxır. Əksər maddələr bu halda eyni xassəyə malik deyil. Suyun bu fərqliliyi istənilən iqlim şəraitində, isti günlərdə və sərin gecələrdə insan bədəninin temperaturunun eyni səviyyədə qalmasını təmin edir. Beləliklə, su insanın istilik dəyişmə proseslərinin tənzimlənməsində əsas və başlıca rol oynayır, onun minimum enerji sərfi ilə normal vəziyyətdə qalmasına şərait yaradır. Normal temperaturda insan bədəni daha əlverişli energetik səviyyədə qala bilir. Eyni ilə istiqanlı otyeyən heyvanların temperaturu ( $32-39^{\circ}\text{C}$ ) arasında dəyişir. Bu zaman suyun xüsusi istilik tutumu minimum temperaturda qalır [52].

Suyun növbəti xüsusiyyəti: onun xüsusi ərimə istiliyinin yüksək olmasıdır, daha doğrusu suyu dondurmaq, buzunu da eyni qaydada əritmək çox çətinidir. Buna görə də Yerin iqlimi bütövlükdə kifayət qədər stabil və yumşaqdır. Suyun istilik xassəsinin bu üç növ fərqliliyi insanın əlverişli mühit şəraitində optimal sürətdə mövcud olmağına şərait yaradır. Suyun həcmində də fərqlilik müşahidə olunur. Maye, kristal və qazlar kimi əksər maddələrin sıxlığı qızdırdıqda azalır, soyuduqda isə artır. Bütün mayelər kimi suyun sıxlığı soyuduqda  $100^{\circ}\text{C}$ -dən  $4^{\circ}\text{C}$ -yədək (daha dəqiq  $3,98^{\circ}\text{C}$ ) yüksəlir. Ancaq  $4^{\circ}\text{C}$ -də maksimal temperatur həddinə çatdıqdan sonra soyuma zamanı suyun sıxlığı azalmağa başlayır. Başqa sözlə, suyun maksimal sıxlığı  $0^{\circ}\text{C}$ -də yox,  $4^{\circ}\text{C}$ -də müşahidə olunur. Bu da suyun ən unikal anomaliyalarından biri sayılır.

Suyun donması sıxlığın 8 faizdən çox sıçrayışlı azalması ilə müşahidə olunur. Bu halda əksər maddələrdə kristallaşma sıxlığın artması ilə baş verir. Bununla əlaqədar olaraq buz maye suya nisbətən böyük həcmə malik olur və onun üzərinə qalxır. Suyun sıxlığının belə qeyri - adiliyi Yerdə həyatın davamı üçün vacibdir.

Suyun üzərini örtən buz, təbiətdə üzən örtük rolunu oynayaraq çayları, dənizləri, su qovşaqlarını qoruyur, eyni zamanda sualtı dünyada həyatın gedişini təmin edir. Əgər suyun sıxlığı donma zamanı artsaydı, buz sudan ağır vəziyyətdə batar, çay, göl və okeanlarda bütün canlıların məhvinə səbəb olardı. Hər şey bütövlükdə donar, Yer buzlaqlarla örtülər, canlı aləmin məhvi qaçılmaz olardı. Suyun fərqli xüsusiyyətləri bununla da bitmir. Bu fərqliliklər aləminə səyahətimizi davam etdirir.

Xarici görünüşünə görə su hərəkətlidir. Amma dağ süxurlarının çatlarına sızan su donma zamanı genişləndiyindən istənilən bərk qayanı tədricən parçalayaraq, daha kiçik hissəciklərə ayıra bilir. Daşlaşmış

süxurların həyat dövrünə dönüşü belə başlayır. Yerin üst qatlarının üzvi komponentlərlə yenilənməsi məhsuldar torpağın yaranmasına kömək edir.

Beləliklə, suyun qüdrəti sayəsində yerin dərin qatlarından daşlaşmış dünyanın ünsürləri nağıllarda olduğu kimi yerin üzünə çıxır və torpağın, yaşamanın, həyatın dövrünü baş verir. Bərk maddələrin, canlı təbiətin dövrünə qatılmaq prosesini suyun həll etmə qabiliyyəti sürətləndirir. Su bərk maddələrin müxtəlif komponentlərini həll etməklə orada qida mühiti yaradır. Su bitki, heyvan və insan həyatı üçün zəruri mikroelementlərin daşıyıcısı olur [137].

Su digər mayelərdən daha güclü universal həlledici xassəyə malikdir. Suya kifayət qədər vaxt verilsə, o praktik olaraq istənilən bərk maddəni həll edə bilər. Məhz suyun bu unikal həll etmə qabiliyyətinə görə bu vaxta qədər heç kimə kimyəvi təmiz su almaq nəsb olmayıb, o, həmişə hətta yerləşdiyi qabın həll olmuş materialına malikdir. Su insanın həyat fəaliyyətinin bütün zəruri sistemləri üçün lazımdır. Su insan qanının 79%-ni təşkil edir və qan dövrünü vasitəsi ilə həyat üçün zəruri yüklərlə maddəni həll olan vəziyyətdə orqanizmə çatdırır. Su-limfanın 96%-ni təşkil edir və bağırsaqdan qidalandırıcı maddələri toxumalarla orqanizmə daşıyır. Sadalanan xassələri və Yerdəki həyatı təmin edən suyun xüsusi rolu onun həyat mənbəyi olduğunu bir daha təsdiq edir. “Hər şeyin əvvəlində su var”- Milatdan Falesin bizim eradan əvvəl VI əsrdə qeyd etdiyi ifadə bu gün də öz qüdrətini qoruyub saxlayır.

*Maye möcüzə:* Artıq suyun qəribə, lakin həyatı əhəmiyyətli xassələrindən bəhs etməyi dayandıraraq, diqqəti onun molekulunun qeyri-adi quruluşundakı sirləri açıqlamağa yönəldək. Məhz su molekulunun quruluşunun analizi onun canlı və cansız təbiətdə müstəsnalığını anlamağa imkan verir. Belə ki, həqiqətə yol bir molekul suyun quruluşundan keçir. Hər şeydən əvvəl qeyd edək ki, su molekulu üçatomlu molekullar içərisində ən kiçiyidir. Bura hidrogenli birləşmələr  $H_2S$ ,  $H_2Se$ ,  $H_2Te$  kimi analoqlar daxildir. Məhz bu molekullar ənənəvi olaraq quruluşlarına görə su ilə müqayisə olunurlar. Belə molekullar normal şəraitdə qazlar əmələ gətirir, su molekulu isə - mayedir .

Buxarlanma zamanı su molekullarının qaz əmələgətirən xaotik birliyi, daha doğrusu maye su əmələ gəldikdə çox qəribə mürəkkəb maye formalaşır. İlk növbədə bu su molekullarının klaster-qruplar  $(H_2O)_x$  şəkilində birləşmək kimi unikal xassəsi ilə əlaqədardır. Klasterlər ətrafında adətən o atom və ya molekullar birləşir ki, fiziki qarşılıqlı təsirləri ilə vahid ansambl yaradır, lakin onun daxilində öz fərdi davranış və xüsusiyyətlərini qoruyub saxlayırlar. Klasterləri birbaşa müşahidə etmək imkanları çox məhduddur, buna görə də tədqiqatçılar cihaz və aparat çatışmazlıqlarını

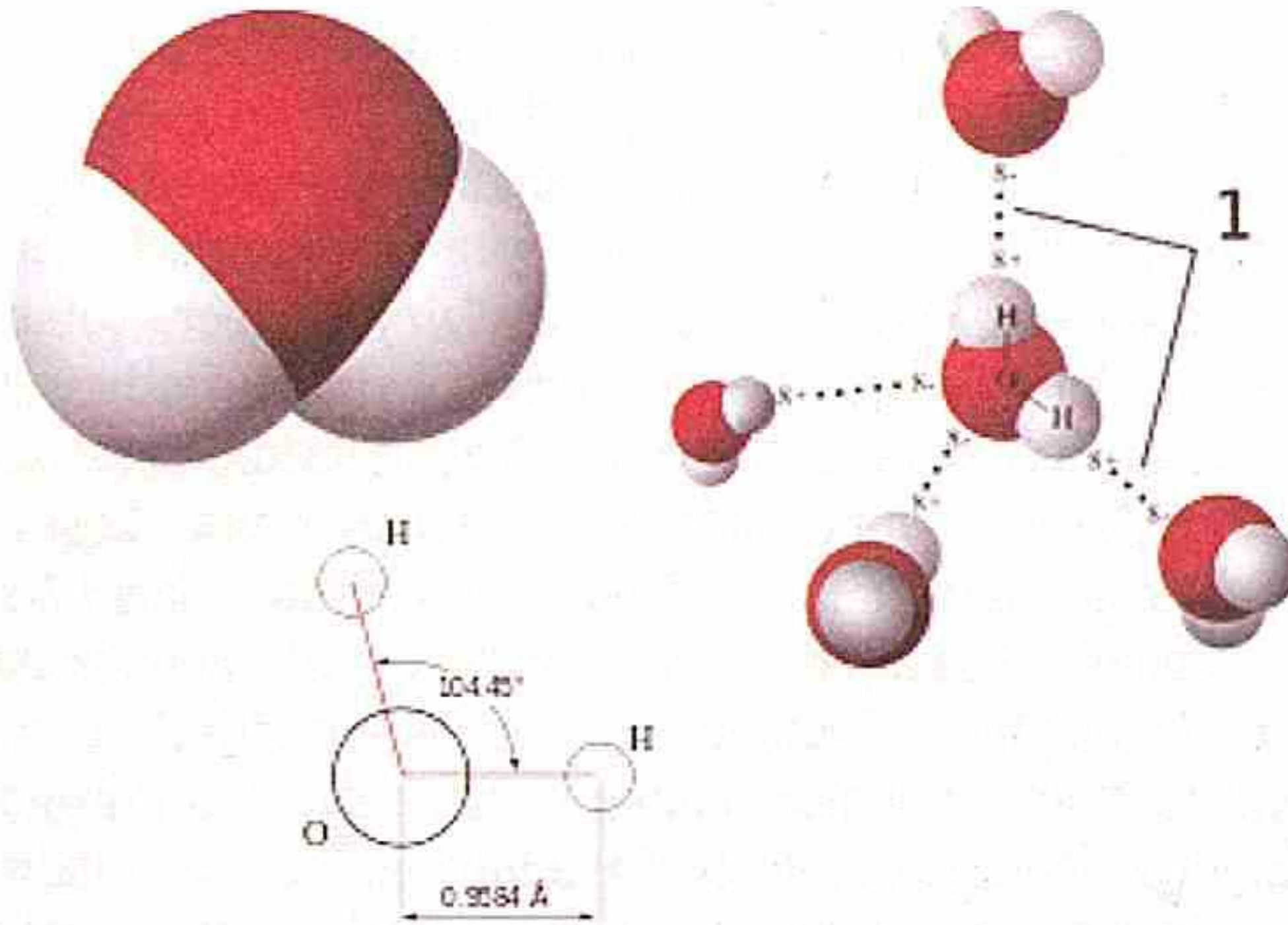


fərdi duyum və nəzəri baxışlarla əvəz etməyə çalışırlar. Otaq temperaturunda  $x$  (birləşmiş su molekullarının sayı) üçün assosiasiya dərəcəsi 3 ilə 6-ya qədərdir. Bu su molekulunun ancaq  $H_2O$  yox,  $H_6O_3$ -ilə  $H_{12}O_6$  arasında aralıq bir vəziyyətdə olduğunu göstərir. Başqa sözlə, su-mürəkkəb məhluldur. Bu üçdən altıyadək molekul arasında təkrarlanan qruplardan ibarətdir. Bunun sayəsində su analoqları ilə müqayisədə donma və qaynamanın anomal qiymətlərinə malikdir. Əgər su ümumi qaydalara tabe olsaydı, o,  $-100^{\circ}C$  donmalı,  $-70^{\circ}C$ -ə yaxın temperaturda qaynamalı idi. Əgər su buxarlanma zamanı  $H_6O_3$ ,  $H_8O_4$  və ya  $H_{12}O_6$  şəklində qalsa idi, onda su buxarı azot və oksigen molekullarının üstünlük təşkil etdiyi havadan bir qədər ağır olmalı idi. Bu halda Yer səthi daim duman qatı ilə örtülmüş olardı. Planetdə belə həyat praktiki olaraq qeyri-mümkündür. Deməli, bizim planetin sakinlərinin bəxti gətirmişdir, buxarlanma zamanı suyun klaster qrupları parçalanır və su -  $H_2O$  kimyəvi formuluna malik praktik sadə qaza çevrilir. Son zamanlar buxarda cüzi miqdarda  $H_4O_2$  dimerlərinin tapılması havaya o qədər də təsir etmir. Qaz halında suyun sıxlığı havanın sıxlığından az olduğundan, su öz molekullarını yerin atmosferi ilə doyduraraq bizim üçün rahat və münasib hava şəraiti yaradır. Yer üzərində sudan başqa elə bir maddə yoxdur ki, insanın mövcud temperaturunda maye şəklində olmaq qabiliyyətinə malik olsun. Bu halda əmələ gələn buxar yalnız havadan yüngül deyil, həm də yağıntılar şəklində ona yuxarıdan qayıtmaq qabiliyyətini verir. Bu suyu təbiətdəki bütün maddələrdən fərqləndirir.

*Qəribə geometriya:* Üçatomlu molekullar içərisində ən kiçik molekul əslində neçə görünür? Su molekulu simmetrik V-yə oxşar formaya malikdir. Belə ki, iki böyük olmayan hidrogen atomu iri oksigen atomu ilə müqayisədə eyni tərəfdə yerləşmişdir. Bu su molekulunu bütün atomları eyni xətt boyu yerləşən  $H_2Be$  kimi xətti molekuldan fərqləndirir. Məhz su molekulunda atomların belə fərqli yerləşməsi ona bir sıra qeyri-adi xassələrə malik olmaq imkanı verir. Əgər su molekulunun geometrik parametrlərinə nəzər salsaq, onda müəyyən harmoniya olduğu üzə çıxar [138]. Bunu görmək üçün yuxarısında oksigen və protonlar olan üçbucaq H-O-H quraq. Belə üçbucaq sxematik olaraq su molekulunun quruluşunu təsdiq edir. Bu üçbucağın tərəflərinin uzunluğu və iki rabitə O-H arasındakı valent bucağı, suyun aqreqat halının dəyişməsi ilə dəyişilir [53].

Şəkil 1.1-də su molekulunun quruluşu və atomların yerləşmə xüsusiyyətləri təsvir edilmişdir. Bu şəkilə görə suyun müxtəlif vəziyyətlərini xarakterizə edən nüanslara nəzər yetirək. Su molekullarının buxar halının parametrləri onun udulma spektrlərinin işlənməsi əsasında alınmışdır.

Nəticələr təkrarlanmış, məlum qaydada rabitənin uzunluğu, su molekulunun buxar vəziyyətində valent bucağı hesablanmışdır.

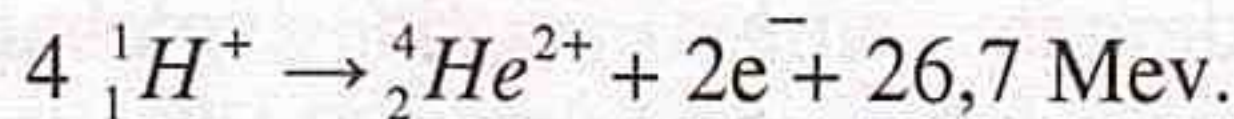


Şəkil 1. Su molekulu və suyun quruluşu

Normal təzyiqdə buzun kristallik strukturu su molekulları arasındakı saysız-hesabsız rabitələrin təsirindən olduqca qeyri - müntəzəmdir. Adi buzun kristallik qəfəsinin sxemini oksigen atomlarından hər biri qonşu atomlarla düzgün tetraedrin təpələrinə istiqamətlənmiş dörd hidrogen rabitəsi ilə qurmaq olar.

“O qədər çox bilmək lazımdır ki, nə qədər az bildiyimizi anlaya bilək”. 1 №-li elementin- hidrogenin bütün tarixi bu tezisə təsdiqinə xidmət edə bilər. Bir anlığa təsəvvürümüzə gətirək ki, hidrogenin ehtiyatları tamamilə tükənmişdir. O halda dünyada həyat mümkün olmaz, Günəş söner, su isə yoxa çıxardı.

Məlumdur ki, bizim varlığımız və bizi əhatə edən mühit Günəşdə baş verən proseslərlə bağlıdır. Hər saniyə Günəş kosmik fəzaya 4 milyon ton kütləyə ekvivalent enerji şüalandırır. Bu enerji 4 hidrogen nüvəsinin helium nüvəsində protonlara çevrilməsi nəticəsində yaranır. Reaksiya bir neçə mərhələdə gedir, onun yekun nəticəsi aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:



Bu ağlasığmaz dərəcədə nəhəng enerjidir. 1q protonun yanması nəticəsində 1q kömürün yanmasından 20 milyon dəfə çox enerji ayrılır. Bu

reaksiya Yerdə baş verə bilməz. O yalnız xüsusi temperatur və təzyiqdə ulduzların sahələrində baş verə bilər. Hər saniyədə ayrılan 4 milyon enerji miqdarına ekvivalent güc ala bilmərik. Hesablamalar göstərir ki, Günəş ən azı 30 milyard il işıq saçacaq və zəifləmədən enerji ixrac edəcək. Günəşin isə az qala yarısı hidrogendən ibarətdir. Günəşdə 69 kimyəvi element müəyyən edilmiş, amma onların içərisində hidrogen üstünlük və müstəsnaqlıq təşkil edir. Hidrogen yalnız enerji sərfində işlənmir, həm də termonüvə proseslərinin gedişində ondan yeni kimyəvi elementlər əmələ gəlir, ayrılan protonlar isə Günəşətrafı fəzaya yayılır. Yerə çatan bu proton seli onun maqnit sahəsini zəbt edir, polyar yayılma yaradır, radioəlaqəni pozur. Günəş tufanları adlanan bu hadisə Yer üçün ciddi təhlükə yaradır. Yerin maqnit sahəsini tutan hidrogen nüvəsi onun kosmosla kütlə mübadiləsinə təsir göstərir. Yer qabığında hər 100 atomdan 17-si hidrogen atomlarıdır. Buna baxmayaraq Yerdə sərbəst hidrogen praktik olaraq mövcud deyil. O, suyun, mineralların, kömürün, neftin, canlı varlıqların tərkibinə daxildir. Yalnız vulkanik qazlar bəzən bir qədər hidrogen saxlayır, bu da diffuziya nəticəsində atmosferdə udulur. Məsələ ondadır ki, Yerin atmosferində oksigen var. Uçan hidrogen nüvələri ilə qarşılıqlı təsirdə oksigen onları tutur, kosmik hidrogen gec və ya tez adi yağışlar şəklində planetin üstünə düşür. Hesablamalar göstərir ki, Yer kürəsindəki dəniz, göl, çayların suyunda olan hidrogenin kütləsi yerin bütün tarixi boyu "Günəş küləklərinin" gətirdiyi protonların kütləsinə bərabərdir. Bu sadəcə təsadüfi üst-üstə düşmək deyil, qanunauyğunluqdur. Bilməliyik ki, bizim hidrogenli Günəşimiz Kainatda mövcud olan Yerdən yüz, min və milyon işıq ili uzaqlığındakı saysız-hesabsız ulduzlardan biridir.

İnsan təxəyyülü oksigeni, karbonu hər hansı bir elementlə əvəz edə bilərsə, hidrogeni heç nə əvəz edə bilməz. Məsələ ondadır ki, hidrogendən başqa bütün elementlərin analoqu var. Hidrogen atomunun nüvəsi elementar hissəcikdir. Bu da atomun xassələrinə öz təsirini göstərir. Hidrogendən başqa istənilən atom adi şəraitdə bütün elektronlarını itirə bilməz. Onda ən azı bir elektron təbəqəsi qalmalıdır və sonda mənfi yük daşıyan bu təbəqə nüvəni ekranlaşdırmalıdır. Amma hidrogen ionu "çılpaqdır", müsbət yüklü protondur. O, digər elementlərin elektron təbəqələrini cəzb edə bilər və bu zaman nüvədən o qədər də güclü itələnmə hiss etməz. Təsəvvür edək ki, su molekulunda oksigen atomunun hər iki valentliyi doymuşdur və elə görünə bilər ki, iki molekul arasında əlavə rabitə yarana bilməz. Ancaq bir su molekulunun hidrogen atomu digər molekulun oksigen atomuna yaxınlaşanda protonla oksigenin elektron təbəqəsi arasında əlavə cazibə qüvvəsi yaranır və nəticədə "hidrogen rabitəsi" adlandırılan xüsusi növ rabitə ortaya çıxır. Xatırladaq ki, hidrogen rabitəsi eyni molekul atomları və

ya qonşu molekullar arasında hidrogen atomu ilə həyata keçən rabitədir. Bu rabitə adi rabitədən 20 dəfə zəifdir. Amma həyatda onun rolu əvəzedilməzdir. Suyun bir çox qəribəlikləri məhz hidrogen rabitəsinin varlığı ilə əlaqədardır. Hidrogen rabitəsi yalnız suyun strukturunda deyil, həm də əksər bioloji molekulların- karbohidrat, zülal, nuklein turşuları və s. strukturlarında çox zəruri rol oynayır. Əgər kristallik buz oksigenə görə yaxşı nizamlanmışsa, bunu hidrogen haqqında demək olmaz. Hidrogen ionlarının (protonların) yerləşməsində qüvvətli nizamsızlıq müşahidə olunur. Onların vəziyyəti aydın müəyyən olunmadığından bunu hidrogenə görə nizamsız formalaşmış hesab etmək olar. Buz son dərəcə maraqlı xüsusiyyətləri ilə fərqlənir ki, bunlardan ikisi daha önəmlidir. Birincisi buz həmişə kimyəvi cəhətdən çox təmizdir. Buzun strukturunda praktik olaraq qarışıqlar olmur. Donma zamanı onlar məhlula keçir. Bu səbəbdən buz həmişə ağ rəngdə, şəffaf və səthi praktik parlaq olur. Demək olar ki, istənilən kristal ideal kristallik qəfəs yaratmağa can atır, kənar maddələri özündən sıxışdırıb çıxarır. Amma planet miqyasında donma və ərimə kimi qeyri-adi hadisələr nəhəng təmizlənmə prosesində böyük rol oynayır, Yerdəki su daima öz - özünü tənzimləyir [54].

İkincisi, buz, xüsusən də qar yüksək əks etdirmə qabiliyyətinə malikdir. Buna görə Günəş şüaları polyar sahələri kifayət qədər qızdırır bilmir və bunun sayəsində, bizim planet mövsimi daşqınlardan və Dünya okeanının səviyyəsinin qalxmasından azad olur. Bir su molekulunun parametrlərinin maye fəzada təcrübi təyini indiyədək həlli müşkül olan çətinliklər doğurur, çünki maye su bir-biri ilə dinamik tarazlıqda yerləşən müxtəlif klasterlərin, daha doğrusu molekulların qarışığıdır. Onlar arasındakı qarşılıqlı təsirin aydın münasibəti indiyədək müəyyən deyil, belə qarışığı ayrı-ayrı komponentlərə ayırmaq da mümkün deyil, sadəcə məhlul olan su hələlik öz daxili sirlərini və sehirli dünyasını açmağa tələsmir.

İndi su molekulunun quruluşunun ümumi cəhətlərinə qayıdaq. Onda simmetriya var, bu isə onun fiziki dünyasının hərtərəfli aydınlaşdırılması cəhdlərində əsas rol oynayır. Onun quruluşunda həm də asimmetriya mövcuddur. Bu isə suyun təbiətin şah əsəri olan qızıl nisbətə əlaqəsinin və hərəkətinin mümkünlüyünə dəlalət edir. Bu baxımdan riyaziyyatın “qızıl nisbət” adlandırdığı məfhumun iç dünyasına ekskurs etmək maraqlı olardı.

Bu məfhum AB parçasında elə C nöqtəsinin yerləşməsi haqqında geometrik məsələdir ki, onun həlli  $CB:AC=AC:AB$  nisbətində həmin nöqtənin düzgün tapılmasını gerçəkləşdirə bilsin.

Bu məsələnin həlli  $CB:AC=(-1+5)/2$  nisbətinə uyğun gəlir, bu isə qızıl nisbət adlanır. AB-nin C nöqtəsi ilə geometrik böyüməsi isə qızıl seçim adlanır. Əgər bütöv kəsiyi vahid qəbul etsək, onda  $AC=0,618033...$  və

CB=0,381966... alınar. Zaman göstərir ki, qızıl nisbət iki qiymətin tamamlanmış və harmonik münasibətidir. Geometrik yanaşmada bu, iki qeyri-bərabər kəsiyin ölçüsüz və cazib münasibliyidir. Antik dövrlərdən bu günə qədər qızıl nisbətin tədqiqatçıları fiziki və bioloji dünyanın müxtəlif elementlərinin quruluşunda yaranan bu xassələrə və harmoniyaya heyran qalmışlar. Aydın olur ki, harmoniyanın prinsiplərinin gözlənilmədiyi hər yerdə qızıl nisbət ortaya çıxır. Bəs qızıl nisbəti su molekulu ilə birləşdirən nədir? Bu suala cavab vermək üçün qızıl nisbətin üçbucaq şəkilli nağıl qədər maraqlı ikili obrazına baxaq.

Qızıl nisbət üçbucağında OA:AB =0,618-ə bərabərdir, burada  $\alpha$  bucağı  $\alpha=108,0^{\circ}$ -dir. Buz üçün O-H, H-H rabitəsinin uzunluğu 0,100:0,163=0,613 və  $\alpha=109,5^{\circ}$ , müvafiq olaraq 0,631 və  $104,5^{\circ}$ -dir. Qızıl üçbucaqda su molekullarının strukturunun təsvirini dərk etmək sadəcə mümkün deyil. Təəccüblüdür ki, bu günə qədər bu quruluşun oxşar interpretasiyasının mümkünliyinə çox az fikir vermişlər və həqiqətən AOB üçbucağında A və B nöqtələrində hidrogen atomlarını, O nöqtəsində isə oksigen atomunu yerləşdirsək, ilk yanaşmada qızıl nisbət əsasında qurulmuş maye su molekulu alarıq. Molekulun özünəməxsusluğu insanı heyrləndirir. Belə ki, təbiətdə və həyatda su molekulu onun formasının əsrarəngizliyi olmadan düzgün qiymətləndirilə bilməz. Çünki, biosferdə öz forması, qeyri-adi gözəlliyi və qəribəliklərinə görə ikinci belə maddə mövcud deyil.

*Müstəsna harmoniya.* Maye su molekulu təbiətdə qızıl nisbətə xas olan ölçülərini özündə ehtiva edən yeganə üçatomlu maddə olduğu oxşar molekullarla müqayisədə ortaya çıxır. Kimyəvi tərkibinə görə su molekulu yaxın üçatomlu molekullarda ( $H_2S$ ,  $H_2Se$  və  $H_2Te$ ) valent bucağı təxminən  $90^{\circ}$ -yə bərabərdir.  $H_2S$  molekulu aşağıdakı geometrik parametrlərə malikdir:

Rabitənin uzunluğu, S-H, nm ----- 0,1345

Rabitənin uzunluğu, H-H, nm ----- 0,1938

Valent bucağı H-S-H, dər. ----- 92,2.

Rabitələrin ölçülərinə gəlincə S-H-ın H-H-a münasibəti 0,694-ə bərabərdir, bu isə qızıl nisbətdən çox uzaqdır. Kvant-kimyəvi hesablamalar göstərir ki, əgər su ona qohum maddələrə oxşar olsaydı, onda onun molekulunda valent bucağı təqribən hidrogen sulfidinki kimi və ya maksimum  $5^{\circ}$  çox olmalı idi. Amma su, göründüyü kimi eynilik sevmir, o həmişə başqa bir romanın qəhrəmanıdır. Əgər suyun valent bucağı  $90-95^{\circ}$

tərtibində olsa idi, o zaman qızıl nisbəti unutmaz lazım gələrdi, su isə onunla yaxın olan digər hidrogenli birləşmələrlə bir cərgədə dayanardı. Su molekulları arasında hidrogen rabitəsinin olması onun fiziki xassələrində anomaliya yaradır:

1. Yüksək qaynama ( $100^{\circ}\text{C}$ ) və
2. Donma ( $0^{\circ}\text{C}$ ) temperaturu;
3.  $+4^{\circ}\text{C}$ -də maksimal sıxlığı ( $\rho=1\text{q/sm}^3$ );
4. Yüksək istilik tutumu ( $4,8\text{ kC/q}\cdot\text{k}$ ).

Cədvəl 1.1-də oxşar hidrogenli birləşmələrin fiziki xassələrinin xarakteristikası verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, suyun donma və qaynama temperaturları müvafiq olaraq  $61^{\circ}\text{C}$  və  $81^{\circ}\text{C}$ -dən aşağı olmalı idi, çünki suyun nisbi molekul kütləsi hidrojen-sulfid, hidrogen-selenid və hidrogen-telluridin nisbi molekul kütləsindən kiçikdir.

Suyun yüksək qaynama temperaturuna və istilik tutumuna malik olması su molekulları arasındakı hidrogen rabitəsini qırmaq üçün əlavə enerji sərfi ilə əlaqədardır. Onun molekulu estetik keyfiyyətlərə malikdir, ənənəvi paradigmanın çərçivəsindən kənara çıxdığına görə onun xassələrini bəzən interpretasiya etmək lazım gəlir. Bu halda suyun bəzi sirləri harmoniya kimi qeyri-elmi anlayışlarla izah edilə bilər.

Cədvəl 1.1. Oxşar hidrogenli birləşmələrin fiziki xassələrinin müqayisəli xarakteristikası

Fiziki göstəricilər	Birləşmələr			
	$\text{H}_2\text{Te}$	$\text{H}_2\text{Se}$	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{H}_2\text{O}$
$M_r$	130	81	34	18
$t_{\text{qaynama}}$	-2	-42	-61	100
$t_{\text{donma}}$	-51	-64	-81	0

Göstərilən mühakimələrin nəticələrini belə ifadə etmək olar: su molekullarının həndəsi parametrlərinin eksperimental ölçüləri müəyyən xətalara bağlıdır və buna görə də qızıl tənəsübün nisbəti ola bilər ki, ciddi şəkildə özünü doğrultmasın. Bu halda eksperimental ölçmələrin nəticələrini böyük xəta ilə qəbul etsək belə, su molekulu mövcud üçatomlu birləşmələr icərisində praktik olaraq tənəsübə uyğun yeganə maddə kimi qalır.

Bununla əlaqədar olaraq ərimiş suyun xassələrinə diqqət yetirək. Belə su adi sudan fizioloji təsir xüsusiyyətlərinə görə fərqlənir. Ərimiş su buz əriyərkən əmələ gəlir, bütün buz kütləsi əriyib qurtarmayana qədər  $0^{\circ}\text{C}$

temperaturuna malik olur. Buzun strukturu üçün xarakter olan molekullararası qarşılıqlı təsirin xüsusiyyəti ərimiş suda da saxlanılır, belə ki, kristalın əriməsi zamanı bütün hidrogen rabitələrinin yalnız 15%-i dağılır. Buna görə də buza aid olan rabitə dörd qonşuya malik hər su molekulu üçün əhəmiyyətli dərəcədə pozulmur, oksigenli karkas qəfəsin yayılması gözlənilir. Beləliklə, ərimiş su adi sudan müəyyən müddət boşalmış buzun strukturunu qoruyub saxlayan çox molekullu klasterlərin artıqlığı ilə fərqlənir. Buz tamamilə əridikdən sonra suyun temperaturu artır, klasterlərin ölçüləri dəyişilir. Buna görə də ərimiş suyun xassələri dəyişməyə başlayır. 15-20 dəqiqədən sonra dielektrik keçiriciliyi özünün tarazlıq vəziyyətinə gəlir, 3-6 gündən sonra özlülük əvvəlki vəziyyətini bərpa edir. Təqribən 12-16 saatdan, bəzən 1 gündən sonra ərimiş suyun bioloji aktivliyi düşür. Beləliklə, ərimiş suyun fiziki-kimyəvi xassələri vaxtdan asılı olaraq öz-özlüyündə dəyişməyə başlayır, adi suyun xassələrinə yaxınlaşır, su tədricən bir qədər əvvəl buz olduğunu sanki unutmuş olur.

Buz və buxar suyun müxtəlif aqreqat hallarıdır. Bu səbəbdən məntiqi olaraq maye aralıq fazada su molekullarının ayrı-ayrı valent bucaqları bərk faza və buxarın qiymətlərinin aralıq diapazonunda yerləşir. Kristal buzda su molekulunun valent bucağı  $109,5^{\circ}$ -yə yaxındır. Buz əridikdə molekullararası hidrogen rabitəsi zəifləyir, H-H məsafəsi qısalır, valent bucağı azalır. Maye suyu qaynatdıqda klasterlərin strukturlarında nizamsızlıq baş verir və bucağın azalması davam edir.

Buxar halında su molekulunun valent bucağı artıq  $104,5^{\circ}$ -yə çatır. Deməli, adi maye su üçün valent bucağı çox ehtimal ki,  $109,5^{\circ}$  ilə  $104,5^{\circ}$  arasında orta qiymətə, yəni təqribən  $107,0^{\circ}$ -yə malik olmalıdır. Amma ərimiş su öz daxili strukturuna görə buza yaxın olduğundan, onun valent bucağı da  $109,5^{\circ}$ -yə yaxın, daha doğrusu  $108,0^{\circ}$ -yə yaxın olmalıdır [139].

Yuxarıda dediklərimizi fərziyyə şəklində formalaşdırmaq olar: ərimiş su adi su ilə müqayisədə daha əhəmiyyətli dərəcədə nizamlı quruluşa malik olduğundan, onun molekulu böyük ehtimalla (valent bucaqları  $108^{\circ}$ -yə yaxın) qızıl nisbətə uyğun harmonik üçbucağa maksimal dərəcədə yaxındır. Nəzərə almaq lazımdır ki, rabitələrin uzunluğu təxminən 0,618-0,619 anqstromə bərabərdir. Bunu əsaslandırmaq üçün hər hansı bir nəzəriyyə mövcud deyil. Ancaq elmi məntiqə söykənən müəyyən fərziyyələr mövcuddur ki, biz də onlara əsaslanırıq.

*Ərimiş suyun sehri gücü.* İnsanlara qədim zamanlardan ərimiş suyun heyranedici xassələri məlum idi. Əvvəllər də qeyd edilirdi ki, ərimiş su mənbələrinə yaxın ərazilərdə bitkilərin böyüməsi sürətlənir, Arktika dənizlərində ərimiş buzlaqların sahələrində həyat gur axarla davam edir. Bu sularla suvarılan kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığı artır, toxumların

sürətli cücərməsi baş verir [140]. Bu səbəbdən qış aylarında əkin yerlərini və ağacların dibini qarla örtmək məsləhətdir. Yazda qar əriyən zaman bu, onların inkişafına zəmin yaradır. Heyvandarlıqda ərimiş suyun istifadəsi heyvanların çəkirlərinin artmasına, sürətlə böyüməsinə səbəb olur. Yazda quşların və heyvanların ərimiş suyu həvəslə içmələrinin şahidi olmuşsunuz. Yabani quşlar ərimiş qarın ilk gölməçələrinin suyunda həvəslə yuyunurlar ki, bu da təsadüfi deyildir. Ərimiş su, adi sudan fərqli olaraq öz quruluşuna görə canlı orqanizmlərin və bitkilərin hüceyrələrinin saxladığı mayeyə çox oxşardır. Məhz buna görə insan üçün molekullarının şəbəkəli klasterlərində birləşən ərimiş suyun "buzlu" strukturu daha yararlıdır. Ərimiş suyun bu özünəməxsus xassəsi onun orqanizm tərəfindən asan mənimsənilməsinə kömək edir. Bioloji baxımdan da belə forma daha fəaldır. Tərəvəz və meyvələrin insan orqanizminə faydalı olması bu amillə izah olunur. Bu məhsullar suyu orqanizmə məhz oxşar strukturlu forma ilə daxil edirlər. Ərinmiş su içilərkən orqanizm yerdə mövcud olan bütün maddələrdən ən harmonik olanını qəbul edir. Belə su maddələr mübadiləsini yaxşılaşdırır, qan dövranını gücləndirir, qanda xolesterinin miqdarını azaldır, ürəkdə ağrıları sakitləşdirir, orqanizmin adaptasiya imkanlarını yüksəldir və həyatın uzanmasına kömək edir. Bir qurtum təmiz ərimiş su bir qutu pasterizə olunmuş meyvə şirəsindən daha faydalıdır. Çünki bu suda enerji yükü, gümrahlıq və rahatlığın elementləri toplanmışdır. Ərimiş su dərinə yumşaldır və gümrahlaşdırır, bu isə müxtəlif krem və losyonlara ehtiyacı aradan qaldırır. Ərinmiş suyun xassələrinin nəzəri öyrənilməsi hələlik ilkin mərhələdədir. Ərimiş suyun bioloji fəallığı ilə bağlı təsdiqedicə problematik momentlər hələ də qalmaqdadır. Bu istiqamətdə araşdırmaların aparılması ilə bağlı bəzən ciddi müzakirələr də meydana çıxır. Problemin mürəkkəbliyi, bir sıra məsələlərə yanaşmada qeyri-müəyyənliklər araşdırmaçıları qorxutmamalı, əksinə, yeni ideyalar, hipotezlər və nəzəriyyələrin yaranmasına meydan açmalıdır. Elmin inkişafının enişli-yoxuşlu yolları adətən belə mərhələlərdən keçir. Qeyd etmək lazımdır ki, təqdim edilən fərziyyə ərimiş suyun sirlərini tamamilə açmağa iddialı deyil. Qeyd edilənlər ənənəvi düşüncə çərçivəsindən kənara çıxmağa və həyatla suyun qarşılıqlı münasibətinə qeyri-adi tərəfdən baxmağa imkan verir. Bu harmoniya və gözəllik, ərimiş suyun özünəməxsus xüsusi xassələri və digər heç bir molekulun malik olmadığı zəriflik cizgiləridir. Bu baxış suyun sehri dünyasına yiyələnmək üçün ilk addımdır.

Maye suyun xüsusiyyətlərini izah etmək üçün indiyədək təklif edilən 20-dən artıq model onun anomallıqları ilə bağlı fenomeni hələ də bir tam halında izah etmək gücündə deyil. Bir fakt tamamilə aydındır: suda eyni zamanda onun molekulları arasındakı hidrogen rabitələri hesabına bir neçə energetik vəziyyət mövcud olur. Onların enerjisi isə Van-der Vaals



enerjisindən üç dəfədən də artıq olur. Bu isə öz növbəsində suyu qazlardan fərqləndirməklə, struktur baxımdan onun molekulunu bərk maddələrin molekuluna yaxınlaşdırır. Məhz bu məqam C.Bernal və R.Faulerə hələ 1932-ci ildə maye suyu kvarsın strukturu ilə müqayisə etməyə imkan vermişdir. Hazırda su monomolekulunun qaynama məhsulu kimi keçici forma olduğu, gerçək suyun isə tetramer- $H_4O_8$  olduğu bir sıra ciddi alimlərin qəbul etdiyi reallıqdır. Bu ansamblda 4 su molekulu kompakt tetraedrdə 12 qüvvətli hidrogen rabitəsi ilə birləşir. Digər tetramerlərlə birləşmək üçün hər tetramerin 4 sərbəst rabitəsi qalır. Ansamblın bu xassəsi tetramerlərin zəifləməsinə, əyilməsinə və hətta hidrogen rabitələrinin fırlanmasına imkan verir. 4 dəfə ağırlaşmış tetramerin elementar vəziyyəti maye fazanın mövcudluq temperatur intervalının kəskin şəkildə yüksəlməsini şərtləndirir, zəif hidrogen rabitələri hesabına tetramerlərin sabit polimerləşməsi isə bu intervalı  $96^0$ -yədək böyütməyə imkan verir.

Buzda isə bütün tetrahidrollar öz aralarında birbaşa hidrogen rabitəsi ilə şəbəkəli karkas formalaşdırırlar. Buz əridikdə rabitələr zəifləyir və əyilirlər. Bu isə öz növbəsində tetramerlərin yaxınlaşmasına və yaranan mayenin buzla müqayisədə daha sıx olmasına səbəb olur.  $4^0C$ -də isə unikal vəziyyət yaranır: tetrahidrollar arasındakı bütün hidrogen rabitələri maksimal dərəcədə əyilməklə şəbəkənin minimal həcmdə boşluğunu, suyun özünün isə maksimal sıxlığını formalaşdırırlar. Hidrogen rabitələrinin öz oxları ətrafında fırlanmaları isə göstərdiyimiz ideal polimerdə qırılmalar olmadıqda belə suyun anomal axıcılığını izah edir.

$4-70^0C$  aralığında tetramerlər arasında hidrogen rabitələrinin yavaş-yavaş qırılması başlayır. Bu zaman müşahidə edilən ən təəccüblü məqam – bizim bədənimizin temperaturunda həqiqətən unikal vəziyyət yaranır, başqa sözlə "zəif" hidrogen rabitələrinin yarısı qırılır. Bu isə canlı orqanizmlərin qanında müxtəlif xarakterli dönər biokimyəvi reaksiyaların bərabər ehtimalla getməsinə şərtləndirməklə, onların asan "idarə olunmasını" da təmin edir.  $33^0C$  ( $4^0-37^0-70^0$ ) intervalında temperatur əyrisində demək olar ki, bütün tetramer hidrogen rabitələrinin qırıldığı daha bir nöqtə qeyd edilir. Nəhayət  $100^0C$ -də suyun gizli buxarlanma istiliyi buzun əriməsi üçün tələb olunan miqdardan 3 dəfə çox olduqda tetramerlərin su monomolekullarına tam parçalanması baş verir. Sonradan 2,25 kC/q istilik ayrılması ilə tetrahidrollar və onların polimer ansambları əmələ gəlir. Belə qarşılıqlı çevrilmələrlə planetimizin labüd su itkisinin qarşısı alınmış olur. Bu prosesdə qeyd edilməsi zəruri moment çevrilmələrin tamamilə Le Şatelye prinsipinə tabe olmasıdır.

Geoloqların fikrincə su göstərilən "struktur yaddaşı"nı Yer qabığının əsas qurucu vahidi-energetik cəhətdən daha əlverişli struktur olan

silisium-oksigen tetraedrlərindən-  $\text{SiO}_4^{2-}$  almışdır. Mahiyyətə, yerdəki və atmosferdəki suyun bütün oksigeni çox-çox qədimlərdə silikatların tərkibində olub. Sağ və sol tetrahidrolların (daxili tetramer hidrogen rabitələrinin paylanmasına görə) mövcudluğu təxminən 4 milyard il bundan əvvəl qaynayan ilkin okeanda sağ və sol tetramer zəncirlərin olduğunu düşünməyə əsas verir. Məhz onlar həmin dövrdə sintez olunan üzvi maddələrin təmizlənməsində matrisa rolu oynaya bilərdilər. Yeri gəlmişkən, su ilə sıx bağlı olan kvarsın sağ və sol kristallik formaları mövcuddur. Minerallar aləmində isə belə oxşarlıqlarla tez-tez rastlaşmırsan...Fikrimizcə, normal monomolekulyar maddə kimi  $-70^\circ\text{C}$ -də qaynamalı,  $-100^\circ\text{C}$ -də isə donmalı olan suyun hər gün qarşılaşdığımız anomaliyasını bundan etibarlı izah etmək sadəcə mümkün deyil.

Suyun insan beynindəki fikirlərə reaksiya vermək qabiliyyəti, informasiyanı saxlamaq və ötürmək xassəsi, düşüncəli substansiya olması kimi bir sıra eksperimentlərlə təsdiqini tapmış kimi görünən faktlar artıq elmi-kütləvi ədəbiyyatda özünə geniş yer etmiş iddialardandır. Bu baxımdan Yokoqama Universitetinin əməkdaşı, alternativ təbabətin tanınmış nümayəndəsi Masaru Emotonun apardığı araşdırmalar xüsusilə maraqlıdır.

## 2. Suyun fiziki və kimyəvi xassələri

Suyun sehirli dünyasından ayrılıb, gündəlik normal vəziyyətindəki fiziki-kimyəvi parametrlərinə nəzər salaq.

Yer kürəsinin əsas su kütləsi duzludur, o kənd təsərrüfatı və içmək üçün yararlı deyil. Burada şirin suların payı 2,5% təşkil edir, onun da 98,8%-i buzlaqlarda və qunt sularında yerləşir. Şirin suyun 0,3%-i çaylarda, göllərdə və atmosferdədir. Daha az miqdarı isə (0,003%) canlı orqanizmlərdə yerləşir. Su güclü polyar həlledicidir. Təbii şəraitdə həmişə həll olunmuş maddələrə (duzlar, qazlar, üzvi maddələr) malikdir. Su Yerdə həyatın yaranması və sonrakı inkişafında, canlı orqanizmlərin kimyəvi quruluşunda, iqlim və havanın yaranmasında böyük əhəmiyyətə malikdir. O, planetdə mövcud olan bütün canlı varlıqların əsas maddəsidir [55].

Su molekulları eyni vaxtda bir-biri ilə yaxın qonşuluq şəraitində mövcud ola bilir: su buxarı və buludlar havada, dəniz suları və aysberqlər, buzlaqlar və çaylar yerin səthində, yeraltı sular və sudaşıyıcı laylar yerin alt qatlarında yerləşir. Su özündə çox sayda üzvi və qeyri-üzvi maddələri həll etmək qabiliyyətinə malikdir. Təmiz su yaxşı izolyatordur. Normal şəraitdə su zəif dissosiasiya edir, protonların (daha dəqiq  $\text{H}_3\text{O}^+$  hidroksonium ionlarının) və hidrosil qrupunun  $\text{OH}^-$  qatılığı 0,1 mol/l təşkil edir. Su yaxşı həlledici olduğundan onda həmişə müsbət və mənfi yüklü ionlar mövcud

olur. Buna görə də su elektriki keçirir. Elektrik keçiriciliyinə görə onun təmizliyini müəyyən etmək mümkündür.

Suyun əsas fiziki göstəriciləri cədvəl 1.2- də verilmişdir. Bura suyun fiziki, texniki və ekoloji xassələri daxildir. Cədvəl 1.2-dən görüldüyü kimi suyun əsas fiziki və texniki xassələri onun ekoloji xüsusiyyətlərinə güclü təsir

Cədvəl 1.2. Suyun fiziki göstəriciləri (25<sup>0</sup>C, 100 kPa )

Fiziki xassələri		Texniki xassələri		Ekoloji xassələri
Vəziyyəti	Maye	Ərimə temperaturu	0 <sup>0</sup> C	Zəhərliliyi-0
Molyar kütləsi	18,0152 q/mol	Qaynama temperaturu	99,974 <sup>0</sup> C	0
Sıxlığı	0,9982 q/sm <sup>3</sup>	Üçlü nöqtə	0,01 <sup>0</sup> C 611,73 Pa	0
Dinamik özlülüüyü	0,00101 Pa·san (20 <sup>0</sup> C-də)	Kritik nöqtə	374 <sup>0</sup> C; 22,064 MPa	0
Kinematik özlülüüyü	0,01012 sm <sup>2</sup> /san (20 <sup>0</sup> C-də)	Molun istilik tutumu	75,37 Coul (mol·K)	0
Maddədə səsin sürəti	1348 m/san (distillə suyu)	İstilik keçiriciliyi	0,56 (mol·K)	Çirkləndirən maddələr: azbest, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , As, Hg,Pb birləşmələr, benzpiren (1,2,3)

etmir. Suyun əsas ekoloji xassələri onun tərkibinə daxil olan çirkləndirici maddələrdən və onların kimyəvi xüsusiyyətlərindən asılıdır. Suyun əmələgəlmə entalpiyası, entropiyası və izobar potensial dəyişikliyi onun termodinamik xüsusiyyətlərini müəyyən edir. Cədvəl 1.3-də suyun müxtəlif aqrekat hallarının və onu təşkil edən komponentlərin əsas termodinamik xassələri verilir. Optik diapazonda suyun sınma göstəricisi n=1,33-ə bərabərdir. Amma o infraqırmızı şüaları güclü sürətdə uda bilir, bu səbəbdən su buxarı əsas təbii parnik qazı hesab edilir, parnik effektinin 60%-nin su buxarının payına düşdüyü güman edilir. Mikrodalğalı sobaların iş prinsipi məhz bu

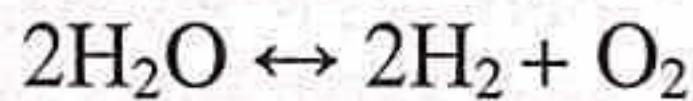
amilə əsaslanır. Bir komponentli sistem müxtəlif aqreqat hallar (bərk, maye, qaz) və müxtəlif bərk hallara-allotropik modifikasiyalara malik olan bir fərdi maddədən ibarətdir.

Cədvəl 1.3. Su və onun komponentlərinin əsas termodinamik xassələri  
(25<sup>0</sup>, 1 atm)

Maddələrin formulu	$\Delta H^0_{298}$ kkal/mol	$\Delta G^0_{298}$ kkal/mol	$S^0_{298}$ kal/mol	$C_{p,298}$ kal/ <sup>0</sup> Cmol
H <sub>2</sub> qaz	0	0	31,211	6,892
O <sub>2</sub> qaz	0	0	49,003	7,017
H <sub>2</sub> O qaz	-57,796	-54,638	45,106	8,025
H <sub>2</sub> O məhlul	-68,318	-96,703	16,75	17,997

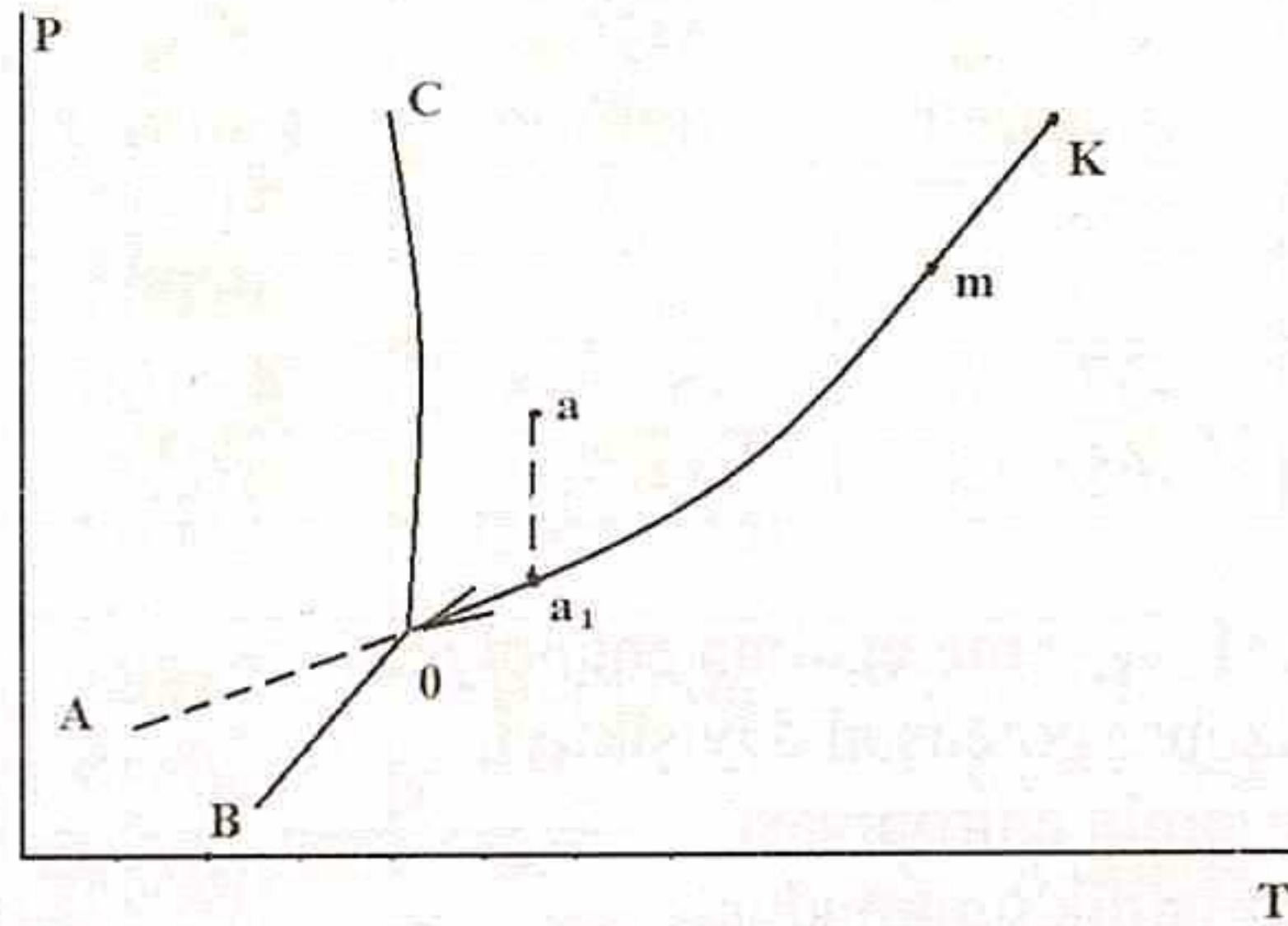
Burada  $\Delta H^0_{298}$  - əmələgəlmə entalpiyası,  
 $\Delta G^0_{298}$  – izobar potensial dəyişikliyi,  
 $S^0_{298}$  – sistemin entropiyası,  
 $C_p$  – izobar istilik tutumudur.

Sistemin özü isə ətraf mühitdən həqiqi və ya xəyali sərhədlərlə ayrılan cisim və ya cisimlər qrupudur. Bu halda birkomponentli sistemin vəziyyətini iki asılı olmayan dəyişən- təzyiq və temperatur müəyyən edir. Normal şəraitdə su birkomponentli sistemdir [140]. Yüksək temperaturda o, dissosiasiyaya məruz qalır:



Burada üç təşkil edən var, amma onlar arasında bir kimyəvi reaksiya baş verir. Müvafiq olaraq sistem ikikomponentlidir. Birkomponentli sistemdə suyun hal diaqramına nəzər yetirək. Bu diaqram şəkil 1.2-də verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi 0 nöqtəsində üç faza mövcuddur: buz-maye su-buxar. Bu sistem invariantlıdır, o ancaq temperatur və təzyiqin müəyyən qiymətlərində mövcud ola bilər. Əgər bu nöqtədə dəyişənlərdən biri dəyişirsə, onda fazalardan biri itmiş olur. Temperatur artdıqda, bərk faza itir. Qeyd etmək lazımdır ki, faza itənə qədər temperatur dəyişmir. Sistemə istilik daxil olan zaman buz əriməyə başlayır, bu istilik buzun əriməsinə sərf olunur, o tam əriyəndək temperatur sabit qalır. Bərk faza itdikdən sonra mühitdə ikifazlı sistem: maye-buxar qalır. Bu sistem birvariantlıdır və düz xətlə ifadə olunur. Sistemdə OK xətti maye-buxar tarazlığını əks etdirir. Bu sistemdə təzyiq və ya temperatur dəyişdirilə bilər. Əgər temperatur yüksəlsə, onda təzyiq avtomatik olaraq elə artacaq ki, əsas nöqtə OK əyrisi ilə yuxarıya qalxсын. Temperaturun növbəti artımı zamanı əsas nöqtə OK əyrisi üzrə K böhran nöqtəsinədək yüksəlmiş olur. Ondan yuxarıda

maye mövcud ola bilməz. Beləliklə, böhran nöqtəsində üç faza: maye-buxar və böhran nöqtəsindən sonrakı faza tarazlıq yaradır. OK xəttini əks tərəfə, üçlü O nöqtəsinə tərəf davam etdirmək olar. O, buxar-soyudulmuş maye tarazlığına uyğun gəlir. Əgər üçlü nöqtədə sistemdən istilik çıxarılsa, onda maye sistemdən çıxmaqla buz-buxar ikifazalı sistemi yaranar. Bu hal BO xətti ilə ifadə olunur. Fiqurativ a nöqtəsində bir faza (maye) mövcuddur.



Şəkil 2. Suyun hal diaqramı

Temperaturu artıraraq və təzyiqi aşağı salaq. Sistem birfazlı olmaqla a<sup>1</sup> nöqtəsinədək davam edəcək. Burada ikinci faza- buxar fazası əmələ gəlir, sistem birvariantlıdır. O nöqtəsində üçüncü faza, buz yaranır. Sistem üç fazalı olduğu müddətdə təzyiq və temperaturu dəyişmək olmaz. Biz suyun hal diaqramına nəzər saldıq. Həqiqətən təzyiqin müəyyən artımında suda bərk fazanın yeni modifikasiyaları və müvafiq surətdə yeni üçlü nöqtələri əmələ gəlir. Hal-hazırda buzun altı modifikasiyası fərqləndirilir. Təcrübələrin nəticələri göstərir ki, təzyiqin artması ilə paralel olaraq suyun qaynama temperaturu da artır. Suyun qaynama temperaturunun təzyiqdən asılılığı cədvəl 1.4-də verilmişdir.

Cədvəl 1.4. Suyun qaynama temperaturunun təzyiqdən asılılığı

Təzyiq, atm.	T <sub>qay</sub> ,dər. (°C)
0,987 (10 <sup>5</sup> Pa- normal şərait)	+99,63
1	+100
2	+120
6	+158
216,5	+374,1

Cədvəl 1.4.-dən göründüyü kimi, təzyiqin artması ilə su buxarının qaynama baxımından sıxlığı da artır, ancaq maye suda sıxlıq aşağı düşür.  $374^{\circ}\text{C}$  və  $218$  ( $22,064$  MPa) təzyiqdə su kritik nöqtəyə keçir. Bu xüsusiyyətlər suyun aqreqat vəziyyətində özünü qabarıq göstərir.

Suyun aqreqat vəziyyəti şəkil 1.3- də verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, kritik nöqtədə maye və qaz halında suyun sıxlığı və digər xassələri üst-üstə düşür (I-X). Daha yüksək təzyiqdə maye su ilə su buxarı arasında fərq yoxa çıxır, bu zaman qaynama və buxarlanma arasındakı fərq də itmiş olur. Bundan fərqli olaraq su maye haldan bərk hala çevrilərkən hər bir su molekulu başqa dörd su molekulu ilə hidrogen rabitəsi vasitəsi ilə tetraedrik quruluşda birləşir. Bu zaman su molekulları bərk halda, buzda daha az qablaşmış olur, yəni bir-birindən maye hala nəzərən bir qədər uzaqda yerləşir. Nəticədə, su maye haldan bərk hala keçdikdə onun həcmi artır, sıxlığı isə azalır.

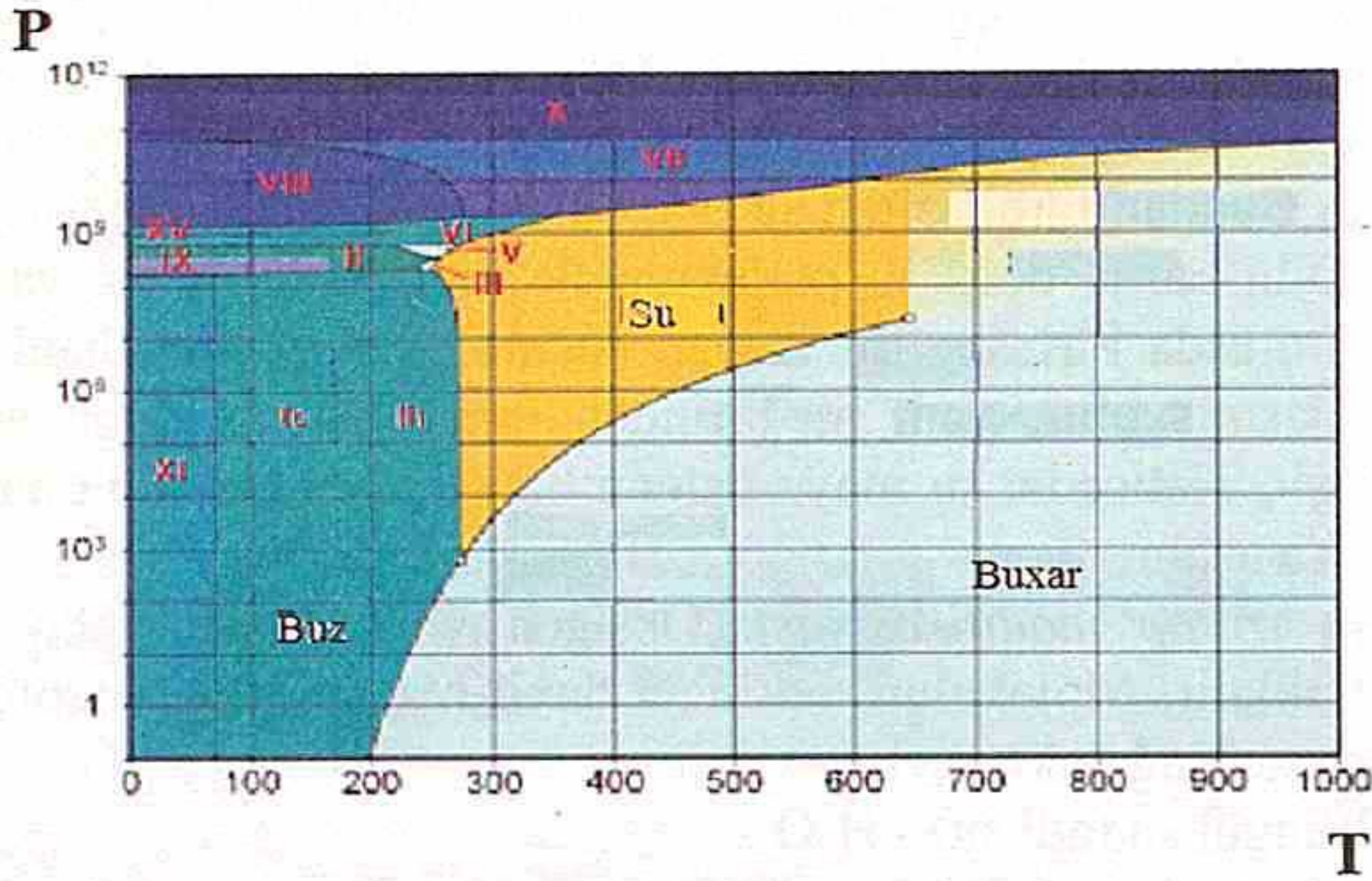
*Suyun izotop modifikasiyası.* Oksigen və hidrogen təbii və süni izotoplara malikdir. Molekulun tərkibinə daxil olan hidrogen izotoplarının tiplərinə görə su aşağıdakı növlərə ayrılır:

1. Yüngül su (adi su) -  $\text{H}_2\text{O}$
2. Ağır su (Deyteriumlu) -  $\text{D}_2\text{O}$
3. Daha ağır su (Tritiumlu) -  $\text{T}_2\text{O}$
4. Tritium – deyteriumlu su -  $\text{T D O}$
5. Tritium – protiumlu su -  $\text{T H O}$
6. Deyterium- protiumlu su -  $\text{D H O}$

Tərkibində ağır hidrogen atomu (deyterium) olan su ağır su adlanır. Ağır su  $101,4^{\circ}\text{C}$ -də qaynayır,  $3,8^{\circ}\text{C}$ -də donur.  $20^{\circ}\text{C}$ -də maksimal sıxlığa -  $1,050$  q/sm<sup>3</sup>-ə malik olur. Ağır suyun həlledicilik qabiliyyəti adi suya nisbətən azdır. Ağır su ilə kimyəvi reaksiyalar adi suya nisbətən yavaş gedir. Bu səbəbdən adi suyu uzun müddət elektrolizə uğratdıqda elektroliz qabında ağır su toplanır. Ağır sudan istilik daşıyıcısı və nüvə reaktorlarında neytronların sürətini azaldan maddə kimi istifadə olunur. Protium ən yüngül hidrogen izotopudur, deyteriumun atom kütləsi  $2,0141$  karbon vahidinə, ən ağır izotop-tritiumun atom kütləsi isə  $3,016$  karbon vahidinə bərabərdir. Stabil  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  və  $^{18}\text{O}$  oksigen izotoplarına görə su molekulunun üç ayrıca növü məlumdur. Beləliklə, izotop tərkibinə görə  $18$  müxtəlif su molekulu mövcuddur. Gerçəklidə isə istənilən halda su bütün molekulların toplu xassələrini özündə birləşdirən müxtəlifliyə malikdir [56].

*Kimyəvi xassələri* – Su çox qüvvətli həlledici olduğundan həyatın, eləcə də elm və praktikanın çoxlu problemlərini ciddi şəkildə müəyyən edən amillərdən biridir. Kimyanın böyük hissəsi, hətta kimya elminin əsasları

maddələrin suda məhlullarının kimyasından başlanır. Ona bəzən amfolit, turşu və əsasi xassələrin eyni anda mövcudluğu kimi də baxılır. Suda kənar ionlar olmadıqda hidrosil və hidrogen ionlarının qatılığı bərabər olur, başqa sözlə özünü dielektrik kimi aparır:  $pK_a=16$ .

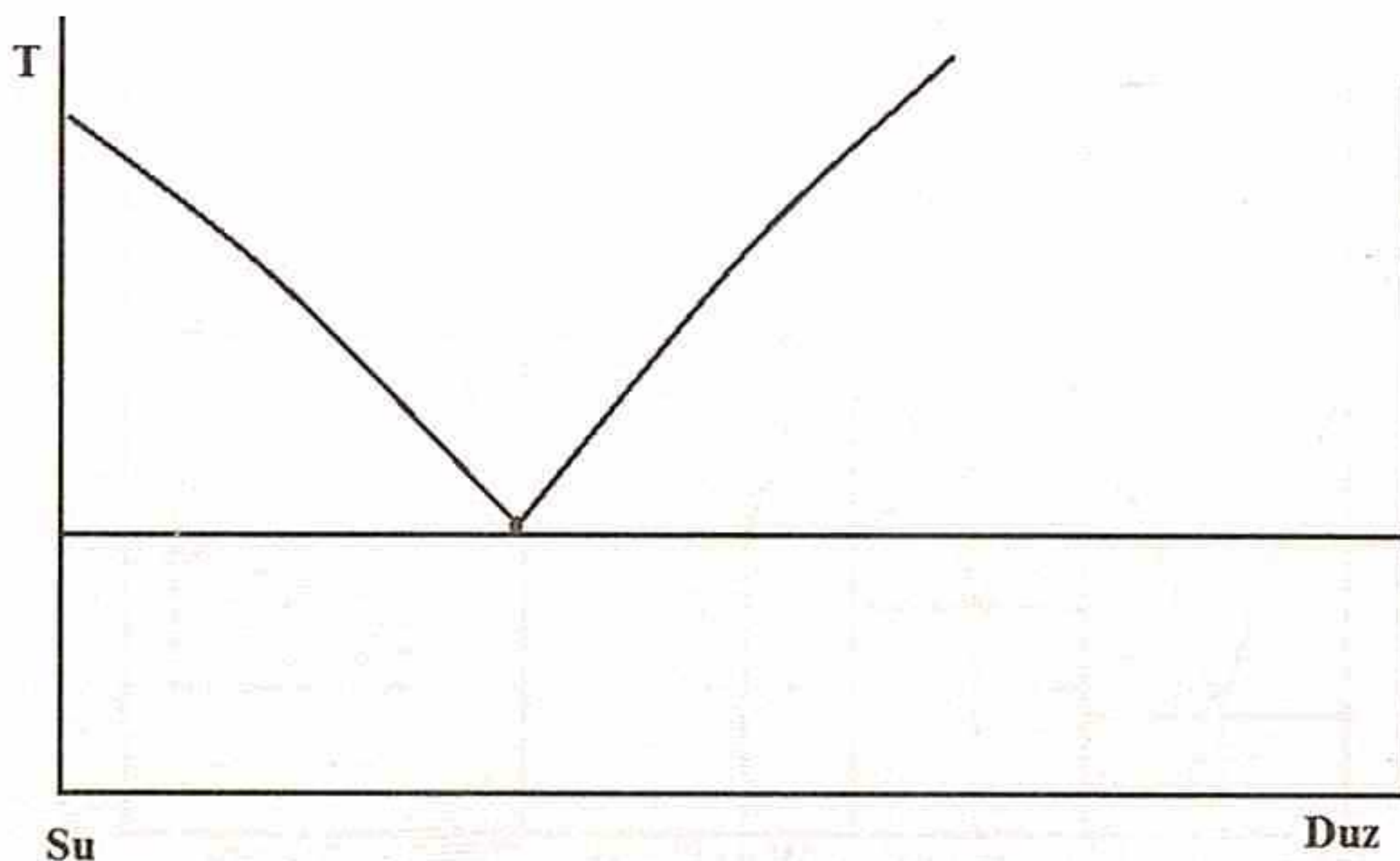


Şəkil 3. Suyun aqreqat vəziyyəti

Su kimyəvi aktiv maddədir. Güclü polyar su ion və molekulları solvatlaşdırır, hidrat və kristalhidratlar əmələ gətirir. Solvatlaşma, ayrılıqda hidroliz canlı və cansız təbiətdə baş verir və kimya sənayesində geniş istifadə edilir. Suyun unikalığı həm də baş verən kimyəvi reaksiyaların və eyni zamanda kompleks birləşmələrin bütöv dəstinin əmələ gəlməsini təmin etməsindədir. Su yüksək reaksiya qabiliyyətli amfoter maddədir. Adi şəraitdə su qələvi və qələvi-torpaq metalları ilə, bir çox əsasi və turşu oksidləri ilə, halogenlərlə, bəzi qeyri-metallarla, doymuş və doymamış üzvi maddələrlə, bir sıra qeyri - üzvi maddələrlə qarşılıqlı təsirdə olur.

Şəkil 1.4-dən görüldüyü kimi, duzların suya əlavə edilməsi zamanı sistem böhran nöqtəyə çatmadan məhlulun donma temperaturu azalır. Suda duz məhlulları üçün bu nöqtə kriohidrat nöqtə, bu tərkibə uyğun gələn qarışıq isə kriohidrat qarışıq adlanır. Kriohidrat nöqtədə üç faza tarazlıqda olur. Sistem invariantlı olduğundan kriohidrat qarışıq sabit temperaturda yavaş-yavaş bərkiməyə başlayır. Bu hadisə konkret duzun təbiətindən asılı olduğundan həmin nöqtə suyun donma temperaturundan aşağıda yerləşir. Kristalhidratlarda isə bu mənzərə bir qədər fərqlidir. Çünki bu halda həmin su molekullarının sayı ümumi suyun həcminə təsir etdiyindən, tərkibdəki su

molekullarının ümumi həcmə daxil edilməsi vacibdir. Bu prosesdən kimyanın müxtəlif bölümlərində maddələrin mol kütləsinin təyininə istifadə olunur.

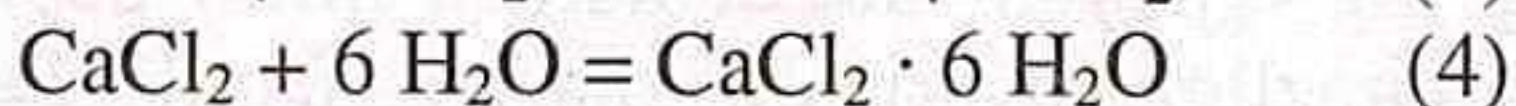
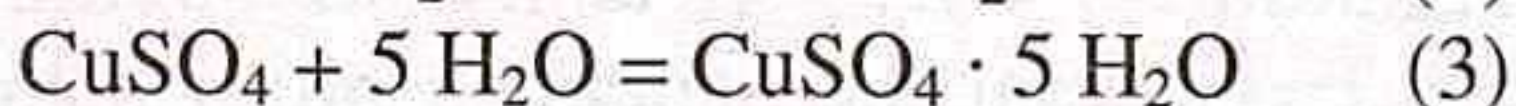
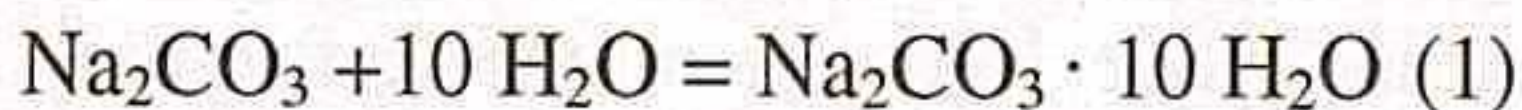


Şəkil 4. İkikomponentli duz-su sistemi

Suyun mühüm kimyəvi xassələrindən biri onun bir çox qeyri-üzvi (duzlar, kovalent rabitəli birləşmələr) və üzvi (mürəkkəb efirlər, yağlar, karbohidrogenlər) maddələri hidroliz etməsidir.



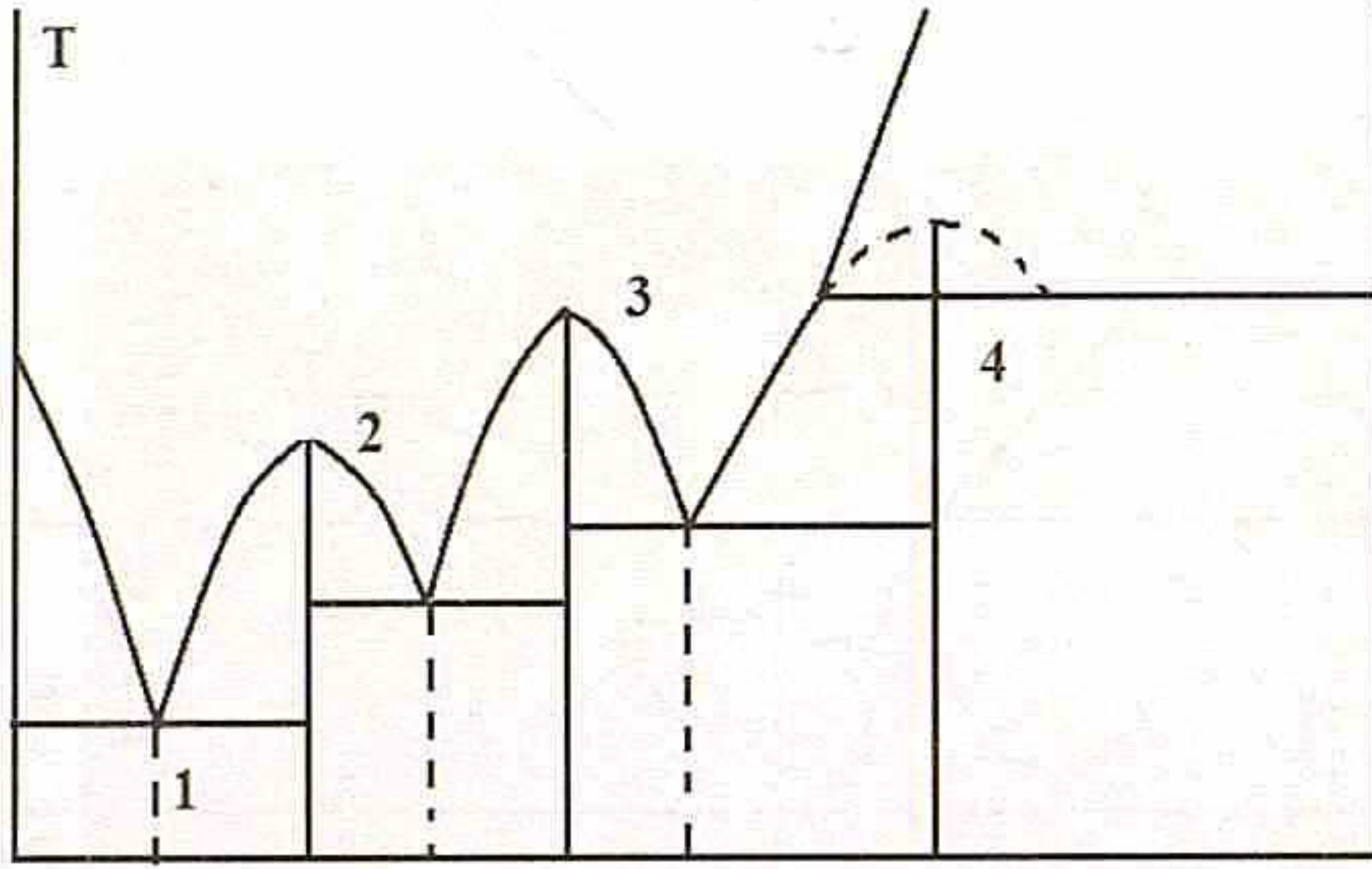
Suyun bir sıra birləşmələrlə qarşılıqlı təsirindən kristalhidratlar əmələ gəlir:



Duzlar suda və ya digər həlledicilərdə həll olarkən binar ərintilərin analoji şəkli müşahidə olunur. Fərq ondadır ki, həlledicinin və duzların ərimə temperaturu fərqli olur. Bu halda duzların ərimə temperaturu həlledicinin kritik temperaturundan yüksək olur, buna görə də şəkil 1.4-də verilən diaqramın birinci hissəsini xarakterizə edən sistem reallaşmır.



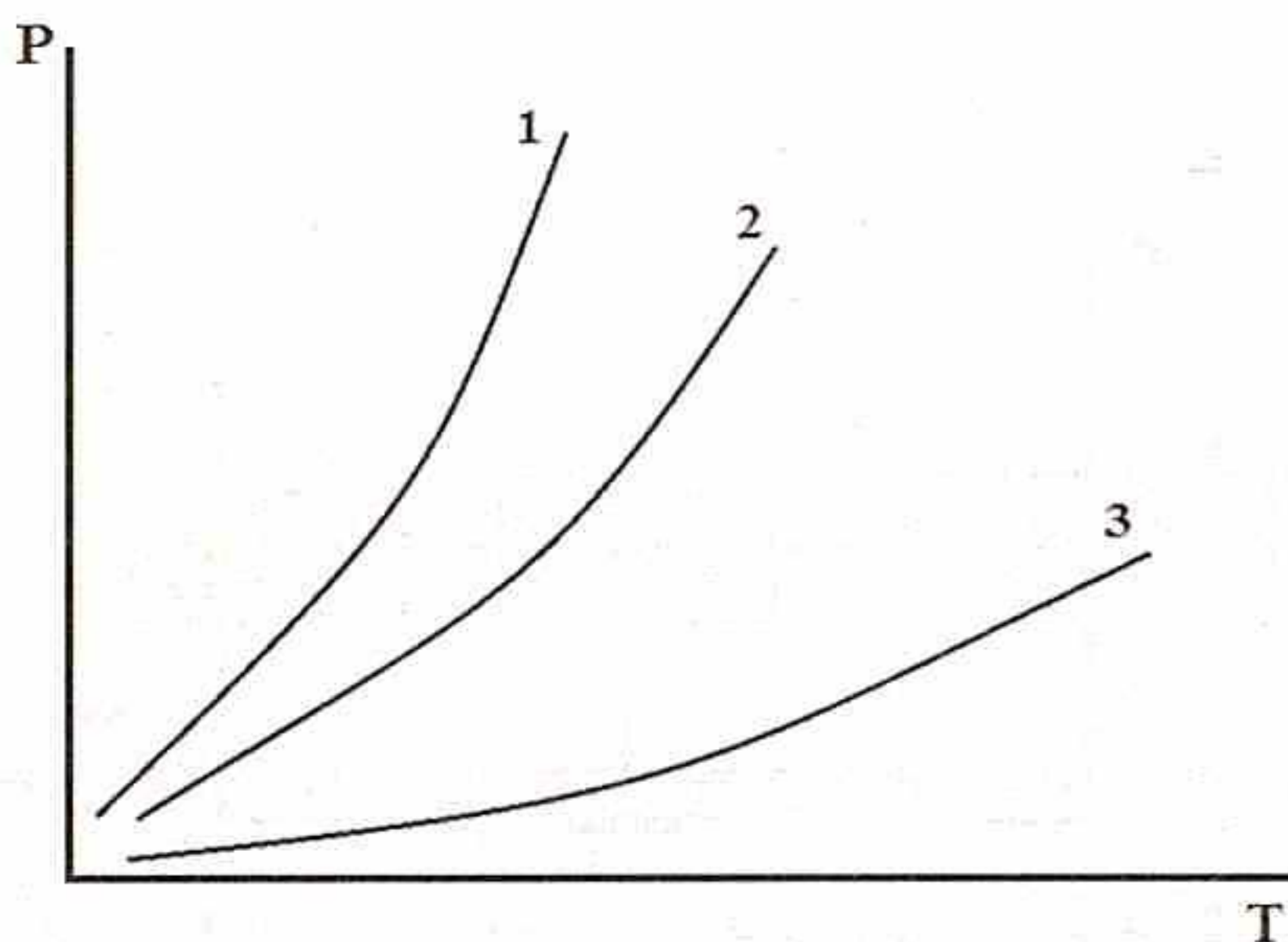
Duz-su sisteminin həllolma diaqramında kristalhidratın əmələ gəlməsi şəkil 1.5-də verilmişdir.



Şəkil 5. Kristalhidratların əmələ gəlməsində duz-su sisteminin hal diaqramı

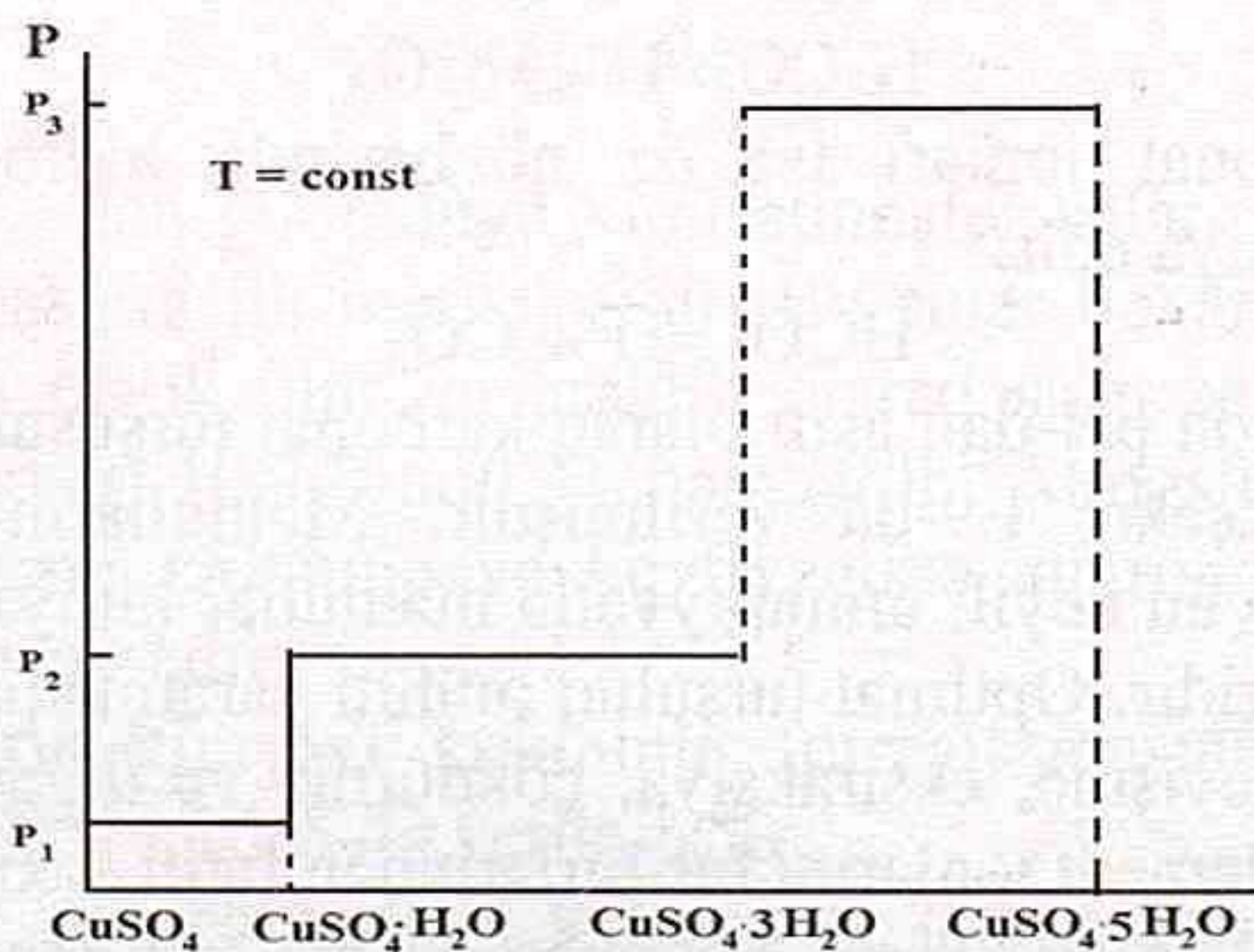
Şəkildən göründüyü kimi 1 nöqtəsi kriohidrata uyğun gəlir. 2 və 3 nöqtələri konqruent ərimə temperaturu müxtəlif tərkibli kristalhidratları əks etdirir, 4 nöqtəsi inkonqruent ərimə temperaturu kristalhidrata uyğun gəlir. Duz su ilə bir neçə kristalhidrat əmələ gətirirsə, onda aşağı ərimə temperaturunda duz daha çox sayda su molekulu ilə birləşir. Kristalhidratların buxarla tarazlığına nəzər saldıqda məlum olur ki, su buxarının təzyiqi ( $T=\text{sabit}$ ) nə qədər yüksəkdirsə, kristalhidratda su molekununun sayı bir o qədər çox olur. Bu mis sulfat kristalhidratında özünü aydın göstərir. Mis sulfat kristalhidratının üç formasının temperatur və təzyiqdən asılılıq əyrisinə diqqət yetirək (şəkil 1.6). Şəkil 1.6-dan göründüyü kimi, aşağı əyri su buxarı təzyiqinin  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  sistemində üç fazanın  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  (buxar) tarazlıq halını göstərir. Sistem birvariantlıdır, dəyişilən isə təzyiq və temperaturdur.  $f = n + 1 - K$  tənliyində bunu nəzərə alsaq,  $f = n + 2 - K = 1$  alarıq. Əgər  $T = T_1$  (yəni dəyişənlərdən birini dəyişsək), onda hər iki duzun buxarla tarazlığı invariantlı olacaq, tənlik  $f = 2 + 1 - 3 = 0$  ilə ifadə edilməklə  $P = P_1$  mövcudluğu gözləniləcək.  $P = P_2$  təzyiqində tərkibində 3 su molekulu saxlayan mis 2-sulfat əmələ gəlmir, sistem invariantlı olur və bir molekul sulu mis 2-sulfat itənədək təzyiq dəyişmir. Bu keçidlər sabit temperatur şəraitində təzyiq-kristalhidratın tərkibi diaqramında göstərilmişdir (şəkil 1.7). Şəkildən görünür ki, mis sulfat kristalhidratları təzyiqdən asılı olaraq

su molekulları ilə doyurlar. Bu qanunauyğunluq digər kristalhidratlara da şamil edilə bilər.



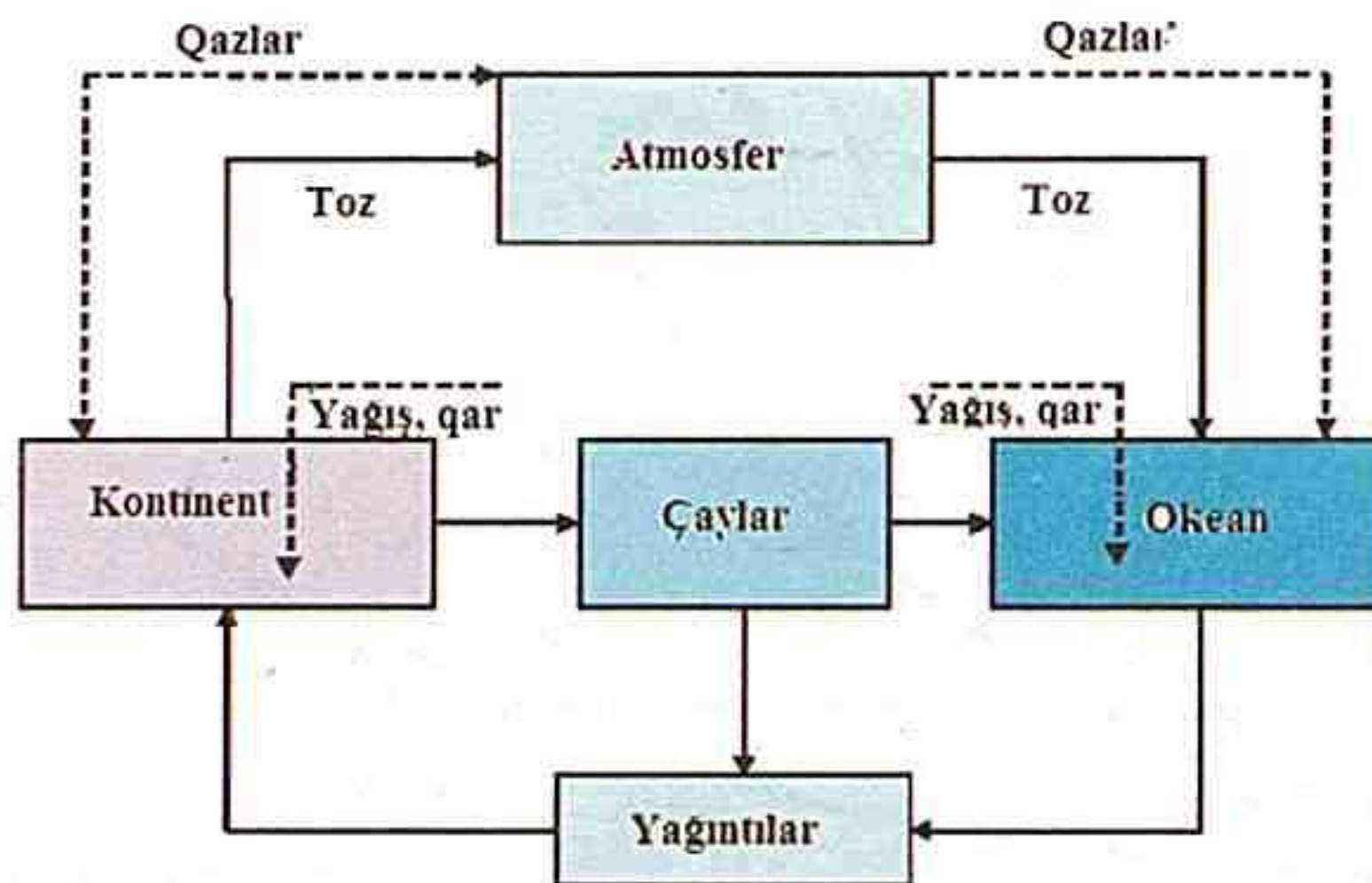
Şəkil 6. Mis sulfat kristalhidratlarında su buxarı təzyiqinin temperaturdan asılılığı  
 1-  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; 2-  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ; 3-  $\text{CuSO}_4 + \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Bizim planetin atmosferində su kiçik ölçülü damcılar şəklində, bulud və dumanda isə buxar şəklindədir. Atmosferdən kondensləşmə zamanı su atmosfer yağıntıları (yağış, qar, dolu, şəh) şəklində ayrılır. Yerin maye su təbəqəsinin məcmusu hidrosfer, bərk su örtüyünün cəmi isə kriosfer adlanır. Yerdə həyatın əmələgəlməsinin başlanğıcının su mühitində gerçəkləşməsi



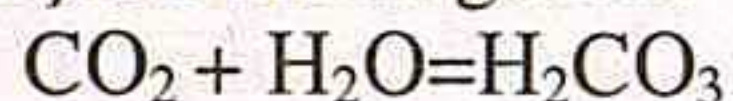
Şəkil 7. Su buxarı təzyiqinin kristalhidratların tərkibindən asılılığı

ehtimal edilir. Təbiətdə maddələr dövrəsinə baxdıqda aydın olur ki, burada hidrosferin müxtəlif hissələri iştirak edir (şəkil 1.8).



Şəkil 8. Təbiətdə maddələr dövrəsinə

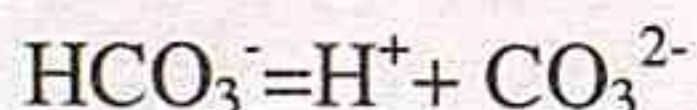
Şəkil 1.8-dən də göründüyü kimi təbiətdəki maddələr dövrəsinə suyun böyük rolu var. Kontinent, okean və atmosfer arasındakı maddələr mübadiləsi təbiətdə ekoloji vəziyyəti də müəyyən edir. Təbii sulara karbon qazının tərkibindən asılı olaraq karbonat turşusu müxtəlif hidrogen göstəricisi nümayiş etdirir. Su ilə havanın karbon qazı arasındakı tarazlıq halını kimyəvi termodinamika baxımından əsaslı şəkildə izah etmək mümkündür. Bu zaman parsial təzyiq gözlənilir. Karbon qazı su ilə qarşılıqlı təsirdə karbonat turşusu əmələ gətirir:



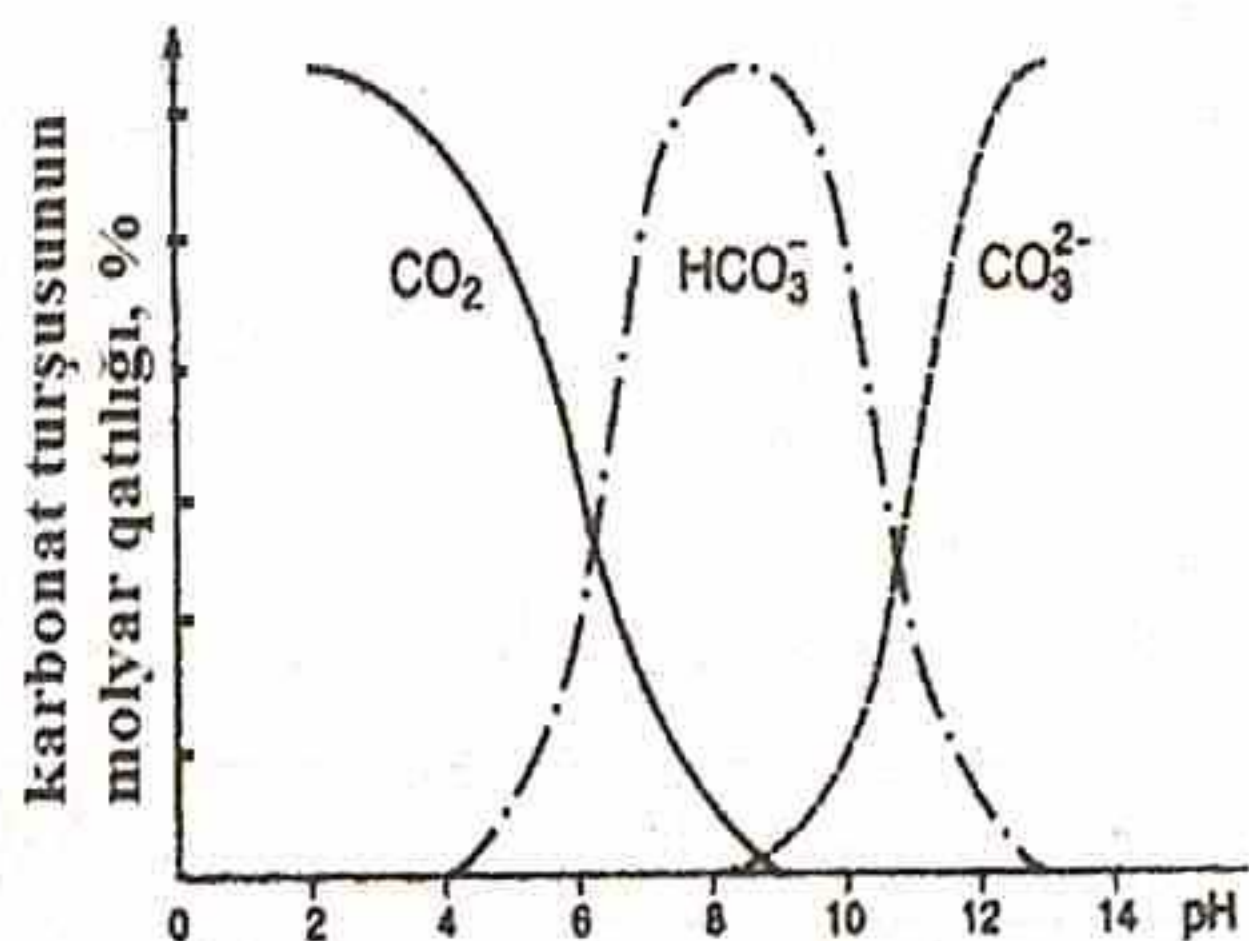
Öz növbəsində karbonat turşusu hidrogen və hidrokarbonat ionlarına dissosiasiya edir:



Hidrokarbonat ionları isə öz növbəsində hidrogen və karbonat ionlarına dissosiasiya edir:

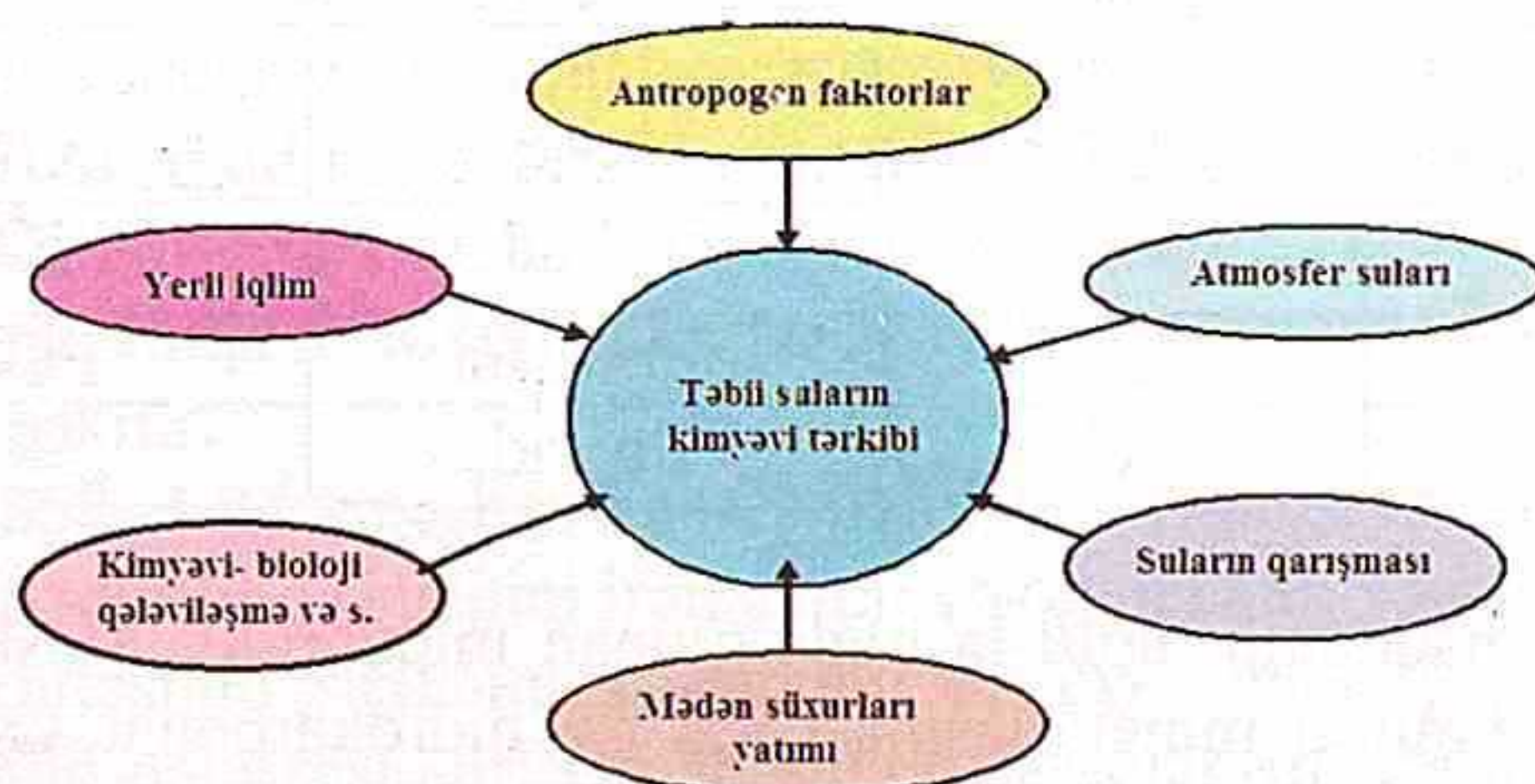


Təbii sulara pH-dan asılı olaraq karbonat turşusunun molyar qatılığının dəyişməsi şəkil 1.9-da verilmişdir. Məhlulların turşuluğu təkə karbonat ionları üçün deyil, ümumiyyətlə məhlullar kimyası üçün səciyyəvi parametrlərdən biridir. Optimal turşuluq mühiti yaratmaqla çoxkomponentli sistemlərdən iondəyişmə, ekstraksiya, çökdürmə və digər çağdaş üsullarla bir sıra qiymətli element ionlarını bir-birlərindən fərdi şəkildə ayırmaq, ayrı-ayrı və ya kollektiv qatılaşdırma metodları işlənilib hazırlanmış, böyük uğurla istehsalatda tətbiq edilməkdədirlər. Hazırda çağdaş kimya sənayesini bunlarsız təsəvvür etmək sadəcə mümkün deyil.



Şəkil 9. pH-ın müxtəlif qiymətlərində karbonat turşusunun forma nisbətləri

Təbii suların formalaşmasına və kimyəvi tərkibinə təsir edən əsas faktorlar şəkil 1.10 - da verilmişdir.



Şəkil 10. Təbii suların kimyəvi tərkibinin formalaşmasına təsir edən faktorlar

Şəkil 1.10 - dan göründüyü kimi atmosfer suları yerüstü və yeraltı suların formalaşmasının ilk mərhələsidir. Bu sular buxarlanan zaman cüzi miqdarda qarışığa malik olur və praktik olaraq şirin sulara aiddir. Onun ümumi minerallaşması 10-12 mq/l - ə bərabərdir. Atmosfer suları bilavasitə təbii suların kimyəvi tərkibinə və keyfiyyətinə, antropogen faktorlar isə atmosfer sularına təsir edir.

Təbii suların kimyəvi tərkibinin formalaşmasına təsir edən əsas kation və anionlar cədvəl 1.5-də verilmişdir.

Cədvəl 1.5-dən göründüyü kimi əksər hallarda təbii suların tərkibi Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> kationları və HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> anionları ilə müəyyən olunur. Yuxarıda sadalanan ionlar suyun əsas ionları adlanır və onun

kimyəvi növlərini təyin edir. Bundan sonra  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$  və digər ionlar gəlir. Suyun tərkibindəki az miqdardakı digər ionlar onun kimyəvi tiplərinin təyinində iştirak etmirlər [57]. Suyun formulu yazılarkən aşağı indeksə minerallaşmanın qiyməti (q/l) qeyd edilir. Bundan əlavə simvol qrupuna- yuxarı indeksə ümumi kation tərkibi də əlavə olunur. Bu bir vahid

Cədvəl 1.5. Təbii sularda daha çox rast gəlinən ionlar

Kation		Anion	
Adı	Göstəricisi	Adı	Şərti göstəricisi
Hidrogen	$H^+$	hidroksil	$OH^-$
Natrium	$Na^+$	bikarbonat	$HCO_3^-$
Ammonium	$NH_4^+$	xlorid	$Cl^-$
Kalsium	$Ca^{2+}$	sulfat	$SO_4^{2-}$
Maqnezium	$Mg^{2+}$	nitrit	$NO_2^-$
Dəmir (iki, üç valentli)	$Fe^{2+}, Fe^{3+}$	nitrat	$NO_3^-$
Barium	$Ba^{2+}$	silikat	$SiO_3^{2-}$
Alüminium	$Al^{2+}$	ortofosfat	$PO_4^{3-}$
Kalium	$K^+$	flüorid	$F^-$

qədər dəqiqliklə maddənin mol/l-lə ifadə olunan miqdarıdır. Məsələn,  $C_{1,2}$   $NaHCO_3$  ifadəsi ümumi minerallaşması 1,2 q/l hidrokarbonat və natrium ionlarının üstünlük təşkil etdiyi hidrokarbonatlı - natriumlu sudur.

### 3. Suyun insan orqanizminə təsiri

Yer üzərində həyat yaranan andan canlı orqanizmlərin əsas tərkib hissəsi su olmuşdur. Daxilimizdəki su insan orqanizminin əsas həlledicisidir. Su həm də həyat fəaliyyətini təmin edən kimyəvi reaksiyaların baş verdiyi mühitdir. Bir anlığa orqanizmdə suyun coğrafiyasına nəzər salmaq. Yaşlı adamın bədən kütləsinin yarısından çoxu sudan ibarətdir. Həyatın müxtəlif dövrlərində insan orqanizmində suyun miqdarı dəyişilir. Embrionda su 97 % olmaqla, doğumdan sonra orqanizmdə suyun miqdarı azalır, yeni doğulan körpədə 77 %-ə çatır. Sonrakı dövrlərdə orqanizmdə suyun miqdarı tədricən azalmağa başlayır və yetkin yaşlarda nisbətən sabit olur. On səkkizlə əlli yaş arası kişi orqanizmində suyun miqdarı 61 %, qadınlarda isə 54 % olur. Bu fərq yaşlı qadın orqanizmində yağın miqdarının çox olması

ilə əlaqədardır. Yağın artması ilə bədənin çəkisi artır, nəticədə suyun miqdarı azalır. Piylənmədən əzəiyyət çəkən adamlarda suyun miqdarı bədən kütləsinin 40 %-ni təşkil edir. 50 yaşından sonra insan orqanizmi sanki “qurumağa” başlayır, onun tərkibində suyun miqdarı azalır. Orqanizmdə suyun 70 %-dən çoxu hüceyrə protoplazması tərkibində yerləşir. Qalanı hüceyrəyə daxil olmayan sudur. O, qandaşıyıcı damarlarda yerləşir və qanın plazmasını əmələ gətirir. Suyun 23 %-ə qədəri hüceyrələri yuyur, bu isə toxumalar arasına su adlanır. Orqanizmin su kütləsi onlarda həll olan maddənin miqdarına görə fərqlənir. Toxumalarda əsas kation kalium, anion isə fosfatlardır. Toxumalar arasına mayenin əsas kationu natrium, anionları isə xlorid və bixromatdır. Qanın plazmasında bunlardan başqa həm də zülallar həll olur. Qeyd etmək lazımdır ki, bu bölgü şərtidir. Hər üç su hövzəsində daimi su mübadiləsi baş verir. Onlardan birinin dəyişməsi digərlərinin dəyişməsinə səbəb olur. Bu və ya digər orqan və toxumalarda funksiyalar pozulduqda bu əlaqə özünü daha qabarıq göstərir. Əgər insan böyrək çatışmazlığından əziyyət çəkirsə, suyu çox qəbul edir, qanda onun miqdarı artır. Böyrəklər belə yüklənməyə tab gətirmir və artıq suyu orqanizmdən təcrid edə bilmir. Dolu damarlardan su toxumalararası mayeyə daxil olur, şişmələr baş verir. Bunu aradan qaldırmaq üçün müxtəlif vasitələrlə böyrəklərin fəaliyyətini artırmaq lazım gəlir. Onlar qanın plazmasından daha çox su ayırır, suyun daşınmayan miqdarı toxumalararası mayedən plazmaya daxil olur, nəticədə şişmələr çəkilir.

1858-ci ildə məşhur fransız fizioloqu Klod Bernar orqanizmin daxili mühitinin sabitlik prinsipini irəli sürdü və onun canlı varlıqlar üçün enerji və maddə kütləsinin saxlanması qanunu ilə eyni mahiyyət daşıdığını bəyan etdi. Qanun belə səslənir: Orqanizmə daxil olan müxtəlif maddələrin miqdarı ondan ayrılan maddələrin miqdarı ilə eyni olmalıdır. Aydın ki, orqanizm üçün lazım olan su ondan ayrılanla eyni miqdarda olmalıdır.

Bəs insan suyu necə sərf edir? Gəlin bir anlığa orqanizmin gündəlik su balansına nəzər salaq [141]. Orqanizmin su itkisini dəqiq öyrənmək çox çətin, çünki onun xeyli hissəsi əvəz olunmayan itkidir. Su buxar şəkilində nəfəs aldığımız havanın tərkibində yerləşir. Bu sutkada 400 ml sudan ibarətdir. Təqribən 600 ml su dərinin səthindən buxarlanır. Az bir qisim su göz yaşı ilə ayrılır. Bu yalnız biz ağladıqda baş vermir, göz almacıqları daim ayrılan maye ilə yuyulur, öskürək və danışmaq zamanı ağız suyu vasitəsi ilə orqanizmdən su ayrılır. Suyun digər ayrılma yolları aşağıdakı kimidir: gün ərzində 800-1300 ml sidik vasitəsi ilə, 200 ml isə tərləmə nəticəsində ayrılan miqdardır. Bu bütövlükdə 2-2,5 litrdir. Bu rəqəm nisbidir, çünki su sərfi xarici təsirdən, mübadilənin fərdi xüsusiyyətlərindən asılı olaraq dəyişilə bilər. Nəticədə yaşlı adamın suya olan tələbatı gün ərzində təqribən 2,0-2,5-

litrə bərabər olur. Amma bu o demək deyil ki, hər kəs gün ərzində 10 stəkandan az su içməməlidir. Nəzərə almaq lazımdır ki, bizə lazım olan suyun bir hissəsini qida vasitəsi ilə qəbul edirik. Suyun bir hissəsi həyat fəaliyyəti proseslərində əmələ gəlir. Bu zülalların, yağ və karbohidratların parçalanması nəticəsində baş verir. Misal üçün 100 q piyin oksidləşməsi zamanı 107 ml su əmələ gəlir. 100 q karbohidratın parçalanması 55 ml su alınması ilə nəticələnir.

İndi isə bir qurtum suyun orqanizmdə səyahətinə nəzər salaq. İçilən su hər şeydən əvvəl mədənin divarları tərəfindən sorulur, sonra qan vasitəsi ilə bütün orqanizmə bərabər paylanır. Bu onun qandan toxumalararası mayeyə, sonra isə hüceyrələrə keçməsi ilə sonuclanır. Suyun bu növ mübadiləsi kifayət qədər intensiv baş verir. Bunu bir başa təcrübə yolu ilə də göstərmək olar. Əgər insanın venasına ağır hidrogen saxlayan nişanlanmış su daxil edilsə bir dəqiqədən sonra onun 70 faizi damarlar vasitəsilə orqanizmin bütün maye hövzələrində müşahidə olunur. Suyun qandan toxumalararası mayeyə keçməsi tamamilə fiziki qanunlara tabe olur. Ürəyin fəaliyyəti damarlar daxilində hidrostatik təzyiq yaradır. Buna qanda maddələrin həll olması ilə nəticələnən osmotik təzyiq əks təsir göstərir. Dəqiq desək, burada əsas rolu bütövlükdə osmotik təzyiq deyil, onun kiçik bir hissəsi oynayır ki, bunu da qanın plazmasının zülalları yaradır – bu onkotik təzyiq adlanır. İş ondadır ki, osmotik təzyiqi yaradan su, həm də aşağı molekullu həll olan maddələri kapillyarların divarlarından sərbəst buraxır, amma zülallar üçün onlar keçilməzdir. Məhz zülallarla yaranan onkotik təzyiq suyu kapilyarların daxilində saxlayır. Su onda həll olan aşağı molekullu maddələrlə birlikdə kapillyarların divarları tərəfindən sıxılır, toxumalar arasına sahəyə daxil olur. İlk anlar hidrostatik təzyiq onkotik təzyiqdən çox olur. Son anda kapilyarın venoz hissəsinin hidrostatik təzyiqi kifayət qədər aşağı düşür, çünki burada kapillyarlar genişlənir. Zülallar vasitəsi ilə yaranan onkotik təzyiq artır, suyun bir hissəsi artıq kapillyarları tərk edir, plazmanın həcmi azalır, onda zülalların qatılığı artır. Bu zaman osmotik təzyiq daha çox hidrostatik təzyiqə çevrilir və burada su toxumalar arasına sahədən damar məcrasına daxil olur. Suyun qan və toxumalar arasındakı mübadiləsinin ümumi mənzərəsi belədir. Bu mexanizmi ciyərlərdəki maye mübadiləsinə aid etmək olmaz. Burada əsas rolu fiziki qanunlar yox, fermentativ proseslər oynayır.

Suyun orqanizmdən çıxarılması böyrəklər vasitəsi ilə baş verir. Onlardan bədəni tərk edən suyun yarısı keçir. Böyrəklər aktiv enerjili orqanlardan biridir, çəkinin bu hissəsinə düşən enerjinin sərfi digər orqanlara nisbətən çoxdur. İnsanın udduğu oksigenin 8-10%-i birbaşa böyrəklərdə istifadə olunur. Amma böyrəklərin çəkisi bədənin ümumi çəkisinin yalnız

200/1 hissəsini təşkil edir. Bu sadalanan faktlar böyrəklərdə baş verən proseslərin mühümlüünə dəlalət edir. Gün ərzində böyrəklərdən 1000 litr qan keçir, bu hər damla qanın böyrəklərdən 200 dəfə keçməsi deməkdir. Burada qan maddələr mübadiləsinin lazımsız məhsullarından təmizlənir. Bu proses həll olan plazmada – daha dəqiq desək su mühitində baş verir. Nəticədə su osmos qanununa əsasən qana daxil olur. Orqanizmdə su nə qədər az olarsa, qan damarlarını daraldıb genişləndirən əsəb toxumaları bir o qədər çox olar və bir o qədər çox su yenidən qana sorular.

Təcrübi yolla müəyyən edilmişdir ki, insan orqanizmi həyat fəaliyyəti tullantılarından azad olmaq üçün gün ərzində 500 ml sidik sərf edir. Əgər insan çox su içirsə, sidik durulaşır və onun xüsusi çəkisi azalır. Orqanizm kifayət qədər su qəbul etmədikdə isə böyrəklərin payına 500 ml-dən az su düşür, nəticədə işlənmiş həyat fəaliyyəti məhsulları orqanizmi tərk edə bilmir. Bu isə orqanizmin zəhərlənməsinə səbəb olur. Məhz bu baxımdan su aclığı çox təhlükəlidir. Əgər insan qidasız 30 gün və daha çox qala bilirsə, susuz ölüm 5-7 gün, bəzi hallarda daha tez başlayır. İlk mərhələdə insan 1% su itirdikdə susuzluq, zəiflik hiss edir. 5% su itkisi tam zəiflik, ürək bulanması və ətraf mühitə qarşı apatiya yaradır. Orqanizm belə hallarda ancaq təmiz su qəbul etməli və su balansını normal rejimə salmalıdır. Minimal su miqdarı gün ərzində orqanizmin hər kiloqram çəkisinə 30 ml müəyyən edilmişdir. Temperatur artdıqda, xüsusən yay aylarında bu norma daha da artır. Göründüyü kimi suyun artığı və çatışmaması insan orqanizmində güclü təzadlar yaradır. Dahi Nizami Gəncəvi dediyi kimi, artıq içiləndə dərd verir su da.

Beləliklə, su zərif, ecazkar və zəruri maddədir. O, insan orqanizmində ən kiçik dəyişiklikləri tənzimləmək iqtidarına malikdir. Su öz daxili ritmini biosferə və canlılara verir, onları ətraf mühitə uyğunlaşdırır. Həyatın cavabdeh ritmləri isə öz növbəsində estafeti biosferdən noosferə ötürür, suyun dirijorluğu ilə təbiətdə təkamül pillələrinin möhtəşəm simfoniyasını yaradır. Bu simfoniyanın akkordları bəzən yorğun arabaçının arabasının həzin cırıltısını, bəzən reaktiv təyyarələrin zamana meydan oxuyan uğultusunu, bəzən entuziazmla dolu axtarış istəklərini, bəzən də xoşbəxtlik axtarışında keçici, aldadıcı ilğmları, ümid parıltılarını xatırladır.

#### **4. Təbii sular və canlı maddə**

Canlı orqanizmlər və yer qabığı təbii suların geokimyasında mühüm rol oynayır. Bu V.İ.Vernadski tərəfindən irəli sürülən zaman müasirləri onu bir qədər şübhə ilə qarşıladılar. Amma alimin Yer haqqında fikir və proqnozları sonrakı dövrlərdə özünü doğrultdu. Xüsusilə də onun bitki və heyvan qalıqlarının çöküntülərindən əmələ gəlmiş dağ süxurları haqqındakı fikirlərinə böyük əhəmiyyət verilirdi [58]. Həyat hadisələrinin analizi zama-



nı tədqiqatçılar əsas diqqəti konkret orqanizmlərə, canlı varlıqlara verir, amma onların geoloji roluna o qədər də önəm vermirdilər. Nəhəng hadisələrin yanında qeyri-üzvi təbiət: çayların işi, Yer üzünü örtən dağ yamaqları, buzlaqların fəaliyyəti, vulkanlar, küləklərin, dəniz dalğalarının işi kifayət qədər kiçik görünürdü. V.İ. Vernadski elmə inqilabi "canlı maddə" anlayışını gətirdi, bu kütlə və enerji ilə ifadə edilən canlı orqanizmlərin məcmusunun rolu idi. Bu yanaşmada ayrı-ayrı orqanizmlərin rolu arxa plana keçir, amma onların fəaliyyətinin yekunu önə çıxır, uzun geoloji dövr üçün nəzərdə tutulur. Yerin bütün canlı maddəsi və ya onun ayrı-ayrı hissələri olan okean, dəniz, göl, çay, landşaft və s. haqqında danışmaq olar [59].

V.İ. Vernadskinin "canlı maddə" anlayışı yerdə və onun ayrı-ayrı hissələrində orqanizmlərin geokimyəvi rolunu təyin etməyə imkan verdi. "Canlı maddə biosferin bütün kimyəvi poseslərini əhatə edir, onun enerjisi fəaliyyətsiz maddənin enerjisi ilə müqayisədə çox böyükdür. Günəş enerjisini tutan canlı maddə kimyəvi birləşmələr yaradır. Onların parçalanması zamanı bu enerji kimyəvi iş yaratmaq gücündə ola bilən formada sərbəst qalır" – böyük alim V.İ. Vernadski yazırdı .

Doğrudan da, canlı maddə milyard illər ərzində köklü sürətdə kimyəvi elementlərin əsas miqrasiya şəraitini dəyişdirdi, bura suyun oksidləşmə - reduksiya və qələvi - turşu parametrləri də aiddir. Kembriyə qədərki qədim dövrə aid yer səthinə xas su üçün xarakterik olan zəif reduksiyaedici mühitdə orqanizmlərin işinin nəticəsində kəskin oksidləşdirici və güclü reduksiyaedici hidrogen sulfid, hidrogen, metan, üzvi maddələr ayrıldı. Xatırladaq ki, sərbəst oksigen - bitkilərin fotosintezinin məhsulu, hidrogen sulfid, metan, hidrogen isə bakteriyaların fəaliyyətinin nəticəsidir. Məhz bu V.İ. Vernadskinin əsas biogeokimyəvi ideyasının düzgünlüyünü təsdiq edir. Biz bu ideyanı Vernadski qanunu adlandırırıq. Geokimyada təbii suları belə qiymətləndirmək olar: Yer qabığının yuxarı hissəsindəki sulara kimyəvi elementlərin miqrasiyası ya bilavəsitə canlı maddənin iştirakı ilə baş verir, ya da geokimyəvi fərqliliyi ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $HCO_3^-$  və s.) canlı maddə ilə təmin edilən mühitdə baş verir. Bu həm indiki dövrdə, həm də bütün geoloji dövrlərdə yer qabığında mövcud olan sulara aiddir. Biogeokimyayı inkişaf etdirən böyük alim "biokos sistemlər" anlayışını müəyyən etdi.

Burada canlı üzvi və qeyri-üzvi hərəkətsiz materiya bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olaraq vahid sistem təşkil edir. "Biokos sistemlərə" yer qabığının yuxarı hissəsinin əksər suları, o cümlədən Dünya okeanı, çaylar, göllər, qrunt və bir çox yeraltı sular aiddir.

V.V. Dokuraev 1890-cı ildə ilk biokos sistemi - torpağı kəşf etmişdir. Sonralar digər biokos sistemlər - lillər, sudaşyıcı laylar, okean və dənizlərin dərin hissələri də müəyyən edildi. Onları müxtəlif elm sahələri - torpaq-

şünaslıq, litologiya, hidrogeologiya, okeanologiya və s. öyrənməyə başladı. Bu sistemlərin bütün xarici fərqliliklərinə baxmayaraq onların dərin geokimyəvi oxşarlığı, vahid mahiyyəti və mənbəyi var. Bu onların üzvi maddələrin parçalanması proseslərindən əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır.

Bu proseslər torpaq, lilli məhlullar, qrunnt və bir çox lay-lay yığılmış və çat sularının kimyəvi tərkibini formalaşdırır. Məhz buna görə suların eyni geokimyəvi tip və sinifləri həm torpaqda, lillərdə, həm də qrunnt və digər sulara müşahidə olunur [60].

Torpağın biokos sistemində günəş işığının düşdüyü quru landşaft, okean və dənizlərin yuxarı qatları aid edilir. Burada həmçinin üzvi maddələrin parçalanması baş verir, eyni zamanda əks proseslər – fotosintez, sərbəst oksigen və üzvi maddələr əmələ gəlir. Ən böyük sistem biosferdir. Həyatın bu sahəsi troposferi, Dünya okeanını, quru landşaftı, litosferi, bakteriyaların geokimyəvi fəaliyyətinin mümkün olduğu dərinlikləri özündə birləşdirir. Biosferin şərti aşağı sərhədi  $-100^{\circ}\text{C}$  temperatura malik qatlardır. Görünür ki, biosfer maddənin aqreqat quruluşuna eyni münasibətdə deyil. Ona atmosferin, hidrosferin və litosferin bir hissəsi daxildir. Biosfer termini və onun elmi anlayışı 1875-ci ildə görkəmli avstriyalı alim E.Eyusson tərəfindən verilmişdir. Amma biosferin müasir anlayışı, ətraf mühitlə nəzəri əlaqələrinin əsası V.İ.Vernadskinin adı ilə bağlıdır. Biosferin əsas xüsusiyyəti bir-birinə əks proseslərin üzvi maddələrdən, minerallardan (fotosintez, hemosintez) əmələ gələn və onların parçalanması zamanı sadə mineral birləşmələrin əmələ gətirdiyi canlı maddənin geokimyəvi işidir. Bu proseslərin yekunu atomların vahid bioloji dövrəni ilə ifadə olunur. Geokimyənin əsas qanunlarına V.İ.Vernadski, B.B.Polinov və V.R.Vilyamsın işlərinə əsaslanan bioloji dövrəni qanunu da aid edildi. Bu qanun belə səslənir: bioloji dövrənin gedişində atomlar canlı maddələr tərəfindən udulur və geokimyəvi akkumulyatora çevrilərək enerji ilə yüklənirlər. Canlı maddəni tərk edən akkumulyatorlar toplanmış enerjini ətraf mühitə verir [61]. Bu biogen enerji hesabına bir çox kimyəvi reaksiyalar həyata keçir. Bu zaman əsas enerji daşıyıcıları təbii sular olur. Atomların bioloji dövrəni nəticəsində biotorpaq sistemlərin kimyəvi tərkibində, onların tədricən inkişafında əsaslı dəyişikliklər baş verir. Atomların bioloji dövrəni nəticəsində biotorpaq sistemlərdə oksidləşmə - reduksiya zonallığı formalaşır. Məsələn, göllərin üst hissəsində fotosintez inkişaf edir və su bitkiləri suya sərbəst oksigen verir. Göllərin dərin qatlarında fotosintez baş vermir, orada ancaq oksigen tələb edən üzvi maddələrin parçalanması prosesi gedir, nəticədə onun miqdarı azalır. Lilli yerlərdə sərbəst oksigen tamamilə itir və reduksiyaedici mühit inkişaf edir. Göllər üçün aşağıdakı oksidləşmə - reduksiya zonallığı xarakterikdir: yuxarı - oksidləşmə zonası, aşağı - reduksiyaedici zona .

Göl digər biokos sistemlərdə də müşahidə olunan zonallığın əyani modelidir. Landşaft sularında torpağın oksidləşdirici mühiti yamaclarda reduksiyaedici mühitlə əvəz olunur və zonallığın bu prinsipi bütün biosfer üçün xarakterikdir. Yer səthindəki sulara oksidləşdirici mühit üstünlük təşkil edir, amma lil və bataqlıqlarda reduksiyaedici ocaqlar da mövcuddur. Biosferin dərin yeraltı sularında artıq sərbəst oksigen yoxdur və ya o üzvi maddələri oksidləşdirmək üçün kifayət deyil. Bu səbəbdən orada anaerob proseslər inkişaf edir, hidrogen sulfid, metan və digər birləşmələrlə güclü reduksiyaedici mühit yaranır. Beləliklə, canlı maddənin işi yer səthində kəskin oksidləşdirici şərait, onun əksinə isə bataqlıq, lil və sudaşyıcı laylarda kəskin reduksiyaedici şərait yaradır.

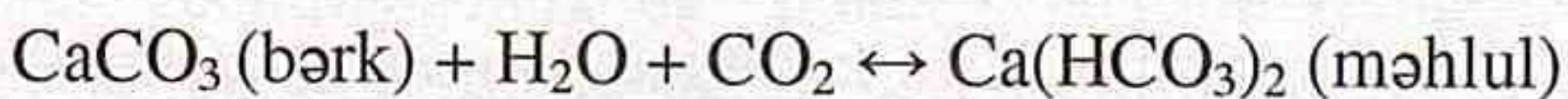
Canlı maddə həm də biokos sistemləri və qələvi - turşu zonallığı təmin edir. Xatırladaq ki, üzvi maddələrin parçalanması suya karbonat turşusu və üzvi turşuların, sulfid və kükürdün oksidləşməsi ilə daxil olur. Dağ süxurları ilə qarşılıqlı təsirdə turş sular neytrallaşır və hətta qələvili sulara çevrilə bilər. Aşınma nəticəsində torpaqlarda, sudaşyıcı laylarda qələvi-turşu zonallığı formalaşır. Burada B.B.Polinovun sözlərini xatırlatmaq yerinə düşərdi: "Aşınma və torpaq əmələgəlmə proseslərinin daha qüdrətli, daha aydın detalları su ilə əlaqədardır". Bu suyun biosferdə baş verən digər proseslərdə də rolunu müəyyən edir.

Yerdə həyatın yaranması və inkişaf dinamikası, habelə həyatın əmələgəlməsi şəraiti və yeri, təbaşir dövründə faunanın yaşam səbəbləri hələ də böyük müzakirə və mübahisə obyektidir. Geokimya təbiətşünaslıqda bu böyük problemlərin həllinin yeni yollarını tapmağı nəzərdə tutur. Geokimyəvi şəraitin orqanizmlərin təkamülünə təsirini V.İ.Vernadski, A.P.Vinoqradov, B.B.Polinov və başqaları öyrənmişlər. A.P.Vinoqradov orqanizmlərdə kimyəvi elementlərin toplaşmasına xüsusi diqqət vermişdir. O, iki növ belə qruplaşmanı fərqləndirmişdir [62]. Birincisi, bütün orqanizmlər mühidə elementlərin tərkibinin dəyişməsindən asılı olaraq bu və ya digər kimyəvi elementlə zənginləşir. Məsələn, sink, nikel və mis yataqları olan ərazilərin sularında və əksər orqanizmlərdə bu elementlər üstünlük təşkil edir. Mühidə bu elementlərin nisbətən yüksək miqdarı orqanizmlərə qüvvətli təsir göstərir, onların fiziolojisində müxtəlif dəyişikliklərə yol açır ki, bu da irsi yolla möhkəmlənir. Beləliklə, yeni irqlər, yeni növ orqanizmlər əmələgəlir. Bəzi heyvan və bitki növləri elementlərin yüksək miqdarına uyğunlaşa bilməyərək məhv olur. Nəticədə belə ərazilərdə xüsusi flora və fauna əmələgəlir. "Sinkli", "litiumlu", "nikelli" və digər müvafiq süxurlarla zəngin landşaftlar məlumdur. Elə landşaftlar da mövcuddur ki, orada bir sıra elementlərin qatılıqları yeni bitki və heyvan növləri yarada bilər. Bitki və heyvan növləri digər təbii şəraitlərdə də miqrasiya edə bilər. Bu yeni şəraitdə

onlar dəyişilir, mühitə uyğunlaşır, əvvəlki xassələrini itirir. Buna baxmayaraq növlərin kimyəvi tərkibi davamlı olur, sonrakı inkişaf tarixində xüsusiyyətlərini qoruyub saxlayır, yeni şəraitə uyğunlaşır. A.P.Vinoqradovun baxışlarına görə birinci növ təmərküzdən ikinci növ və cins yaranır: müəyyən növ və cins bitki və heyvanların məskunlaşmasından asılı olmadan müvafiq elementlərin tərkibinin artması ilə xarakterizə olunur. “Orqanizmlərin kimyəvi tərkibinin onların müəyyən məskunlaşmaları ilə bilavasitə əlaqəsi fərdlərin öz əcdadlarının əlamətlərini qoruyub saxladıklarını söyləməyə imkan verir. Alüminiumlu, kalsiumlu floranı bu ionların toplaşdıqları ərazilərsiz təsəvvür etmək mümkün deyil” - alim yazırdı.

A.P.Vinoqradov müəyyən etmişdir ki, tərkibində külli miqdar natrium xlorid olan bitki və heyvan növləri axarı olmayan ərazilərdə, göl və dəniz sahillərində yaranmış, indiki dövrdə yalnız şoranlıq və duzlu göllərdə deyil, digər ərazilərdə də yayılmışlar. Alüminiumla zəngin bitkilər vulkanik kükürdün sulfat turşusunadək ( $H_2SO_4$ ) oksidləşməsi, onun süxurlarının parçalanması, onlarda alüminiumun toplanması vulkanik göllərin ərazilərində müşahidə olunur. Bütün bu tədiqatların sonucu göstərir ki, geokimyəvi əsasdan üzvi aləmin təkamülünün öyrənilməsi paleontologiya, kimyəvi ekologiya, biokimyayın geniş məlumatları üzvi aləmin təkamülü sahəsində yeni baxış və kəşflərə yol açacaqdır.

Tarixi aspektdə suyun geokimyəvi xüsusiyyətləri təkamül faktoru kimi, xüsusi növəmələgəlmə mərkəzlərinin yaranmasını müəyyən edir. Suyun ayrı-ayrı komponentləri xüsusi sistemlərə, bitki və heyvanların orqanlarına təsir göstərir [63]. Belə ki, kalsium, flüor, stronsium, silisium sümük və skeletə, yod qalxanvari vəzin işinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Sularda bu və ya digər elementlərin müxtəlif səviyyədə tərkibi orqanizmlərə güclü təsir göstərir. Onların çatışmaması və ya artıq miqdarı ağır xəstəliklərə, bəzən də orqanizmlərin məhvinə səbəb olur. Bu konsepsiya skeletin təkamülünə tətbiq edilmiş və müəyyən nəticələr alınmışdır. Artıq çoxdan kembriyə qədər sümüklərdə əhəngin çatışmaması diqqəti cəlb edirdi. Paleozoyun əvvəlində - milyon illər ərzində bir çox dəniz heyvanının əhəngli skeleti toplanmışdır. A.P.Vinoqradova görə kembriyə qədər atmosferdə çoxlu karbon qazı olduğundan, o, dəniz suyunda həll olan zaman məlum reaksiyaya uyğun olaraq davamsız kalsium hidrokarbonat əmələ gəlmişdir:



Kembrinin əvvəlində atmosferdə  $CO_2$ -nin azalması kalsium karbonatın həll olmasını azaldaraq, heyvanların skeletlərinin məhz bu maddədən qurulmasına imkan verdi.

Ehtimal olunur ki, orqanizmlərin təkamülünə həll olan üzvi maddələr də təsir göstərdi. Bu demək olar ki, bütün geoloji dövrlər - devondan başlamış 400 milyon il üçün xarakterik idi. Bəzi landşaftlar eyni yerdə on milyon il ərzində fasiləsiz mövcud idi. Heyvanların bir çox nəsli eyni landşaftda həyati proseslərə təsir göstərən yüzlərlə müxtəlif üzvi maddələrə malik "qəhvəyi su" içməli olurdu. Suyun oxşar tərkibi, ehtimal ki, təkamülə təsir göstərir, kimyəvi əsasdan seçim yaradaraq oxşar sulara uyğunlaşan yeni növlər əmələ gətirirdi.

Buradan maraqlı bir nəticəyə gəlmək olar ki, mərkəzi əsəb sisteminin təkamülü məhz suyun geokimyəvi xüsusiyyətləri ilə əlaqədardır. Burada xatırlatmaq yerinə düşərdi ki, məşhur amerika alimi D.Dana hələ 1856-cı ildə mərkəzi əsəb sisteminin progressiv təkamülünə geoloji nəzər salmış və belə bir nəticəyə gəlmişdir ki, bu təkamül müəyyən dövrlərdə ləngimiş, amma həmişə baş beynin inkişafına tərəf yönəlmişdir. Dana bu vəziyyəti "sefalizasiya prinsipi" adlandırmışdır. Dananın bu ideyası V.İ.Vernadskinin diqqətini cəlb etdi və ondan noosferin öyrənilməsində, planet hadisələrinin elmi izahında istifadə etdi [64]. Xatırladaq ki, geokimyənin metodologiyası təbiət hadisələrinin analizini atomar səviyyədə, atom nöqtəyi- nəzərincə izah edir. Buna görə də kimyəvi elementlərin əsəb sisteminə spesifik təsiri müəyyən edilmişdir. Bir sıra elementlərin, xüsusən də bromun birləşmələrinin mərkəzi əsəb sisteminə ləngidici təsirini qeyd etmək lazımdır. İ.P. Pavlova görə insanlıq əsəb sistemi üçün qiymətli xammal olan brom çox borçludur ("Brom" dedikdə tibbdə NaBr və ya KBr-dan istifadə edilir). Bromun biogeokimyəvi rolu D.İ.Mendeleyevə interpoliyasiya metodundan istifadə etməklə bir sıra yeni elementlərin: germanium, skandium və qalliumun yerini müəyyən etməyə imkan verdi. Məlumdur ki, brom halogenlər qrupuna aiddir. Onun qonşuları flüor, xlor və yod heyvanların fiziologiyasında böyük rol oynayır [65]. Təbiətdə onlar qeyri - bərabər paylanmışlar. Məhz bu halogenlərin landşaftda artığı (F, Cl üçün) və ya çatışmamazlığı (F, Cl, J) xəstəliklərin yayılmasına şərait yaradır. Bromun təbiətdə yayılması orqanizmə öz təsirini göstərir, bu faktor isə təkamüldə müəyyən rol oynayır. Brom – tipik nadir elementdir, onun klarkı litosferdə  $2,1 \cdot 10^{-4}\%$  -dir. Bu təqribən tantal, uran, qalayın miqdarına bərabərdir. Yer qabığında və biosferdə bromun qeyri-bərabər paylanması onun klarkının qatılığına təsir edir. Bromun landşaftda əsas mənbəyi dünya okeanı hesab edilir. Sularda onun miqdarı litosferdə süxurların tərkibindəki miqdarından 30 dəfə çoxdur. Ayrı-ayrı vulkanik eksqalyasiyalar bromla zəngindir ( $3 \cdot 10^{-3}\%$ ), dərin yod-bromlu yeraltı sular, artezian hövzələri (0,4%-ə qədər), bəzi duzlu çöküntülər (0,6%-ə qədər) brom saxlayır. Tarixi aspektdən biosfer üçün əsas brom mənbəyi vulkanlar (eyni zamanda digər anionogen elementlər üçün:

xlor, flüor, kükürd, yod, arsen və s.) hesab edilir. Humid landşaftlar bromla görə kasıbdır, çay sularında onun orta miqdarı  $3 \cdot 10^{-6} \%$  -dir. Şirin göllərdə və qrunut sularında  $1 \cdot 10^{-6} \%$  brom var [66]. Arid landşaftlar da bromla zəngin deyil, yalnız duzlu göllər və şoranlıqlarda bu elementin miqdarı tədricən artır. Neft yataqları, vulkan palçıqları bromla zəngindir. Təbii orqanizmlər bromun miqdarına görə fərqlənirlər, dəniz heyvanlarında bu elementin miqdarı yer heyvanlarına nisbətən xeyli artıqdır: canlı çəkinin  $4 \cdot 10^{-3} \%$  -i  $2,5 \cdot 10^{-3} \%$ -ə qarşıdır. Elə orqanizmlər var ki, orada bromun konsentratları mövcuddur. Laminarin yosunlarında (canlı çəkinin  $4 \cdot 10^{-2} \%$ -qədəri), süngərlərdə (0,25 % quru maddə) bromun konsentratı var. Bütün bu yayılma qanunauyğunluğu keçmiş geoloji dövrə də aid edilə bilər.

Bu nəzəri və təcrübi materiallar mərkəzi əsəb sisteminin təkamülündə bromun rolunun əhəmiyyətini açıqlığa qovuşdurur. Yüz milyon illər ərzində okeanda canlı həyat bromun artıq miqdarı şəraitində inkişaf etmişdir. Bu mərkəzi əsəb sisteminin işinə, ümumilikdə sefalizasiyaya təsir etmişdir. Bu hadisəni biz əsəb sisteminə "brom basqısı" adlandırırıq. O, paleozoy dövründə heyvanlar qitələri mənimsədikləri zaman başlanmışdır. Əvvəllər bu ilkin heyvanlar şirin suların balıqları, sonra yerüstü suların kiçik heyvanları, quşlar və məməlilər oldular. Əlbəttə sefalizasiyanın sürətlənməsi üçün təbiətin müxtəlif formaları və digər faktorlar böyük rol oynayırdı. Amma bromun da rolu istisna deyildi. Hər halda brom ilə zənginləşmiş landşaftlarda, sularda mərkəzi əsəb sisteminin təkamülü digər landşaftlara nisbətən keyfiyyətcə fərqli gedirdi. Müasir duzlu göllərin və digər bromla zənginləşmiş landşaftların faunasında geniş miqyasda geokimyəvi və bioloji tədqiqatlar aparılmışdır. Bu landşaftlarda orqanizmlərə bromun təsiri və yayılma xüsusiyyətləri öyrənilmiş, növ əmələgəlmə, kimyəvi tərkibə görə seçim aydınlaşdırılmışdır. Məlum olmuşdur ki, eyni landşaftın suları bromun miqdarına görə kəskin fərqlənir. Bromun sularda çatışmaması, qıtlığı da maraqlıdır. Bu problem varmı, varsa onun aqibəti necədir? Bəzi qitələr arası sahələrdə, daşlı-çınqıllı torpaqlara malik dağlıq ərazilərdə, qumlu bölgələrdə sular brom sarıdan xüsusən kasıbdırlar. Əgər bu qanunauyğunluq bromla əlaqədardırsa, bu ərazilərdə orqanizmlərin mərkəzi əsəb sistemi necə inkişaf edir, bu xüsusiyyətləri sularda bromun qıtlığı ilə əlaqələndirmək olarmı? Nəhayət hansı suları bromun miqdarına görə optimal hesab etmək olar? Bromun geokimyasının bu aktual suallarını yeni araşdırmaların obyektinə hesab etmək olar. Şübhəsiz ki, bu araşdırmalar yalnız nəzəri deyil, həm də ilk növbədə tibbdə və heyvandarlıqda önəmli yer daşıyan tətbiqi əhəmiyyətə malikdir. Əgər bromla kasıb landşaftlar mövcuddursa, onda onları süni surətdə bromla zənginləşdirmək lazımdır. Bu isə yalnız qidada və suda onun miqdarını artırmaqla mümkün ola bilər. Xatırladaq ki, bromun

qonşuları üçün oxşar tədbirlər artıq həyata keçirilir: qidalara xörək duzunun əlavə edilməsi, içməli suların flüor və yodlaşdırılması, xörək duzunun yodlaşdırılması buna misal ola bilər.

Əgər sulara bromun artığı mövcuddursa o, orqanizmdə müəyyən təzadlar yaradır, bu zaman onunla qonşu flüorun da artığı ilə anoloji mübarizə aparmaq lazım gəlir, əks halda onun törətdiyi təzad, flyuorozom xəstəliyinə qarşı tədbirlər görülməlidir. Əsəb sisteminin təkamülünə digər elementlərin də təsirinin öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Ehtimal ki, bu zaman əsəb sisteminin fəaliyyəti üçün böyük rol oynayan fosfor haqqında danışmaq lazımdır. Qurğuşun, vanadium, arsen və digər elementlər də oxşar xüsusiyyətlərə malikdirlər.

Beləliklə, ayrı-ayrı elementlərin mərkəzi əsəb sisteminə təsiri problemi geokimyəvi aspektdən elmi problem olmaqla geokimya və biologiya elmlərində xüsusi tədqiqat predmetinə çevrilmişdir.

## 5. Təbii suların tarixi geokimyası

Bizim planetin atomlarının tarixi, geokimyanın təyini üçün tarixi elmdir, tarixilik isə onun vacib metodoloji prinsipi kimi qəbul edilir. A.E.Fersman “geokimyəvi dövr” anlayışını, onun tələbəsi A.A.Suakov isə “tarixi geokimya” elm sahəsini- yerin tarixində elementlərin miqrasiyasının təkamülünü öyrənən bölümü aydınlaşdırmağa çalışmışlar [67]. A.A.Suakov yazırdı:” Yerdə geokimyəvi şərait təqribən 5,5 milyard il mövcud olmuş, onun mövcudluğu dövrü isə daimi olmayıb, əhəmiyyətli dərəcədə dəyişmişdir”. Elementlərin klarkları yer və kosmos arasında maddələr mübadiləsi və radioaktiv parçalanma nəticəsində dəyişikliyə uğramışdır. Yerin energetikası radioaktiv elementlərin miqdarının tədricən azalması və digər səbəblər nəticəsində dəyişmişdir. Yer üzərində həyat əmələ gələnə qədər elementlərin miqrasiyasının biogen faktorları və baryerləri mövcud deyildi və yaşıl bitkilərin fotosintez prosesinin fəaliyyət məhsulu olan oksigen məhdud idi. Mütəmadi olaraq iqlim şəraiti dəyişirdi, bu da öz növbəsində təkamülün xarakterini dəyişirdi. Yalnız təkamülün son mərhələsində bizim planetdə insan yarandı və insanların istehsal fəaliyyəti böyük geokimyəvi əhəmiyyət kəsb etdi. Elementlərin vacib miqrasiya faktorunun dəyişməsi ilə əlaqədar olaraq geoloji tarixin gedişində Yer inkişafı müxtəlif dövrlərdə bir sıra geokimyəvi proseslərə məruz qalmış, bu geokimyəvi reaksiyalar indiyədək az öyrənilmişdir. Ona görə də geokimyanın əsas məsələsi elementlərin miqrasiyası faktorunun keçmişin geokimyəvi şəraitinin yenidən qurulması baxımından öyrənilməsidir. “Tarixi geokimya” adlanan bu bölüm geokimyanın əsas tədqiqat obyektinə çevrilmişdir. Təbii suların tarixi geokimyası da

hidrosferin təkamülünü öyrənməklə müxtəlif geoloji dövrlərdə onun kimyəvi tərkibinin dəyişməsi və digər hidroloji prosesləri izləyir. Bu müddət ərzində hidrosferin inkişafında ayrı-ayrı suların geokimyəvi xüsusiyyətlərinin periodik təkrarlığı müşahidə olunur [68]. Təbii suların tarixi geokimyasına həm də hidrosferin ayrı-ayrı hissələrinin: okean, dəniz, göl, artezian hövzələri və s. sularının tarixi də daxildir. Hidrosferin bərpa edilməyən və progressiv inkişafı sırasına yer kürəsinin bərpa edilməyən inkişafının nəticələri: geoloji tarixin gedişində platformaların böyüməsi, vulkanizmin zəifləməsi, atmosferin tərkibinin dəyişməsi, həyatın inkişafı və s. daxildir. Bu global dəyişikliklər təbii suların da tərkibinə təsir etmişdir. Mars, Venera və Merkuri kimi Yer qrupu planetlərinin müqayisəedici planetologiyası onların atmosferində oksigenin olmadığını, karbon qazının üstünlük təşkil etdiyini müəyyən etmişdir [142]. Tutarlı əsaslarla demək olar ki, yerin ilkin atmosferində də oksigen yox idi. O zaman atmosferdə karbon qazı hökmranlıq edirdi, orada həmçinin metan və ammoniyak var idi. Oxşar atmosfer hidrosferin tərkibinə də təsir göstərirdi: yerüstü və yeraltı sular reduksiyaedici şəraitlə xarakterizə olunurdu. Kembridən əvvəlki dövrün energetik vulkanlaşması atmosferi karbon qazı ilə zənginləşdirirdi, o suda həll olaraq suyun bir çox geokimyəvi xüsusiyyətlərini müəyyən edirdi.

Fotosintezin inkişafı hidrosferin geokimyasında əsaslı dəyişikliklərə yol açdı. Vaxtaşırı bu hadisə geniş diskussiyalara səbəb olmuş və müəyyən edilmişdir ki, təxminən 1,5 milyard il əvvəl yaşıl bitkilər atmosferdə böyük miqdarda oksigen toplaya bilmişlər. O dövrdən oksigenli suların hövzələrində çöküntü-qırmızıçiçəkli formasiya əmələ gəlməyə başladı. Atmosferdə sərbəst oksigen hidrosferdə də inqilab yaratdı: okean, çay, göl, litosferin yuxarı hissəsi (qrunt, çatlı - gruntlu, müəyyən hissə artezian) suları oksigənə malik oldu. Yer səthində oksidləşmə reaksiyaları inkişaf etməyə başladı, ayrılıqda pirit və digər sulfidlərdən sulfatlı sular yarandı. Sulfat çöküntülər, gips, hidridlər və s. meydana çıxdı. Piritin oksidləşdiyi müəyyən yerlərdə sulfatlı sular əmələ gəldi. İkivalentli dəmir tədricən üçvalentliyə keçdi, müxtəlif üçvalentli dəmirin oksid və hidrokksidlərinin rənginə borclu olan qırmızı torpaq və süxurlar əmələ gəldi. İkivalentli manqanın, üçvalentli vanadiumun, dördvalentli uranın birləşmələri oksidləşməyə başladı.

Kembriyə qədər həyat əsasən okeanda cəmləşdi, qurunun səthi hətta rütübətli iqlimdə də boşluq və düzənlik oldu. Oksigenli atmosferin inkişafı qlevli və grunt sularının oksigenləşməsinə yol açdı. Demək olar ki, kembriyin bütöv gedişində atmosfer hələ karbon qazı ilə zəngin idi. Ona görə də, səth və grunt sularında karbon qazı indiki dövrə nisbətən artıq miqdarda idi. Biosferdə əsas dəyişikliklər paleozoyda (0,5 milyard il əvvəl), orqanizmlər materiki mənimsədikləri zaman əmələ gəldi. 400 milyon il



əvvəl–devonun sonunda meşə landşaftı yarandı, sonralar daş kömür, yura, təbaşir və paleogen dövrləri başladı.

Xatırladaq ki, fotosintez yalnız güclü oksidləşmə hesabına sərbəst oksigen yaratmadı, o həm də üzvi maddələrin əmələ gəlməsinə yol açdı. Üzvi maddələr öz növbəsində relyefin tənəzzülündən dəfn edilərkən landşaftın və dəniz lillərinin reduksiyaedici mühitinin inkişafını təmin etdi. Reduksiyaedici mühit dərin sudaşıyıcı laylarda daha çox yayıldı. Dağ süxurlarında basdırılan, çökən üzvi qalıqlar yer qabığının daha dərin qatlarına keçdilər və burada tədricən kömür və neftə çevrildilər. Amma kömür, neft və digər üzvi maddələr - inert kütlə deyil, mikroorqanizmlər üçün qidadır [69]. Ona görə də yerin dərinliklərində üzvi birləşmələr su ilə rastlaşdıqları zaman lillərdə olduğu kimi reduksiyaedici mühit yaradan mikrob həyatı inkişafa başladı.

Gipsə malik süxurların həll olması, sulfidlərin oksidləşməsi sulfatlı suların əmələ gəlməsinə səbəb oldu. Onların isə dağ süxurlarının üzvi maddələri ilə qarşılıqlı təsiri sulfat ionlarının- $\text{SO}_4^{2-}$  reduksiyasını təmin etdi və  $\text{H}_2\text{S}$  əmələ gəldi. Hidrogen sulfidli sular, hidrogen sulfid baryeri və sulfidli filizlər əmələ gəldi.

Beləliklə, yeraltı sularda hidrogen sulfidin əmələgəlməsi, metal sulfidlərinin çökməsi yerin səthində güclü oksidləşdirici şəraitin inkişafının nəticəsidir. Hidrogen sulfidli geokimyəvi baryerlər, sulfid epigenetik süxurlar biosferin inkişafı ilə bağlı yer qabığının təkamülünün müəyyən mərhələlərində əmələ gəlmişlər. Yuxarı hissə qurşağının hidrotermal sulfid yataqları da biosferin təkamülünün müəyyən mərhələlərində yaranmışdır. Kembridən əvvəlki dövrdə, xüsusən də arxey dövründə hidrotermal sulfidli filizlərin əmələgəlməsinin səbəbini burada axtarmaq lazımdır. Güman etmək olar ki, aşağı temperaturlu hidrotermal sulfidli filizlərin əmələgəlməsi fotosintezin əks tərəfidir, yerin səthində kəskin oksidləşdirici şəraitin inkişafının nəticəsidir. Geoloji tarixin gedişində üzvi maddələrin toplanması birmənalı xarakter daşıyır: dağ süxurlarında torfun, kömürün, bitumun, neftin, üzvi maddələrin yeni kütləsi gizlənmişdir. Bütün bunlar oksigeni yeraltı sulardan çıxaran və sularda reduksiyaedici mühitin inkişafını müəyyən edən, şərtləndirən orqanizmlər üçün enerji mənbəyinin yaranmasına xidmət edir.

Fotosintezin inkişafı nəticəsində yer qabığında Günəş enerjisinin konsentratlarının, üzvi maddələrin gizlədilməsi, dəfni baş verir, bu isə həmin maddələrin mikrobioloji parçalanmasına, suların karbon qazı, hidrogen sulfid, metan və digər birləşmələrlə zənginləşməsinə səbəb olur. Nəticədə yeraltı suların geokimyəvi fəaliyyəti güclənir. Buna görə də, kembriyə qədər yerin səthində kəskin oksidləşdirici şərait bataqlıq, lil, göl

və sudaşıyıcı laylarda kəskin reduksiyaedici mühitin inkişafını qaçılmaz edir. Yer qabığında hökm sürən bioloji dövrlərin zəif reduksiyaedici mühiti tədricən iki bir-birinə əks güclü oksidləşdirici və güclü reduksiyaedici mühitə ayrılmaqla haçalanır.

D.V.Rundkvistin fikrinə görə yer qabığının təkamülü gedişində filizlərin mineral tərkibi dəyişikliyə uğramış, klarkların qatılığı yüksəlmiş, mürəkkəb geokimyəvi proseslər baş vermişdir [70].

Biosferdə də müxtəliflik artmışdır. Məsələn, milyon illər əvvəl duz yataqları, əhəng, dəmir filizi və digər faydalı qazıntılar əmələ gəlmişdir. Təbii ki, mezozoyun əvvəlində, təqribən 200 milyon il əvvəl bu yataqlar yox idi, onlar nisbətən gec dövrlərdə yaranmışlar, beləliklə biosferin təbəqələşməsi zəif gedirdi. Geoloji tarixin gedişində zamandan asılı olaraq orqanizm növlərinin sayı artmış, onlar daha mürəkkəb və mükəmməl: (bir hüceyrəli-lərdən – ot yeyən heyvanlar) olmuşlar. Silurda 1 növ bitki var idi, devon dövründə - 21, karbonda – 60, yura dövrünün sonunda – 100, paleogendə - 308, neogendə artıq 344 növ məlum idi. Biokos sistemlər də təkamül-ləşdilər, torpaq, lil və landşaftlar daha rəngarəng və mürəkkəb oldular.

Yer qabığının mürəkkəb və müxtəlifliyə doğru inkişafı öz-özünə baş vermirdi. Bunun üçün kənardan enerji seli lazım idi. Günəş, radioaktiv və digər növ enerjilərin fasiləsiz daxil olması Yer qabığı sisteminin qeyri - tarazlığını, onun mürəkkəbliyi və müxtəlifliyini, sərbəst enerjinin zənginliyini müəyyən edirdi. Bu mexanizmlə Günəş enerjisinin kimyəvi enerjiyə çevrilməsi, atomların bioloji dövrəni baş verirdi. Hidrosferin təkamülü üçün də təbii suların mürəkkəbliyi və müxtəlifliyi, onların qeyri - bərabər yayılması və geokimyəvi fəaliyyəti xarakterik idi.

A.İ.Perelman Yer qabığının progressiv inkişaf qanununu formalaşdırdı. Bu qanun həm də hidrosferə şamil edilə bilər. Təbii sulara da aid edilən “hidrosferin progressiv inkişaf qanunu” belə səslənir: hidrosferə fasiləsiz daxil olan Günəş enerjisi (üzvi maddələrin parçalanması hesabına) və Yerə dərinliklərinin enerjisi (vulkanizm və digər proseslər hesabına) geoloji tarixin gedişində hidrosferin geokimyəvi təkamülünü, onun mürəkkəbliyi və müxtəlifliyini müəyyən edir.

Hidrosferin inkişafının dövriliyi geologiyada hidrosferin inkişafının da asılı olduğu Yer qabığının inkişafı üçün iri tektonik-maqmatik dövrlərlə əlaqədardır. Hər bir tektonik-maqmatik dövr dənizlərin, dağ əmələgəlmənin, arid landşaftların inkişafının, biokütlənin artıb-azalmasının, çöküntülərdə, həmçinin okean və dənizlərdə üzvi karbonun toplanmasının başlanğıc və son mərhələləri ilə xarakterizə olunur.

Bizim təsəvvürümüzdə görə bu dövrlərdə yeraltı suların dinamikası yaranmış, aktiv su mübadiləsinin güclü zonası artmış, sularda reduksiya-

edici proseslərin rolu zəifləmiş, oksidləşdiricilərin rolu isə artmışdır. Yerin səthinə sulfidli lillərin çıxması ilə əlaqədar olaraq sulfatlı sular böyük əhəmiyyət kəsb etmişdir. Quru iqlimin yayılması sulara neytral və qələvi proseslərin rolunu artırmışdır. Landşaft sularının kimyəvi tərkibinin formalaşmasında canlı maddənin iştirakı məhdudlaşmışdır.

Dövri həlqələrin orta mərhələsi dənizlərin formalaşması, iqlimin rütubətləşməsi və yumşalması, biokütlənin artması, çöküntülərdə üzvi karbonun toplanması, karbon qazının atmosfərə daxil olması ilə xarakterizə olunur. Bu dövrlərdə aktiv su mübadiləsi zonasının gücü azalır, oksigen sərhədi yüksəlir. Suların geokimyasına vulkan püskürmələri çox güclü təsir göstərir. Hələ XX əsrin əvvəllərində geoloq D.N.Sobolev vulkanizm dövründə karbon qazının artıq miqdarda atmosfərə daxil olması zamanı bitkilərin inkişafına (fotosintezin sürətlənməsinə) əlverişli şəraitin yarandığını qeyd etmişdir. Vulkanizm prosesində karbon qazının yalnız atmosfərə deyil, həm də hidrosferə daxil olması karbonat toplaşmasını və belə süxurların yaranmasını da bərabərində gətirdi.

Rusiya Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü M.I.Budikonun hesablamalarına görə paleozoyda karbon qazının atmosferdəki miqdarı 0,1- 0,4 % arasında dəyişirdi, sonralar onun miqdarı kəskin sürətdə azaldı. Bu qazın yüksək miqdarı ilıq iqlim şəraitinin yaranmasına səbəb oldu [71].

Vulkanizm ilə su miqrasiyası arasında əlaqə: vulkan püskürmələrindən sonra karbon qazının atmosfərə girişi üzvi qalıqların güclü parçalanması, hidrokarbonatlı suların əmələ gəlməsi, bataqlıqlarda qlevli suların artması və dənizlərdə karbonatlı çöküntülərin toplanması ilə xarakterizə olunur [72]. Beləliklə, Yerin tarixində dağ əmələgəlmənin, rütubətli və quru iqlimin təkrarlanması sulara geokimyəvi cizgilərə xas olan müxtəlif geoloji dövrlər yaratmış oldu. Bütün bu hadisələr hidrosferin geri dönməyən progressiv inkişafı fonunda davam edirdi. Buna görə də geoloji tarixin gedişində geokimyəvi proseslərin tam təkrarlığı haqqında danışmaq olmaz. Onların inkişafının simvoluna dairə deyil, spiral, yaxud sikloid (hərəkət edən təkərin bir nöqtədən cızdığı xətt) xidmət edir. Belə inkişaf adətən dövrilik adlanır.

Geoloji tarixin gedişində dövrlərin davamlılığı azalmağa, Yer qabığının inkişafı artmağa başladı. Geoloq N.F.Baluxovski paleozoydan başlayaraq həlqələrin müddətinin 240-dan 150 milyon ilə qədər azaldığını qeyd etmişdir. İri tekton - maqmatik həlqələrin davamlılığı paleozoyda ümumilikdə qalaktik ilə - Qalaktikanın mərkəzi ətrafında Günəşin dönməsi vaxtına, təqribən 180–220 milyon ilə uyğun gəlir.

Tektonik həlqələrin davam müddəti (milyon il):  $88 \pm 22$ ;  $44 \pm 11$ ;  $22 \pm 5$ ;  $5,5 \pm 2$  və s. hesablanır. Biosfer üçün iqlimin dövrü dəyişməsi (min il):  $400 \pm 50$ ;  $200 \pm 50$ ;  $45 \pm 25$ ;  $11 \pm 8$  olduğu müəyyən edilmişdir.

*Dünya okeanının tarixi geokimyası.* Dünya okeanının əmələ gəlmə şəraiti, onun duz tərkibinin təkamülü həddən artıq mürəkkəb və mübahisəlidir. Müxtəlif yanaşma və metodlar əksər hallarda bir-birinə zidd nəticələrə yol açır, eyni tədqiqatçının zamandan asılı olaraq məsələyə baxışı köklü surətdə dəyişə bilər. Müasir okean dinamik olsa da, həm də çox davamlıdır, inert sistem kimi yaxşı tənzimlənmişdir. Okeanın müxtəlif hissələrində iqlim və geoloji şəraitin müxtəlifliyinə baxmayaraq onun duz və ion tərkibi eynidir [143]. Bu, horizontal axım və vertikal sirkulyasiya nəticəsində su kütlələrinin qarışması ilə izah edilir.

Çay axınlarının illik miqyası okeanda suyun ümumi kütləsi ilə müqayisədə çox azdır, amma hesablamalar göstərir ki, okeanda həll olan natriumun miqdarı 84 milyon il, xlorun miqdarı isə 136 milyon il ərzində toplana bilər. Geoloji məlumatlar təsdiq edir ki, okean kifayət qədər yaşlıdır, o fasiləsiz olaraq bütün geoloji tarix ərzində 4 milyard il mövcud olmuşdur. Nəticələrin belə uyğunsuzluğu onunla izah olunur ki, çay suları vasitəsi ilə kimyəvi elementlərin okeana daxil olması okeanda bunun əksinə, kimyəvi elementlərin çöküntü kimi dibə keçməsi, buxarlanma və ya küləklər nəticəsində həmin elementlərin duz və s. şəklində atmosfərə qarışması ilə müşayiət olunur.

Orqanizmlər tərəfindən udulma, sorbsiya, duzların çökməsi və digər kimyəvi proseslər elementlərin okean sularından lillərin tərkibinə keçməsinə səbəb olur. Sonradan bu elementlər çöküntü süxurlarının tərkibinə daxil olaraq materiklərdə, dağ əmələgəlmə proseslərində eroziyaya məruz qalırlar. Həmin elementlərin bir hissəsi çay axınları ilə yenidən okeana daxil olur. Çöküntülərin bir hissəsi isə xüsusi zonalarda daha dərin qatlara daxil olmaqla metamarfoza məruz qalır, sonra isə yerdəyişikliyinə uğrayırlar. Ayrılan maqmalar soyuduqda qranitlər və digər püskürmə süxurları yaranır. Dağ əmələgəlmənin gedişində onlar materiklərin səthində toplanmaqla buxarlanaraq axınlarla öz elementlərini okeana buraxırlar. Elementlərin okeana daxil olması vulkanizm (ya bilavasitə sualtı vulkanizm, ya da çay suları vasitəsi ilə yerüstü vulkanizm) nəticəsində gerçəkləşir [73]. Maddələrin bu dövrəni ona gətirib çıxarır ki, eyni bir kimyəvi elementin atomları dəfələrlə okeana, çöküntü süxurlarına, maqmaya və püskürmə süxurlarının tərkibinə daxil olur. Məhz buna görə okeanın yaşının çay axınlarına görə təyini əhəmiyyətli dərəcədə az göstərilir. Okeanın tərkibinin tənzimlənməsinin ciddi mexanizmi atomların bioloji dövrəni ilə əlaqədardır. Okean atmosfer ilə sıx bağlıdır, bu amil okeanda reduksiyaedici mühitin oksidləşdirici mühitə keçməsi ilə xarakterizə olunur. Okeanın tərkibinin təkamülünə okeanın dib çöküntülərinin təkamülü də daxildir.

Atmosferdə karbon qazının miqdarının azalması okeanın karbonat tarazlığına təsir göstərir. A.B.Rokov suların geoloji tarixinin gedişində çöküntü süxurlarında kalsiumun maqneziuma, üçvalentli dəmirin ikivalentli dəmirə, sulfat kükürdünün piritə münasibətini göstərmişdir. Qədim zamanlardan müasir dövrə qədər kalium və dəmirin miqdarı, karbonatlı süxurlarda dolomitin (kalsiumun hesabına) rolu tədricən azalmışdır.

V.M.Holdşmit geoloji tarix boyu okean suyunun hər kiloqramına 600 qram aşınmaya məruz qalmış və püskürülmüş süxur düşdüyünü qeyd etmişdir. Alim püskürülmüş süxurların aşınması hesabına okeanda məskunlaşmış kimyəvi elementlərin miqdarını hesablamış və onu indiki dövrdə okeanda mövcud olan müvafiq miqdarla müqayisə etmişdir. V.M.Holdşmitə görə okean sularında mövcud elementlərin müqayisəli miqdarları cədvəl 1.6-da verilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi, sularda bromun miqdarı 250%, kükürdün – 293%, xlorun miqdarı isə 6650% - dən yuxarıdır. Bu okean suları üçün kationların əsas mənbəyinin materiklərin süxurlarının aşınması məhsulları olduğunu düşünməyə əsas verir. Anionlar isə ilkin okeanın tərkibində çox cüzi miqdarda olmuş, sonralar vulkanizm nəticəsində çoxalmışlar. Bu mühüm nəticə A.P.Vinoqradov və başqaları tərəfindən də təsdiq edilmişdir. A.P.Vinoqradov yazırdı: "Dəqiq surətdə təsdiq etmək olar ki, okean duzlarının bütün anion hissəsi vulkanların qazsızlaşdırılması, kation hissəsi isə dağ süxurlarının parçalanması məhsullarıdır" [74].

İlkin okean A.P.Vinoqradova görə dərin arxeydə mantiyanın qazsızlaşması nəticəsində yaranmışdır. 4 milyard il əvvəl əsas püskürülmüş süxurların mantiyasının ərimə məhsulu olan Yer qabığı da məhz o dövrdə yaranmışdır. O dövrdə biosfer hələlik yox idi, turş vulkanik tüstülər (HCl, HF və s.) həll olaraq okean sularının qüvvətli turş reaksiyasını müəyyən edirdilər. Nəticədə ilkin okean turş, xloridli və reduksiyaedici idi (cədvəl 1.6). Təbii ki, belə şəraitdə oksidləşdirici mühitdən və qüvvətli oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarından söhbət belə gedə bilməzdi. Məntiqin gəldiyi belə nəticə sonrakı dövrlərin məlumatları ilə uzlaşır. İlkin okeanın qələvi reaksiyası haqda da hipotezlər mövcuddur. Arxeydə biosferin yaranması okeanın geokimyasını kökündən dəyişdirdi. Okeanın tarixinin ikinci mərhələsi paleozoydan başlayaraq bir neçə milyard il davam etdi. Okean tədricən qələvili mühit yaranmaqla oksidləşdirici oldu, onda sulfat ionları yaranıb formalaşmağa başladı və bu proses uzun illər davam etdi. "Müasir okean" paleozoydan başladı, onun üçün canlı maddə aparıcı rol oynadı. Qeyd etdiyimiz kimi hər iki mərhələnin analoji şəkli N.M.Straxov tərəfindən ifadə edilmişdir. O da başlanğıc okeanı mantiyanın qazlaşması məhsulu hesab edirdi. "Hidrosfer şübhəsiz çox turş idi. Suyun pH-ı təqribən

Cədvəl 1.6. Okeanda elementlərin balansı

Okeana daxil olan və çıxan elementlər	Kationogen elementlər						Anionogen elementlər		
	Na	Mg	K	Ca	Rb	Se	Cl	S	B
Okeana daxil olan, q (1 kq suya)	16,8	12,6	15	21,6	0,2	0,006	0,29	0,3	1,8
Okeanda olan, q	10,7	1,3	0,37	0,42	0,0002	0,000002	19,3	0,88	4,6
Nisbət,%	66	10	2,5	1,9	0,1	0,03	6650	293	250

1-2-yə yaxın idi “– N.M.Straxov yazırdı [75]. İkinci mərhələ - arxeozoy təqribən 2 milyard il davam etdi, bu fotosintezin əvvəlinə, 2,5–3,0 milyard il əvvələ təsadüf edirdi. Okean suyu arxeozoyda xloridli karbonatlı oldu. O hələ reduksiyaedici idi, belə ki, atmosferdə sərbəst oksigen yox idi. Üçüncü mərhələ proterozoy-rifey isə paleozoyadək davam etmişdir. Bu zaman okean sərbəst oksigen saxlamağa başladı, onda sulfatlar əmələ gəldi, karbon qazının miqdarı azaldı, suların reaksiyası neytrala yaxınlaşdı, sular xloridli-karbonatlı-sulfatlı olmağa başladı. Dördüncü mərhələ bütün paleozoyu əhatə edir və okeanın geokimyasına canlı maddənin yüksək təsiri ilə xarakterizə olunur. Fotosintez, karbonatların çökməsi, karbon qazının orqanizmlər tərəfindən udulması ilə əlaqədar olaraq okeanda onun miqdarı azaldı, sular qələvili olmağa başladı, xlorlu-sulfatlı sular üstünlük çələnginə sahib oldular. N.M.Straxova görə okeanın duzluluğu məhz o dövrdən azaldı. Paleozoyda okeanın geokimyasına vulkanizmin intensiv dəyişməsi, buzlaşma və digər proseslər öz təsirini göstərdi. Buzlaşma dövrünün dördüncü mərhələsində Dünya okeanının səviyyəsi 100 metr azalmışdır. Okeanın geokimyasına həmçinin atmosferdə karbon qazının miqdarının azalması və suyun temperaturunun dəyişməsi də təsir edirdi. Okeanın tarixi geokimyası okeanda filiz-əmələgəlmə proseslərinə görə daha böyük maraq doğurur [144]. Belə ki, dənizdə dəmir filizi, fosforit, karbon mənşəli slantların toplanması geoloji tarixin müəyyən dövrlərində daha da intensivləşdi. Bu proses Yerdə təkamülün formalaşmasına təsir göstərirdi. Təəssüf ki, okeanın geokimyasına təsir göstərən faktların çoxluğu, onların kifayət qədər mükəmməl öyrənilməməsi okeanın əsaslı və dəqiq tarixini yaratmağa tam imkan vermir. Bu geokimyanın qarşısında duran ən aktual məsələlərdən biridir.

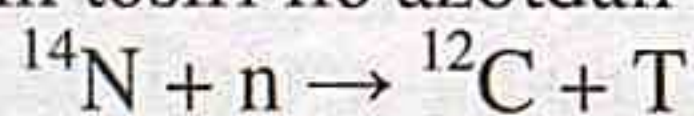
*Yeraltı suların tarixi geokimyası* 30-cu illərdə A.M.Ovçinnikov tərəfindən öyrənilmişdir. O yazırdı: “Su, üzərindən axdığı süxur kimidir”. Suyun mənşəyi yerləşdiyi ərazinin geoloji tarixi ilə eynidir. Buna görə də

paleohidrogeologiya yeraltı suların tarixini öyrənir.

Hal-hazırda paleohidroloji analiz neft və qazın əmələ gəlməsi şəraitinin, yeraltı suların və şorabaların ehtiyatlarının öyrənilməsinin, filiz yataqlarının əmələgəlməsində onların rolunun nəzəri və tətbiqi cəhətdən aydınlaşdırılmasında istifadə olunur. Bu sürətlə inkişaf edən elm sahəsidir. Burada yeraltı suların yaranma tarixi onlarda həll olan qazların müxtəlif nisbətinə görə (helium–arqon və s.) öyrənilir. Yeraltı sularda arqon uçucu mənşəli olduğundan, onun miqdarı suyun yaşından asılı deyil. Helium radioaktiv parçalanma məhsuludur, tədricən sularda toplanır. Buna görə də He:Ar nisbəti nə qədər çox olsa, sular bir o qədər qədim hesab olunur. Helium:arqon metodunun mahiyyəti sadədir, lakin onun istifadəsi bir çox faktorlardan asılı olduğundan, hesablamaları çox mürəkkəbdir. Buna baxmayaraq helium-arqon metodu ilə çox qiymətli və dəqiq informasiyalar əldə etmək mümkündür. Bu məlumatlardan görünür ki, yeraltı suların yaşı adətən sudaşıyan süxurların yaşından az olur. Məsələn, 200 milyon il mənşəli Xəzəryanı geoloji çöküntülərdə yeraltı suların yaşı 90 milyon ili keçmir, bu da təbəşir dövrünə təsadüf edir.

Nadir hallarda yeraltı suların və sudaşıyan süxurların yaşı üst-üstə düşür. Belə sular adətən buxar məhlulların gilli süxurlardan sıxılması nəticəsində əmələ gəlir. Bəzi hallarda əks hadisələr də müşahidə olunur, elə sular məlumdur ki, onların He:Ar nisbəti ilə müəyyən edilən yaşı müvafiq süxurların yaşından qədimdir. Bu çöküntülərdə suların hərəkəti, kristallik süxurlardan heliumun çıxarılması və digər səbəblərlə əlaqədardır. Beləliklə, bu və ya digər hallarda geologiyada istifadə edilən fiziki qanunlar, onlardan suyun yaşının təyini üçün istifadə edilməsi, (ərazinin inkişaf tarixi, litologiya məlumatları, tektonik proseslər, suyun xüsusiyyətləri) geoloji analizə əsasən öyrənilməlidir.

Yeraltı suların yaşının təyini üçün kosmik şüaların təsiri ilə atmosferdə əmələ gələn qısa ömürlü radiogen izotoplardan da istifadə edilir. Yeraltı sulara düşərkən onlar parçalanır, qalan qalıqın miqdarına görə suların yaşını müəyyən etmək mümkün olur. Belə izotopların yaşam müddəti bir neçə milyon ildən çox olmur, ən qızasının ömrü gün və həftə ilə ölçülür. Belə izotoplara:  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{22}\text{Si}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{10}\text{Be}$  və s. aiddir. Hidrogeologiyada ən çox tətbiq edilən tritium izotopudur. Tritium 12,262 il yarımparçalanma müddətinə malikdir, yumşaq  $\beta$  - şüalanma ilə  $^3\text{He}$  -ə çevrilir. Atmosferdə tritiumun miqdarı cüzdür ( $4 \cdot 10^{-15} \%$ ), atmosfer yağıntılarında onun miqdarı daha azdır ( $3 \cdot 10^{-18} \%$ ), üst qat sularda  $-1 \cdot 10^{-16}$ , okeanın dərin qatlarında isə yüz dəfədən də azdır. Təbii şəraitdə tritium atmosferin yuxarı qatlarında kosmik şüaların neytronlarının təsiri ilə azotdan əmələ gəlir:



Tritiumun əmələ gəlməsinin digər nüvə reaksiyaları da mümkündür.

Yerüstü və yeraltı sulara tritiumun yerləşməsinin öyrənilməsi təbii proseslərin sürətini müəyyən etməyə imkan verir. Məsələn, ərazidən asılı olaraq bəzi qaynar suların yaşı doqquz aydan azdır, okeanın səth suları çox sürətlə dərinlərə yayıla bilir, bu ərazilərin səkkiz metrlik yeraltı təbəqəsi bir neçə ay ərzində ekvivalent miqdarda atmosfer yağıntıları ilə qarışa bilir. Okeana yaxın ərazilərə hər il yağıntılarla küləklərin gətirdiyi 520 mm-ə qədər okean suları düşür. Hesablamalar göstərir ki, təqribən 250 mm buxarlanan yeraltı sular atmosfer vasitəsi ilə okeana qaydır. Buradan müəyyən etmək olar ki, bu ərazilərin su dövrünün orta davamlılığı 15 ilə bərabər olur. Alınan rəqəm qənaətbəxş hesab olunur.

Yeraltı suların tarixi geokimyasına iki aspektdən yanaşmaq olar:

1. Keçmiş geoloji dövrlərin (kembriyə qədər, paleozoy, mezozoy və s. dövrlərin paleohidrogeokimyası) yeraltı sularının geokimyəvi xüsusiyyətlərinin bərpa edilməsi.

2. Müasir hidrogeoloji strukturun tarixinin öyrənilməsi.

Regionun inkişafının analizi, tektonik, relyef, iqliminin bərpası keçmiş dövrlərin paleohidrogeologiyasını təyin etməyə, paleohidrogeoloji xəritələr tərtib etməyə imkan verir. Bu tədqiqatlar ilk dəfə 1949-cu ildə Rusiya Elmlər Akademiyasında aparılmağa başlanmışdır. A.C.Xazanov, N.A.Filippovski, C.E.Kozarev və başqaları qədim yeraltı suların hərəkət istiqamətini, onların yüklənmə ocaqlarını, müxtəlif növ suların qarışma sərhədlərini və geokimyəvi baryerlərini müəyyən etmişlər. Paleohidrogeoloji analiz əsasında, neft, qaz, bitumların əlverişli toplanma sahələri, qızıl, mis, qurğuşun və digər əlvan metal filizlərinin əmələ gəlmə şəraiti öyrənilmiş, geokimyəvi sxem və xəritələr tərtib edilmişdir. Hidrogeologiyada yeraltı suların kimyəvi tərkibi ilə su mübadiləsi intensivliyi arasındakı əlaqə öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, dərin artezian hövzələrində su mübadiləsinin intensivliyinin zəifləməsi qanunauyğun olaraq yeraltı suların tərkibini dəyişdirir. Yuxarı zonalarda intensiv su mübadiləsi aşağı qatların suları ilə sıx əlaqədədir, yeraltı sular çaylarla drenaj üsulu ilə qarışaraq, kifayət qədər sürətlə hərəkət edir. Bu zaman su mübadiləsi on, yüz, min illər ərzində davam edir. Rütubətli ərazilərin suları şirin, arid ərazilərin suları duzlu sular hesab edilir. Yuxarı zonalarda suların dərinliyi 500 metri keçmir, dağlıq ərazilərdə bu rəqəm bəzən 1000 metrə çatır. Bu həll olan oksigenə malik atmosfer çöküntülərinin infiltrasiyası hesabına əmələ gələn nisbətən geoloji cavan sulardır. Yuxarı zonanın suları içməli və texniki su təchizatının əsas mənbəyi hesab edilir.

Bir qədər dərinlərdə su mübadiləsinin yavaş zonası yerləşir, burada su mübadiləsi milyon və on milyon illər ərzində gerçəkləşir. İkinci zonanın



suları daha minerallaşmışdır, isti halda uzun müddət dağ süxurları ilə təmasda olur və onların həll olan komponentlərini qələviləşdirir. Sular sərbəst oksigen saxlamır, reduksiyaedici şəraitlə xarakterizə olunur, metan, karbon qazı, bəzən hidrogen sulfidlə zənginləşirlər. Mineral sular kimi onlar da balneologiyada geniş istifadə olunur, qismən də sənayedə xammal mənbəyi kimi tətbiq edilir.

Ən dərin zonada kifayət qədər yavaş su mübadiləsi bütün geoloji dövrlər üçün xarakterikdir. Bəzi yerlərdə bu dərinlik 3 km-ə çatır, sular qaynar və güclü minerallaşmış reduksiyaedici mühitlə xarakterizə olunur. Bu sular yod, brom, müxtəlif duzlar və sənaye üçün əla xammal mənbəyi ola bilər. Hazırda belə texnologiyalardan istifadə olunur.

Bəzi artezian hövzələrində vertikal hidrogeokimyəvi zonallıq məxsusi xarakter daşıyır. Belə ki, şirin sular duzlu sulara nisbətən daha dərinə nüfuz edir. Bütün bu hallarda yeraltı suların tərkibi onların dinamikası ilə sıx bağlı olur. Bu zonallıq yalnız platforma üçün deyil, həm də büküslü ərazilər, dərinliklərdə xloridli şorabaların olduğu çatlı sular üçün də xarakterikdir. Bu planetar qanunauyğunluqdur.

1947-ci ildə A.N.Semixanov hidrogeoloji dövr haqqında anlayışları hidrogeologiyaya daxil etdi, sonralar bu ideya A.A.Kartsev və S.V.Vaqin tərəfindən daha da inkişaf etdirildi.

Yeni çökmüş yüngül dispers lillər 90%-ə qədər suya malikdir. Bunlar məsaməli süxurları sıxaraq, onları gilə və gilli şistə (lay-lay quruluşlu süxur) çevirir. N.B.Vassoyev bu növ su mübadiləsini eliziyon adlandırır, o hidrogeoloji dövrənin birinci mərhələsi üçün xarakterikdir. İkinci infiltrasiyalı mərhələdir, bunun üçün infiltrasiyalı su mübadiləsi xarakterikdir.

Hidrogeoloji dövrənin analizi termodinamika və fiziki - kimyəvi hidrodinamika baxımından hidrogeoloq S.İ.Smirnov tərəfindən araşdırılmışdır. İstənilən sedimental hövzənin yeraltı sularının tarixi məxsusi geoloji xüsusiyyətlərə malikdir, onlar planetar, regional və lokal fiziki sahənin təsiri ilə geoloji dövrün gedişində fasiləsiz olaraq dəyişilir. Yeraltı suların təkamülü stasionar qeyri-tarazlıq vəziyyətində enerjinin ötürülməsi, kütlə və impulsun geokimyəvi təyini ilə əlaqədardır.

Artezian hövzələrinin tarixi bir neçə geoloji dövrləri əhatə edir. Müəyyən edilmişdir ki, bir sıra ərazilərdə artezian hövzələrinin suları aşağı təbaşirdən dördüncü dövrün əvvəlinə kimi elizion dövrünü yaşamışdır. Neogendə infiltrasiyalı mərhələ davam etmişdir. Əvvəllər bu ərazilərdə infiltrasiyalı sular dərin sudaşıyıcı laylara nüfuz edirdi. İlkin seyrək sular durulaşır və artezian hövzələrinin mərkəzinə doğru sıxışdırılırdı. Nəticədə horizontal hidrogeokimyəvi zonallıq əmələ gəlirdi. Yeraltı suların yaşının

təyini göstərir ki, hövzənin mərkəzi hissəsinin yaşı müasir qidalanma sahəsindən asılı olaraq qanunauyğun sürətdə artır.

Artezian hövzələrinin tarixi hidrogeoloji massivlərin dəyişdiyi ərazilərdə daha mürəkkəbdir. Bu zaman intensiv maqmatik fəaliyyəti nəzərdən qaçıрмаq olmaz. Təbaşir dövründən indiki dövrə qədər əksər ərazilərdə yeraltı laylar və süxur saxlayan qatlar eroziyaya məruz qalmışlar. Filiz yataqları yerləşən filizli ərazilərdə paleohidrogeokimyəvi analiz xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Dəmirli, misli, maqnetitli, qalaylı yataqların öyrənilməsində yuxarıda qeyd edilən məsələlər A.İ.Germanov, P.A.Qolev, P.A.Udonov, M.S.Qureviç və başqaları tərəfindən nəzərdən keçirilmişdir. Onların qənaətinə görə su yarandığı gündən qiymətli elementlərin etibarlı mənbəyi hesab edilir.

XX əsrdən başlayaraq yeraltı sulardan yod, brom, bor, sezium, rubidium, mis və bir sıra digər elementlər əldə edilir. Bu siyahı hələ də bitməmişdir, təbii suların geokimyəvi tədqiqi bu sulardan faydalı elementləri çıxarmağa imkan verəcəkdir.

## II FƏSİL

### TƏBİİ SULARIN GEOKİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

#### 1. Təbii sular da kimyəvi elementlər

Məlumdur ki, maddələrin kimyəvi aktivliyi ümumi səthin parçalanması zamanı yaranır. Yerin ilkin maddəsi də parçalanır, bu materiklərin yaranması, relyefin ayrılması, səthin ölçülərinin böyüməsi, Günəş, kosmik şüalar, suyun təsirindən süxurların kimyəvi dəyişikliyə məruz qalması ilə müşahidə olunur. Yerin dərin qatlarında gedən reaksiyalar nəticəsində süxurlar yaranır, üst qatı əmələ gətirən müxtəlif birləşmələr materikin sahəsini artırır. Beləliklə, biosferin əcdadının maşını litosferi üyüdür, ilk çay və göllər yaradırdı. Bütün bunlar nəhəng geoloji dövrənin lokal sistemləri idi. Çay vadilərində adi fiziki parçalanma kimyəvi həllolma ilə tamamlanır, çay mənşəbləri və göllərdə kolloid ölçülü hissəciklər əmələ gəlirdi. Kimyəvi reaksiyalar zamanı planetin səthində Günəş enerjisinin müəyyən miqdarı toplanırdı. Milyon illər ərzində atmosfer, hidrosfer və litosferin bir-birləri ilə qarşılıqlı təsir zonasında toplaşan enerji ehtiyatları hesabına maddələr molekulyar səviyyədə dəyişirdi [76]. Geokimyəvi seçim sayəsində daha aktiv hissəciklərə malik olan maddələr digərlərini sıxışdırıb çıxarır, faydalı birləşmələrin ehtiyatı artırdı. Bu proses mürəkkəb üzvi birləşmələr əmələ gəlməyə qədər davam edir. Sonrakı proseslər iki mərhələyə ayrılır. İlk mərhələdə yüksək temperatur və təzyiqdə 2-5 km dərinlikdə amin turşulardan zülalə oxşar maddələr sintez olunur. Nəticədə dağ süxurlarının böyük bir hissəsi formalaşır.

İkinci mərhələ üçün su tələb olunur. O, dərinliklərdən səthə qalxan süxurların aşınması üçün lazımdır. Su üzvi faza üçün əla mühitdir. O, həmçinin canlı hüceyrələrin əmələ gəlməsində molekul və ya molekul bloklarının mövcudluğu üçün də lazımdır.

Bu dövrdə gil, dolomit, dəmir filizləri, karbonlu çöküntülər qrafit təbəqələr şəklində yayılmışdır. Üzvi süxurlarda həyat məhsullarının nəhəng miqdarı toplanırdı. Beləliklə, yer qabığına süxurların tərkibi təbii sulara kifayət qədər yaxın idi.

Yer qabığındakı kimyəvi elementlərin miqdarı amerikalı alim F.U.Klark tərəfindən öyrənilmiş, süxur və mineralların müxtəlif növlərini əhatə edən çoxsaylı analizlər nəticəsində 40 elementin orta riyazi miqdarı hesablanmışdır. 1880-ci ildə ABŞ Geologiya Komitəsinin baş kimyaçısı F.U.Klark Yer qabığının tərkibi haqqındakı uzunmüddətli tədqiqatlarının nəticələrini dərc etdirdi. Akademik A.Y.Fersman F.U.Klarkın şərəfinə

elementlərin Yer qabığındakı orta miqdarını klark adlandırmağı təklif etmişdir, hal-hazırda kimyəvi elementlərin orta miqdarı klark, süxur tiplərindəki elementin miqdarı isə fon klarkı adlandırılır. Yer qabığında ən çox yayılan 20 elementin (% kütlesinə görə) klarkları aşağıda verilmişdir:

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1) Oksigen 49,50  | 11) Xlor 0,19       |
| 2) Silisium 25,80 | 12) Fosfor 0,09     |
| 3) Alüminium 7,57 | 13) Karbon 0,087    |
| 4) Dəmir 4,70     | 14) Manqan 0,085    |
| 5) Kalsium 3,38   | 15) Kükürd 0,048    |
| 6) Natrium 2,63   | 16) Azot 0,030      |
| 7) Kalium 2,41    | 17) Rubidium 0,029  |
| 8) Maqnezium 1,95 | 18) Flüor 0,028     |
| 9) Hidrogen 0,88  | 19) Barium 0,026    |
| 10) Titan 0,41    | 20) Sirkonium 0,021 |

Okean sularının klarklarına nəzər saldıqda görürük ki, sularda oksigen (85,7%) üstünlük təşkil edir, ikinci yerdə hidrogen (10,8%), sonra xlor (1,93%) və natrium (1,03%) yerləşir. Beləliklə, okean sularında xörək duzu məhlulu üstünlük təşkil edir. Okean sularında həmçinin digər elementlər də mövcuddur. Birinci ilk səkkiz element oksigen (klark 85,7%), hidrogen (10,8%), xlor (1,93%), natrium (1,03%), maqnezium (0,13%), kükürd (0,09%), kalsium (0,04%), kalium (0,038%) miqdar etibarını ilə 99,70% təşkil edir, 81 element isə hidrosferdə 1%-dən azdır. Bu rəqəmləri litosferin klarkları ilə müqayisə edək. Litosfer üçün hidrosfer kimi oksigen (klark 47%) üstünlük təşkil edir. Hidrosferdən fərqli olaraq litosferdə ikinci element silisiumdur (29,5%), sonra alüminium (8,05%), dəmir (4,65%), kalsium (2,96%), natrium və kalium (2,50%), maqnezium (1,87%) yerləşir.

Müasir okeanların tərkibi materikin dağ süxurlarının küləklər vasitəsi ilə həll olmuş maddələrinin çaylarla okeana ötürülməsindən asılıdır. Bu mənbə kalsium, natrium, maqnezium və digər elementlərin kation əmələ gətirməsinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Dünya okeanının tərkibi həm də onun özündə elementlərin miqrasiyasından asılıdır. Belə ki, silisium, alüminium, dəmir nisbətən zəif miqrasiya edir və asan çökürlər. Məhz buna görə onlar okean sularında çox az miqdardadır ( $\text{Si}-3 \cdot 10^{-4} \%$ ,  $\text{Al}$  və  $\text{Fe}-1 \cdot 10^{-4} \%$ ). Halbuki litosferdə onların miqdarı  $\text{Si}-29,5\%$ ,  $\text{Al}-8,05\%$ ,  $\text{Fe}-4,85\%$  -dir. Əksinə, natrium və xlor yaxşı su miqrantlarıdır və onların klarkları okeanda yüksəkdir:  $\text{Na}-1,03\%$ ,  $\text{Cl}-1,93\%$ . D.İ.Mendeleyevin göstərdiyi kimi həm litosferdə, həm də hidrosferdə dövri cədvəlin əvvəlindəki atom kütləsi kiçik olan elementlər üstünlük təşkil edir. Yüngül elementlərin belə paylanması atomun quruluşu ilə əlaqədardır: yer qabığında, planetin üst qatında proton və neytronların az saylı nüvələri üstünlük təşkil edir. Burada söhbət orta

tərkibdən gedir. Bu qanunauyğunluq geoloji proseslərdən asılı deyil. Planetin əmələ gəlməsindən əvvəl (4,5 milyard il) planet səmasının on milyon dərəcə temperatura malik olduğu zaman atomlar, xüsusən də molekullar mövcud deyildi. Maddə elektron, proton və neytronlardan təşkil olunmuş plazmadan, ionlaşmış qazlardan ibarət idi. Plazmada temperaturun aşağı düşməsi ilk növbədə yüngül atom nüvələrinin sintezi ilə sonuçlandı. Bu sintez zamanı böyük miqdar enerji ayrıldı, nüvə bir qədər davamlı və möhkəm oldu. Yerdən fərqli olaraq kosmosun əsas elementi hidrogen oldu. Çox yüksək temperaturlarda nüvələrin qarşılıqlı təsiri nəticəsində helium nüvəsi əmələ gəldi. Məhz buna görə Yer əsasən hidrogen - helium tərkibli dir. Bir qədər ağır nüvə asılı xarakter daşıyır, onların ulduzlarda yayılması hidrogen və heliuma nisbətən xeyli azdır. Bu zaman əsas prosesi yüngül nüvələrin sintezi (oksigenin atom kütləsi 16, kalsiumun atom kütləsi 40) təşkil edir. Proton və neytronların böyük sayının daxil olduğu ağır nüvələrin sintezindən alınan nüvələr davamlı deyil və tədricən dağılır. Bu nüvələrin bir hissəsi tam dağılmağa macal tapmamış və bizim günlərə qədər yaşamışdır. Milyard il əvvəl olduğu kimi indiki dövrdə də onlar yüngül elementlərin nüvəsinə çevrilir. Bu hadisə radioaktivlik adlanır, o, XIX əsrin sonlarında Parisdə Pyer və Mariya Kuri tərəfindən kəşf edilmişdir. Radiumdan başqa, radioaktivlik uran, torium, kalium, rubidium, renium və bir sıra digər elementlərə də aiddir. Onların yer qabığına miqdarı milyard il əvvəl indiki dövrdən xeyli artıq idi. Yer materiyasını təşkil edən bir sıra ağır nüvələr kosmik mərhələdə milyard illər ərzində tam dağılmışlar və Yerdə bizim o elementlər haqqında heç bir təsəvvürümüz yoxdur. Onlar laboratoriyalarda alınmış elementlərdir. Bura texnesium (№43), astat (№85), fransium (№87), bir çox transuran elementləri: amerisium (№95), kürium (№96), berklium (№97), kalifornium (№98) və s. aiddir. Beləliklə, litosferdə elementlərin paylanmasının əsas qanunauyğunluğu ağır elementlərə üstünlük verir. O, atom nüvələrinin quruluşu, onların davamlılığı (milyon illər əvvəl ulduzların mərkəzi hissəsində) nüvələrin sintezi ilə əlaqədardır.

Ancaq ulduzlardakı maddələr, hidrosfer və litosferə keçməzdən əvvəl əsas rolu yüngül elementlər oynayan dəyişikliyə məruz qalmışlar. Məhz buna görə bərk Yer qabığı və hidrosfer tərkibinə görə Günəş də daxil olmaqla ulduzlardan əsaslı surətdə fərqlənir. Əgər Günəş, həm də digər ulduzlar hidrogen və heliumdan (bir qədər də digər elementlərdən) ibarətdirsə, Yer və hidrosfer özünün yüngül və inert element olan kosmik heliumu itirmişdir. Hidrogenin də böyük hissəsi itirilmiş, yalnız az bir hissəsi oksigenlə birləşərək suyu, planetin hidrosferini əmələ gətirmişdir. Ulduzlarda az olan hidrogen və heliumdan ağır elementlər isə yerdə toplanmış,

onun əsas kütləsini əmələ gətirmişdir [77]. Bu ilk növbədə oksigen və dövri cədvəlin digər başlanğıc elementləridir.

Geokimyada canlı orqanizmlərin məcmusu canlı maddə adlanır. Suyun miqdarı onda 60%-i ötür, ayrı-ayrı növlərdə 99%-ə çatır (meduzlarda). Alman bioloqu E.Dyuba canlı orqanizmlərə “ruh verilmiş su” kimi baxmışdır. Doğrudan da su, həyat fəaliyyətində böyük rol oynayır və əksər elementlər orqanizmə sudan daxil olur. Amma burada əlaqə bir tərəfli, düz xətti deyil, əksinədir: yalnız su orqanizmlərin tərkibinə təsir etmir, həm də orqanizmlər suyun tərkibinə təsir göstərir. Məhz buna görə canlı maddələrin klarkları və təbii sular oxşarırlar. Həm suda, həm də orqanizmlərdə oksigen (klark 70%) üstünlük təşkil edir, bu - oksigenli varlıqlardır. Orqanizmlər artıq miqdar hidrogenə (klark 10,5 %) malikdir. Orqanizmlərdə suda az miqrasiya edən elementlər: alüminium, dəmir və s. azdır. Akademik A.İ.Vinogradov yazırdı: “Canlı orqanizmlər Yer qabığının yüngül qaz əmələ gətirən elementlərindən (oksigen, karbon, hidrogen, azot) və asan həll olan birləşmələrdən (kalsium, maqnezium, natrium, kalium, xlor, kükürd və s.) əmələ gəlmişdir” [78].

Kimyanın qanunları təbiətdə baş verən reaksiyalarla və laboratoriya kolbalarındakı proseslərlə eynidir. Amma bu reaksiyaların baş vermə şəraiti fərqlidir. Elementlərin təbiətdə yayılması onların miqdarından, qatılığından, ümumi xassələrindən asılıdır. Məsələn, qələvi metalları götürək: litium, natrium, kalium, rubidium və sezium. Buna görə onların ekvivalent miqdar duzlarını-  $\text{LiCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{RbCl}$  və  $\text{CsCl}$  tədqiq etmək lazımdır. Kimyəvi münasibətlərinə görə qələvi metallar bir çox ümumi xassələrə malikdir, onlar birvalentlidir, xloridləri və bir sıra digər duzları asan həll olur, hidratları güclü qələvidir və s. Bütün bunlar qələvi metalları dövri cədvəlin xarakterik qrupunda birləşdirir. Təbiətdə bu elementlər heç vaxt eyni miqdarda olmur, onların suda qatılığı müxtəlifdir, buna səbəb onların klarklarının müxtəlif olmasıdır. Natrium və kaliumda onların miqdarı çoxdur (2,50%), rubidiumun miqdarı bir qədər azdır ( $1,5 \cdot 10^{-2}$ ), litium ( $3,2 \cdot 10^{-3}$ ), seziumun miqdarı daha azdır ( $3,7 \cdot 10^{-4}$ ). Göründüyü kimi təbiətdə qələvi metalların yayılması fərqlidir. Natrium və kaliumun miqdarı sulara üstünlük təşkil edir. Xüsusilə də natrium Dünya okeanının, bir çox dəniz və göllərin metalıdır. Suyun buxarlanması nəticəsində natrium duzları ayrılır. Duzlu Baskunçak gölü və Xəzər dənizində buxarlanma nəticəsində ayrılan xörək duzundan xalq təsərrüfatında geniş istifadə edilir. Cənubi Tacikstanın Xoca Mumın dağı 1 km hündürlüyündə duz laylarından təşkil edilmişdir. Daş duz yataqlarına Donbasda, Azərbaycanda (Naxçıvan Muxtar Respublikası), Orta Asiyada təsadüf edilir. Kalium duzlarının toplanması dəniz çöküntüləri üçün xarakterikdir. Natriuma nisbətən az miqdarda olsa da

Uralda (Solikamsk), Belarusda (Soliqorsk) kalium duzlarının gübrə kimi istifadə edilən qalın layları mövcuddur. Kimyəvi xassələrinə görə seziüm natriuma, xüsusilə də kaliyuma bənzəyir. Amma onun okean sularında miqdarı çox azdır ( $3,7 \cdot 10^{-8} \%$ ). Seziüm suyu qatışmır, ona görə də bu metalın həll olan mineralları (NaCl və ya  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  kimi) məlum deyil. Amma laboratoriyada CsCl və  $\text{Cs}_2\text{SO}_4$  almaq mümkündür. Seziüm duzlarının qalın təbəqələri məlum deyil. Beləliklə, seziüm və natriumun geokimyası kimyəvi xassələrinə nisbətən az oxşardır.

Flüor, xlor, brom və yodun kimyası isə geokimyasına nisbətən daha oxşardır. Bunun səbəbi də klarkların fərqi ilə əlaqədardır. Eyni sözləri kükürd və selen, kalsium və radium, silisium və germanium kimi dövrü cədvəlin yaxın elementlərinə aid etmək olar. Buna görə də klarkların ziddiyyəti təbiətdə elementlərin hərəkətində bir sıra xüsusiyyət yaradır. Klarkların ziddiyyəti təbii suların geokimyasında da bir sıra vacib xüsusiyyəti müəyyən edir. Təbiətdə onlardan biri digərindən məhduddur, onların sudakı miqdarları bütün mümkün reaksiyaları təmin etmir. Bəzi nadir elementlər defisitdir, digərləri çox yayılmışdır [79]. Məsələn, sərbəst oksigen yerin dərin qatlarında məhduddur, burada oksidləşmə reaksiyaları baş vermir. Yeraltı sulara hidrogen sulfid-  $\text{H}_2\text{S}$  və karbon qazı-  $\text{CO}_2$  azdır. Nəticədə təbii sulara nəzəri cəhətdən mümkün reaksiyalar baş vermir. Bu zaman kimyəvi reaksiyaların ləngimə prinsipi meydana çıxır. Təbii sulara tətbiq etdikdə bu prinsip belə səslənir: əgər sulara bütün mümkün reaksiyaların reallaşması üçün reagentlər çatışmırsa, o zaman sulara elə reaksiyalar baş verir ki, onların tərkibində elementlər arasında kimyəvi oxşarlıq maksimum xarakterli olur. Bu reaksiyalar defisit reagentləri özlərinə sərf edərək az istilik effekti yaradır. Reagentlərin çatışmamazlığı bir çox təbii proseslərin laboratoriyaya şəraitindən fərqli xüsusiyyətlərini müəyyən edir.

## 2. Su axıntılarının intensivliyi və elementlərin qatılığı

Bir sıra sulara müəyyən elementlərin qatılığı onların hidrosferdə klarkları ilə müqayisədə xarakterik fərqlilik göstərir. Belə ki, okeanda brom və yodun klarkları  $6,6 \cdot 10^{-3}$  və  $3 \cdot 10^{-6} \%$ , yeraltı yod-bromlu sulara onların miqdarı müvafiq olaraq 0,4 və 0,05%-ə çatır. Bu əvvəlki miqdardan müvafiq olaraq 60 və 1500 dəfə çoxdur. Okean sularında volfram çox az miqdardadır, onun klarkı  $1 \cdot 10^{-5} \%$ , duzlu göllərdə  $0,5 \cdot 10^{-3} \%$ -dir. Bu metalın klarkından 500 dəfə çoxdur. Kalsium, maqnezium, natrium, xlor, kükürd, dəmir, mis, qurğuşun və s. ilə zənginləşmiş sular məlumdur. Hidrosferdə həmçinin "qadağan olunmuş" elementlərin klarkları da mövcud olur. Bütün bu fərqlilik Yer qabığının bir sahəsindən digərinə elementlərin səpələnməsi,

onların qatılığının dəyişməsi ilə izah edilir. Bu elementlərin miqrasiyasının intensivliyi ilə əlaqədardır. Məsələn, çay sularında kationlardan  $\text{Ca}^{2+}$  üstünlük təşkil edir, o enerjili su miqrantı hesab edilir. Bu sularda alüminium çox azdır, miqrasiyası zəifdir. Ancaq bu qayda həmişə ödənilir. Sularda qızıl da çox azdır  $-10^{-10} \%$ .

Əksər sularda mis, sink, molibden, uran və digər metallar kalsium, maqnezium, natriuma nisbətən yüz və min dəfə azdır [80]. Amma bu o demək deyil ki, ağır metallar yüz və min dəfə az miqrasiya edirlər. Deməli, miqrasiyanın intensivliyini yalnız elementlərin sularda miqdarına görə qiymətləndirmək olmaz. Bu yer qabığında elementlərin və onların klarklarının müxtəlif növ paylanması ilə izah edilir. Həqiqətən, litosferin bir sıra elementləri təbii suların ilkin mənbəyi hesab edilir. Əksər sular mikroelementlərlə doymamışlar, dağ süxurlarında bu elementlərin yüksək miqdarı onların suda da miqdarlarının artmasına səbəb olur [81].

K.X.Smitin yaratdığı metodika Yer qabığının üst hissəsində elementlərin su miqrasiyasının ümumi nəzəriyyəsinin işlənməsinə səbəb oldu. Bu məsələ 1959-cu ildə B.B.Polınov tərəfindən tam həll edildi. O, K.X.Smitin metodikasını geokimyəvi aspektdən genişləndirdi və təkmilləşdirdi. B.B.Polınov çay sularının mineral çöküntüsünün orta tərkibini, massiv nümunələrin orta tərkibi ilə müqayisə etdi. Sonra alim süxurların aşınma modelini tərtib etdi. B.B.Polınova görə təbii sularda elementlərin miqrasiya sxemi aşağıdakı qaydada yerləşmişdir (cədvəl 2.1).

Cədvəldən göründüyü kimi, Orta Asiyanın subtropik çölləri və səhralarından söhbət gedirsə, bu ərazilərdə yalnız birinci qrup miqrasiya elementləri- enerji daşıyıcıları üstünlük təşkil edir. Bu elementlərin miqrasiyası torpaqda, yerli sularda, bitki örtüyündə kəskin izini qoyur və bütünlükdə landşaftın cizgilərini yaradır.

Çöl və səhradan fərqli olaraq tayqanın landşaftında buzlu çöküntülər davamlıdır [83]. Bir sıra inert elementlər gilli torpaqların üst hissəsindən torpağa nüfuz edir. Buzlu çöküntülər torpağın üst qatlarına təsir edir. Bu formada gilli minerallar möhkəm və dayanıqlıdır.

Beləliklə, bütün landşaft çox diqqətlə öyrənilməli və geokimyası açılmalıdır. Bu öz növbəsində faydalı qazıntı yataqlarının öyrənilməsində, ətraf mühitin, kənd təsərrüfatının bəzi məsələlərinin həllində də istifadə edilə bilər.

B.B.Polınov ideyalarını əsas tutan digər tədqiqatçılar su miqrasiyası intensivliyini və kimyəvi elementlərin qatılığının əmsallarını qiymətləndirməyi təklif etmişlər. Sularda kimyəvi elementlərin miqrasiya intensivliyi su miqrasiyası əmsalı ( $K_x$ ) ilə ifadə olunur. Bu əmsal suyun mineral



qalığının tərkibinin onun suya qarışan minerala və ya litosferin klarkına olan nisbətində görə müəyyən edilir.

Cədvəl 2.1. Elementlərin miqrasiya sxemi

Elementlərin miqrasiya sırası	Miqrasiya sırasının tərkibi	Miqrasiya dərəcəsinin göstəricisi
Enerji daşıyıcıları	Cl (Br, J), S	$2n \cdot 10$
Yüngül daşıyıcılar	Ca, Mn, Mg, K	$n - n$
Hərəkətli	SiO <sub>2</sub> (silikatlar), P,	$n \cdot 10^{-1}$
Inert (zəif hərəkətli)	Mn	$n \cdot 10^{-2}$
Praktiki hərəkətsiz	Fe, AL, Ti SiO <sub>2</sub> (kvars)	$2n \cdot 10^{-3}$

Elementlərin suda miqdarı adətən onların bir litrdə qramlarla miqdarı, süxurlarda isə faizlərlə miqdarı ilə ifadə olunur. Miqrasiya əmsalının ( $K_x$ ) hesablama formulu aşağıdakı kimidir:

$$K_x = \frac{m_x \cdot 100}{a \cdot n_x}$$

burada  $m_x$  – suda elementin miqdarı, q/l (və ya mq/l),  $n_x$  – konkret dağ süxurlarında, yaxud litosferdəki klarklarda onun kütlə faizi ilə ifadə olunan

miqdarı;  $a$  – suyun mineral qalığı, q/l və ya mq/l,  $\frac{m_x \cdot 100}{a}$  - öyrənilən suyun mineral qalığında x elementinin miqdarıdır.

Klarklarla əməliyyat zamanı, su miqrasiyasının əmsalı-  $K_x$  suyun mineral qalığında elementin qatılığını ifadə edir. Su miqrasiyasının əmsalı əvvəllər əksər hallarda miqrasiya intensivliyinin 100% götürüldüyü xlorun miqrasiyasından asılı olmadan elementlərin miqrasiyasının intensivliyini ifadə edirdi.

Hidrokiyaçı S.L.Şvartsev analizlərin nəticələrindən istifadə edərək hipergenez zona adlanan Yer qabığının yuxarı hissəsinin yeraltı sularındakı elementlərin orta tərkibini hesablamışdır. Cədvəl 2.2-də bir sıra yayılmış və nadir elementlərin miqrasiya əmsalları hesablanmışdır. Şvartsevə görə a-suyun orta mineral qalığı 0,43 q/l olduğu qəbul edilmişdir.

Göründüyü kimi, sularda xlor, brom və yodun miqdarının kəskin fərqi baxmayaraq, onlar yaxın intensivliklə miqrasiya edirlər. Bu həmçinin kalsium, maqnezium, natrium, sink, stronsium, molibden kimi elementlərə də aiddir. Nəticədə, su miqrasiyasının əmsalları yayılmış və nadir elementlərin intensivliyini müqayisə etməyə imkan verir.

Su miqrasiya əmsalından istifadə edilməsi nadir elementlər üçün suyun miqrasiyası modelini təkmilləşdirmiş, nəticələri daha əhəmiyyətli

formada ümumiləşdirməyə imkan vermişdir. S.L.Şvartsev Yer qabığının aşınması və oksigenli suların hipergenez zonası elementlərini aşağıdakı kimi paylaşdırmağı təklif etmişdir (cədvəl 2.3).

Cədvəl 2.3- dən görüldüyü kimi, miqrasiya intensivliyi çox güclü və çox zəif olmaqla suların tərkibini müəyyən edir. Bu zaman dominantlıq kükürd, bor və halogenlərə, aşağı intensivlikli miqrasiya isə alüminium və dəmir istisna olmaqla təbiətdə az rast gələn elementlərə aid olur.

*Dünya okeanı sularında elementlərin qatılığı:* okean sularında  $K_x$  elementlərin miqrasiya əmsalını təyin etmək üçün istifadə edilir.  $K_x$  miqrasiyanın intensivliyini deyil, elementlərin səpələnməsi və qatılığın intensivliyini xarakterizə edir (cədvəl 2.4).

Cədvəl 2.2. Yeraltı sularda elementlərin miqrasiya intensivliyi

Element	Yeraltı sularda elementlərin tərkibi, $m_a, q/l$	Litosferdə elementlərin miqdarı $n_a, \%$	Su miqrasiyası əmsalı, $K_x$
Cl	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	644
Bi	$1,83 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	203
J	$1,61 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	99
Mg	$1,86 \cdot 10^{-2}$	1,87	2,3
Ca	$4,3 \cdot 10^{-2}$	2,96	3,3
Na	$4,55 \cdot 10^{-2}$	2,50	4,2
F	$4,5 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-2}$	1,6
Zn	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$	0,94
Si	$1,85 \cdot 10^{-4}$	$3,4 \cdot 10^{-2}$	1,2
Mo	$2,06 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	4,4
K	$4,59 \cdot 10^{-3}$	2,50	0,43
P	$5,75 \cdot 10^{-5}$	$9,3 \cdot 10^{-2}$	0,14
Mn	$4,94 \cdot 10^{-5}$	0,1	0,11
Ni	$3,31 \cdot 10^{-6}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$	0,13
Cu	$5,58 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-3}$	0,27
Fe	$5,47 \cdot 10^{-4}$	4,65	0,02
Al	$2,79 \cdot 10^{-4}$	8,05	0,008
Ti	$1,04 \cdot 10^{-3}$	0,45	0,005
Cr	$2,90 \cdot 10^{-6}$	$8,3 \cdot 10^{-3}$	0,08
V	$2,06 \cdot 10^{-6}$	$9 \cdot 10^{-3}$	0,05
Zr	$1,30 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	0,017
Th	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	0,07

Cədvəl 2.3. Suda elementlərin miqrasiya sırası

Miqrasiyanın intensivliyi	Su miqrasiyasının əmsalı	Suların tərkibi
Çox güclü	$n \cdot 10 - n \cdot 100$	S, Cl, B, Br, J
Güclü	$n \cdot n \cdot 10$	Ca, Na, Mg, F, Sr, Zn, Mo, Se, Au
Orta	$0, n - n$	Si, K, Mn, P, Ba, Be, Ni, Cu, Li, Co, Cs, As, Tl, Bi
Zəif və çox zəif	$0,0 n$ və daha az	Al, Fe, Ti, Zr, Th və s.

Cədvəl 2.4. Okean sularındakı elementlərin qatılığı

Səpələnmə və qatılığın intensivliyi	Su miqrasiyasının əmsalı	Suların tərkibi
Çox güclü qatılıq	700 – 1000 000	Cl, Br
Güclü qatılıq	20 – 700	S
Orta qatılıq	1 – 20	Na, Mg, J, Br
Zəif səpələnmə	0,05 – 1,0	Co, K, Sr, Li, Ag, Mo
Güclü səpələnmə	0,001 – 0,05	As, Se, Ni, Zn, Cd, Cu, Sn, Ge, Sb, V, F, P, W, Bi
Çox güclü səpələnmə	0,001	Ba, Tl, Mn, Fe, Sc, Cr, Ni, Co, Ga, J, Zr, Nb, La, Ca, Pb, Th, Al, Bi, Be

Cədvəl 2.4-dən göründüyü kimi, su miqrasiyasının intensivliyi suların tərkibində elementlərin miqdarının geniş spektrini əks etdirir. Keçmiş geoloji dövrlərdə yerin dərinliklərinin termal sularından mis, sink,

molibden, qızıl, gümüş və digər metalların filizlərinin çökməsi güman edilir. Bu proseslər uzun illər boyu Ural, Qafqaz, Qazaxıstan, Orta Asiya və digər filizlə zəngin əyalələrdə davam etmişdir.

### 3. Təbii suların geokimyəvi xassələri

Müxtəlif növ təbii suların elementlərinin miqrasiyası və qatılıqlarının analizi göstərir ki, əmələ gələn anionlar xlor, brom, yod, kükürdə malik elementlərlə daha aktiv miqrasiya edir. Bunlardan fərqli olaraq silisium, dəmir, alüminium təbii sularda zəif miqrasiya edir. Okean üçün anionogen elementlərin əsas mənbəyi vulkanizm, çay axıntıları üçün kationogen elementlərin süxurları xarakterikdir [145]. Elementlərin miqrasiya intensivliyi onların qatılığından asılı olaraq dəyişilir. Yer qabığının belə sahələri geokimyəvi baryer ilə xarakterizə edilir. Onlar dəniz, okean, çay vadiləri, yeraltı sular və torpaqlarda formalaşır. Geokimyəvi baryerlərin əmələgəlmə səbəbləri fərqlidir: temperatur və təzyiqin aşağı düşməsi, suların qarışması, sularda miqrasiya edən dağ süxurlarının tərkibinin dəyişməsi və s.-dən asılıdır. Amma bütün bu müxtəlifliklərin geoloji şəraitinin baryeri eynidir. Baryer bir geokimyəvi vəziyyətin digərinə çevrildiyi keçid zonasıdır. Məsələn, torpağın gücü metrərlə, baryeri santimetr və millimetrlərlə ölçülür. Çay sularının duzlu dəniz suları ilə qarışdığı deltalarda geokimyəvi baryerlər əmələ gəlir. Onların uzunluğu yüz metrərlə, bəzən isə kilometrərlə ölçülür. Kimyəvi elementlərin baryerdə toplanması nədən asılıdır? Baryerdə sularda mövcud olan süxur elementləri çökməli, digər tərəfdən həll olan maddənin böyük hissəsini təşkil edən mikroelementlər qalmalıdır. Əgər baryerdə filiz elementləri ilə yanaşı qeyri-filiz elementləri də çökməyə, onlar süxur əmələgəlməyə təsir edir, daha doğrusu, süxur elementlərinin toplanmasına maneçilik törədir. Baryerdə  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$  və s. qeyri-filiz mineralları əmələ gələ bilməz. Hər iki şərt ödənilsə belə sular filiz əmələgətirməyə meyilli olur.

Uran enerjili su miqrantıdır, amma o, nadir elementdir. Litosferdə onun klarkı  $2,5 \cdot 10^{-4} \%$ -dir. Yeraltı sularda uranın miqdarı  $n \cdot 10^{-3}$  q/l-dən yuxarı olmur, bir litr suda milliqramın yüzdə bir hissəsi qədər uran olur. Bu kalsium, maqnezium, natrium, kükürd və digər makroelementlərə nisbətən min dəfə azdır. Belə sularda 90 % uran çökmür ki, bu da uran filizlərinin əmələgəlməsinə səbəb olur [83]. Bu halda süxur saxlayan məhlullarda əsas faktor geokimyəvi baryer hesab edilir. Metallarla daha zəngin sularda süxur əmələgəlmə tez və enerjili baş verməlidir. Bu zaman metalların sularda toplanması da əsas baryer hesab edilir. Süxur əmələgəlmənin digər faktoru prosesin davamlılığıdır. Əgər elementlərin süxurda tərkibi klarkların qatılığı

ilə (KQ) ifadə olunarsa, bu halda tənlik  $\ln KQ = P_a \cdot t$  şəklinə düşər. Burada  $P_a$ -elementlərin su miqrasiyasının intensivliyi, t-süxur əmələgəlmə müddətidir. Vaxt faktorunu süxur əmələgəlmənin müddəti bir sıra süxur yataqlarının əmələgəlməsi zamanı həlledici rol oynayır [84].

*Suların ümumi minerallaşması.* Sularda həll olan maddələrin miqdarı geniş intervalda dəyişilir. Onların miqdarı dəniz sularında 3,5%, çay sularında 0,005%, yeraltı şor sularda 50%-dən çoxdur. Həll olan maddənin miqdarı suyun içmək üçün istifadə imkanından və duzların həll olmasından asılıdır. Bununla əlaqədar olaraq yeraltı sular ( duzlu, şor , yararsız sular) elmi arenaya A.M.Ovçinnikov tərəfindən təklif edilmişdir:

Ümumi minerallaşma, q/l	Suların adlanması
< 0,2	ultra şirin
0,2 – 0,5	şirin
0,5 – 1,0	nisbətən yüksək minerallaşmış
1,0 – 3,0	az duzlu
3,0 – 10,0	duzlu
10,0 – 35,0	yüksək duzlu
35,0 – 50,0	şorluğa keçən sular
50,0 – 400,0	tam şor sular (şorabalar)

Hidrosferdə Dünya okeanına aid olan duzlu sular üstünlük təşkil edir. Yeraltı sularda şirin və ultraşirin (buzlaqlar, çaylar, rütubətli iqlimə malik göllər, bulaqlar) sular üstünlük təşkil edir. A.M. Ovçinnikova görə yaxşı içməli suyun 1 litrində 0,5q- dan çox duz olmamalıdır. 1 q/l, bəzi ərazilərdə 3 q/l minerallığa malik sular içmək üçün yararlı hesab edilir. Hidrogeologiyada ultraşirin suların yuxarı sərhədi 0,1 q/l qəbul edilir. Belə sili katlı süxurlarla zəngin sulara rütubətli iqlimə malik ərazilərdə rast gəlinir. Onlar böyük həlletmə qabiliyyətinə malikdir, orqanizmdə kalsiumu qələviləşdirirlər. Uzun müddət insanlar çox şirin və az duzlu sulara uyğunlaşmışlar. Suyun tərkibinin dəyişməsi adətən müxtəlif çətinliklər yaradır. Məsələn, çöl və vadilərdə minerallaşmış sulara öyrənmiş insanlar çox şirin sulu şimal ərazilərinə köç etdikdə suyun dəyişməsindən şikayət edir, orqanizm bu sulara öyrənə bilmir, çoxlu maye qəbul etməyə meyilli olurlar. 1-3 q/l minerallığa malik az duzlu sular insanların içməsi üçün, 3-10 q/l- dən yuxarı sular yalnız ev heyvanları, qoyun, dəvə, atlar üçün yararlıdır.

Duzlu məhlulların (suların) tədqiqatçısı, geokimyəçi E.B.Pinneker bu suları zəif (36-150 q/l), qüvvətli (50-320), çox qüvvətli (320-500), ifrat doymuş (>500 q/l) sular adlandırmışdır [85]. Suların növlərinin ən dəqiq təsnifatı N.İ.Tolstixin tərəfindən işlənmişdir. Təsnifata görə “ifrat şirin sular” 0,01q/l minerallığa malikdir. Bu sulara buzlar, mərkəzi Antraktidanın buz və qarları aid edilir. “Çox şirin sular” 0,01-0,03q/l rütubətli iqlimə

malik ərazilərin atmosfer yağıntıları hesab edilir. Bu təsnifata görə şorabalar yeddi növə, çox zəifdən ifrat şor məhlullara ayrılır. Ümumi minerallaşmaya görə suların ayrılması onların əsas xüsusiyyətlərini, praktik nisbətlərini ifadə etməyə imkan vermir. Bu səbəbdən sulara minerallaşmanın tərkibinə, ilk növbədə ionlara diqqət yetirmək lazımdır.

*İonlar.* Kimyəvi elementlərin sulara miqdarından danışanda, onlarda nə qədər, məsələn, natrium, dəmir, mis və s. olduğunu nəzərə almaq lazımdır. Bu geokimyada qəbul edilən qanunauyğunluğun nəticəsidir, belə ki, təbii sulara sərbəst şəkildə elementlər yox dərəcəsindədir. Ancaq inert qazlar-helium, neon, arqon, kripton, ksenon, radon, bir qədər oksigen və azot sulara sərbəst halda mövcud olur. Ona görə də geokimyanın əsas məsələlərindən biri sulara kimyəvi elementlərin yerləşmə xüsusiyyətlərinin öyrənilməsidir. Bura həm sərbəst, həm də ion forma daxil edilir.

Məhlulların ion nəzəriyyəsi məşhur İsveç kimyaçısı Svante Arrhenius tərəfindən verilmişdir [86]. 1884-cü ildə o, çox əhəmiyyətli nəticəyə gəlmişdir: “Bir çox maddələr suda həll olaraq elektrik yüklü ionlar daşıyan hissəciklərə bölünürlər”. Məhz bununla Arrhenius məhlulların elektrik keçiriciliyini və digər xassələrini izah etmişdir. Əmələgələn kation və anionlar həm əsas maddələrdən, həm də elektrik yükü daşımayan elementlərdən kəskin fərqlənir. Xörək duzunun (NaCl) suda dissosiasiya məhsulları:  $\text{Na}^+$  kationları və  $\text{Cl}^-$  anionları xassələrinə görə nə ilkin maddə xörək duzuna, nə də metallik natrium və xlor qazına oxşardır. Bunun əsasında S.Arrhenius 1887-ci ildə elektrolitik dissosiasiya nəzəriyyəsini yaratdı. Bu yenilik-elektrolitik dissosiasiya nəzəriyyəsi yalnız fiziki-kimyanın əsasını qoymadı, həmçinin analitik kimyada əsaslı inqilab yaratdı, fizika, biologiya, Yer haqqında elmlər, kimyanın digər bölmələrində də əsaslı dəyişikliyə imza atdı. Belə ki, “məhlullar üzvi və qeyri-üzvi təbiətdə həlledici rol oynayır” deyən S.Arrhenius göstərdi ki, elektrolitik dissosiasiya nəzəriyyəsi fiziologiya, hidrologiya, geokimyanın çətin suallarını aydınlaşdırmaqla bərabər, bu sahələrdə gələcək nailiyyətlərin başlanğıcı oldu. Böyük alimin proqnozu geokimyanın ion konsepsiyasının uğurlu nəticələrini ərsəyə gətirdi. XIX əsrin sonlarında mineralların kristallik qəfəslərinin küncələrində sərbəst atomların yerləşməsi güman edildiyi halda, artıq XX əsrin əvvəllərində rentgen analizinin nəticələri göstərdi ki, əksər mineralların qəfəslərinin küncələrində ionlar yerləşir. S.Arrheniusun işlərindən sonra məlum oldu ki, ionlar hətta maqmalar üçün də xarakterikdir.

Geokimyada ion konsepsiyasının banisi norveç alimi V.M.Holdşmit olmuşdur. A.E.Fersman onu “XX əsrin mineralogiyası və geokimyasının hökmdarı” adlandırmışdır [87]. A.E.Fersman Danimarkada elmi konfransda olarkən dəniz sahilində V.M. Holdşmitlə görüşündə demişdir: “Mənim üçün

burada əsas problem sahilin bərk əhəngi, dəniz və hava-üç komponent, iki faza, Hibbsin tarazlıq qanununa çıxışıdır, bu bizim qarşımızda sadəcə daş, su və qaz deyil, bütün təbiəti idarə edən minlərlə müxtəlif yüklü elektrik hissəcikləridir. Bizim üçün təbiətin sirri atom və ionların birləşməsi qanunlarındadır, onlar bizi, həmçinin bizi təşkil və əhatə edən maddə və enerjinin qarşılıqlı təsiri ilə bütün dünyanı idarə edir.

20-ci illərin əvvəllərində V.M.Holdşmit geokimyada özünün böyük kəşfini yaratdı. O, geokimyaya yeni parametr -atom və ionların ölçülərini gətirdi. Əvvəllər də alimlər atom və ionların fiziki ölçüləri olduğuna şübhə etmirdilər, onlar bununla yer qabığında baş verən proseslərin mənasını aydınlaşdırmağa cəhd edirdilər. Uzun müddətli tədqiqatlarının nəticəsində 1926-cı ildə V.M.Holdşmit əksər sadə ionların ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{O}^{2-}$  və s.) ölçülərini hesabladı və göstərdi ki, kimyəvi elementlərin mineralların kristallik qəfəslərində yerləşməsinin həlledici əhəmiyyətini onların kimyəvi xassələri deyil, məhz atom və ionların ölçüləri müəyyən edir. Bu yeni kristallokimyəvi baxışlarına görə V.M.Holdşmit bir çox minerallarda elementlərin yerləşməsi qanunauyğunluğuna aydınlıq gətirdi. İon radiuslarının yaxınlığına görə niobium və tantal, barium və kalium, sirkonium və natrium, rubidium və tallium və bir çox başqa elementlərin minerallarda assosiasiyasını aydınlaşdırdı. O, ion radiuslarının qiymətlərinə əsasən dağ süxurları və filizlərdə elementlərin birgə yerləşməsi mümkünlüyünü izah etdi. V.M.Holdşmitin ideyalarının əhəmiyyəti geokimyanın gələcək inkişafını müəyyən etdi.

İon konsepsiyasına A.E.Fersman da böyük töhfə vermişdir. İonların xassələrinə görə alim yer qabığında elementlərin miqrasiyasının fiziki-kimyəvi nəzəriyyəsini yaratmışdır. Öz elmi əsərlərində o, ionların radiusları və onların valentliyini vahid geoenergetik nəzəriyyədə birləşdirmiş, amma təəssüf ki, bu təlimi sonacan başa çatdırı bilməmişdir.

Alim radiusların ölçüləri (R) və yükü (W—ionların valentliyi) ilə müəyyən edilən ionların energetik xarakteristikası haqqında geniş məlumat vermişdir. O, anion və aşağı valentli kationlar üçün eko (energetik əmsal) adlanan sadə funksiya təklif etmişdir:

$$E_k = \frac{W^2}{2R}$$

Kationlar üçün formul bir qədər mürəkkəb xarakter alır:

$$E_k = \frac{W^2}{2R} 0,75(R + 0,20)$$

A.E.Fersman əksər ionlar üçün energetik əmsalı hesablamışdır. Bu əmsallar bəzi səbəblərdən dəqiq fiziki əhəmiyyətə malik deyil. Ayrı-ayrı

hallar üçün onlar vacib geokimyəvi xüsusiyyətlərə malikdir, belə ki, burada iki əsas parametr - valentlik və radius birləşdirilir.

“Elementlərin miqrasiyasının əsas istiqaməti qatılıqdan başlayıb səpələnməyədək davam edir, bu bütövlükdə energetik əmsalın qiyməti ilə əlaqədardır - A.E.Fersman yazırdı. Alim elementlərin səpələnməsinin aşağı energetik əmsal yaratdığını iddia edir və səpələnmiş elementlərin əsas oblastını göstərirdi. Bunlar duzlu hövzə və okeanların şorabaları - J, Cs, Rb, Br, peqmatit sular- Li, B, Cs, filiz damarlarının qalıq suları - Tl, İn , Hg, Au və digər bu qəbildən olan sulardır.

Çox yüksək energetik əmsallara malik olan elementlər səpələnməyə meyilli olmaqla bərabər oksigenli mühitdə aşağı ekoya malik iri kompleks anionlar və ya qapalı uçucu molekullar ( $\text{ReO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ) əmələ gətirirlər.

A.E.Fersmana görə elementlər kiçik, orta və yüksək eko ilə xarakterizə olunur. Bu elementlər əsasən 2, 3 və bəzi hallarda 4 valentli olur. Alim  $W=4$ -Ti, Zn, Hf, Ni, Mn;  $W=3$ -Al, V, Cr,  $\text{F}^{3+}$ ;  $W=2$ -O, S, Mg, Ca,  $\text{Fe}^{2+}$ , Co, Ni, Mn- bu elementlərinin energetik əmsallarının qiymətlərini müəyyən etmişdir.

Şübhə yoxdur ki, bir sıra təbii proseslər A.E. Fersmanın geoenergetik nəzəriyyəsi ilə öyrənilə bilər. Amma ionların radiusları kimi bütün ekolar Yer qabığında elementlərin miqrasiya xüsusiyyətlərini tam aydınlaşdırma bilmir. Ona görə də müasir geokimyada A.E.Fersmanın bu nəzəriyyəsinə düzəlişlər edilmişdir. Bununla belə elementlərin qatılıqlarına və səpələnməsinə energetik yanaşma əvvəlki kimi çox böyük metodoloji maraq doğurur.

Məlumdur ki, məhlul və ərintilərdən elementlərin ayrılması yalnız ionların energetik xarakteristikası ilə deyil, həm də onların qatılıqları ilə əlaqədardır. Yer qabığının bir çox sistemlərində elementlər qeyri-ion formada miqrasiya edirlər. Misal üçün, aşınma zamanı kristallik qəfəslərdən elementlərin suya keçməsi A.E.Fersmana görə ekonun aşağıdakı qanunauyğunluğuna əsasən baş verməlidir: Na (0,45), K (0,36), Ca (1,75), Mg (2,10). Göründüyü kimi A.E.Fersman K və Na- un yerlərini dəyişdirmişdir ki, bu da özlüyündə energetik qanunauyğunluğu pozmuş olur. Natrium kaliyuma nisbətən suya asan keçir, bu halda kaliumun ekosu natriumdan azdır. B.B.Polinov göstərdi ki, kalsium kaliyuma nisbətən daha güclü miqrasiya edir. Bu uyğunsuzluq hipergenez zonasında bioloji və kolloid proseslərinin böyük rolu ilə izah edilir. Bütün bunlar A.E.Fersmana məlum idi. O, dəfələrlə qeyd etmişdir: “Şübhəsiz, bu araşdırmada çox şeylər tam aydınlaşdırılmayıb, bir sıra problemlər köklü dəyişikliklər və inkişaf tələb edir. Lakin hər bir yeni yolun dialektikası belədir, hər bir problemin araşdırılması



oxşar mərhələdən keçir. Hər bir yeni yol kimi, o da müəyyən müddətdən sonra köhnəlir. Araşdırmaların əhəmiyyəti ondadır ki, bu yol keçilməz meşədə yeni cığır açmaq üçün meşənin bir hissəsini qırmağa və bununla arxadan gələnləri yeni yolla yürüməyə məcbur edir. Mənə elə gəlir ki, təbii proseslərin energetikası ideyası geokimyada qəfəslərin effektiv radiusları ilə fəza quruluşlarının əlaqəsinə əsaslanır”.

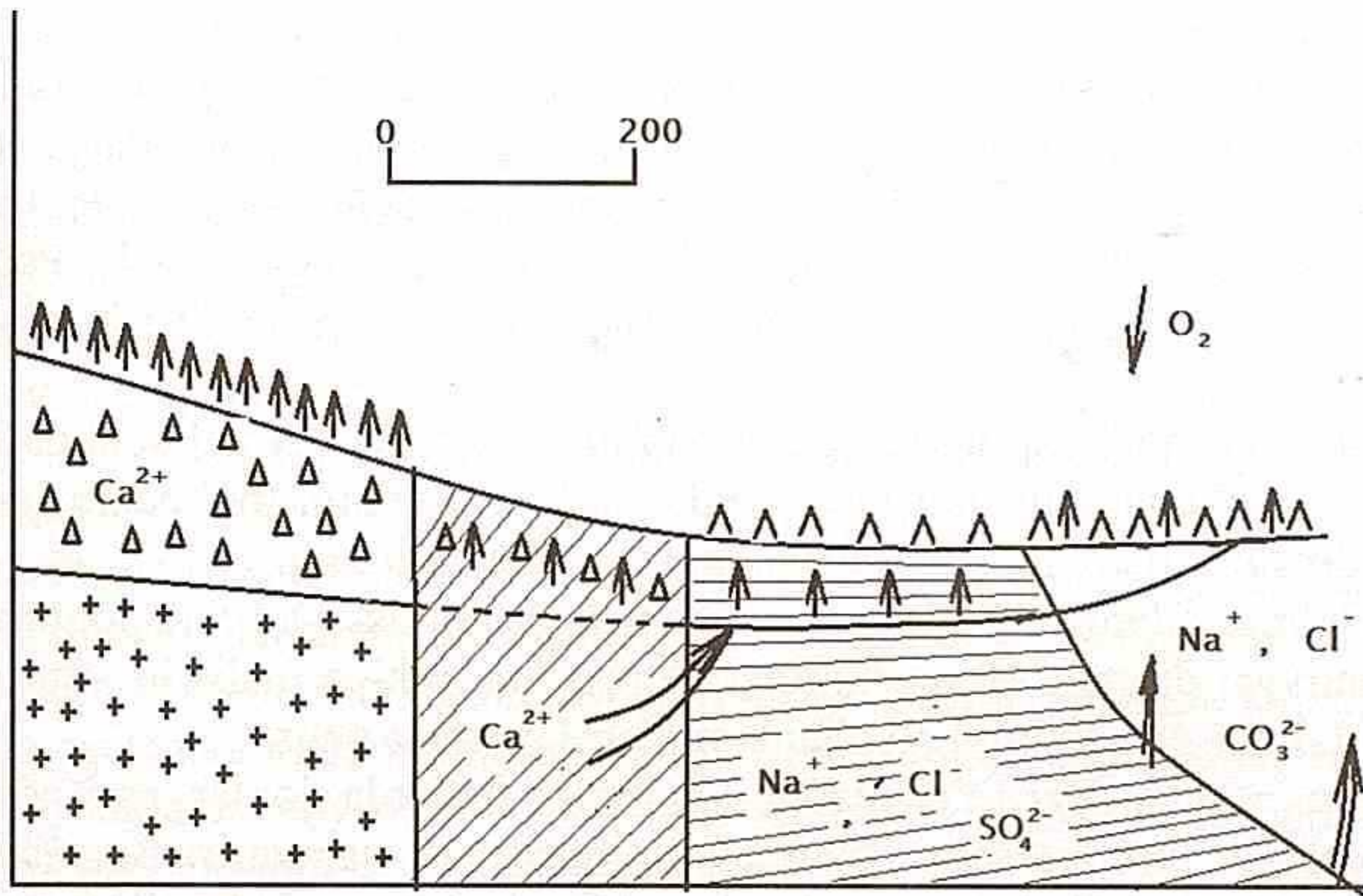
A.E. Fersman belə mühüm nəticəyə gəlmişdir ki, qəfəslərin və ayrı-ayrı ionların enerjiləri istər ümumi kimyanın, istərsə də geokimyanın ən vacib parametrlərindən birini təşkil edir. Bu nəticə bu gün də öz aktuallığını qoruyub saxlamaqla inkişaf etdirilir.

A.E.Fersmanın bu klassik tədqiqatlarından bir əsrdən çox vaxt ötmüş, yer qabığında ionların öyrənilməsi artıq çox irəliyə getmişdir. Bu sahə yeni yanaşmalar, müasir atom fizikasının nailiyyətləri ilə zənginləşmişdir. Əsas məsələ ionların müxtəlifliyi, yer qabığında müxtəlif geoloji şəraitlərdə onların davranışı klassik nəzəriyyəyə əsaslanaraq tam öyrənilmişdir. Onlara istinad edən ingilis alimi U.Breq, sovet alimi N.B.Belov və başqaları müəyyən etmişlər ki, sehirlə harmoniya ilə birləşən ionlar gözəllik yarışına girən və hər biri qalib olmağa qadir müxtəlif əsrarəngiz ion kristallarını əmələ gətirir.

*Sularda aparıcı və nadir ionlar.* Bütün kimyəvi elementlər ion formada miqrasiya edir, belə ki, bir elementin müxtəlif valentli ionları sularda tamamilə fərqli xüsusiyyətlərə malik olur. Məsələn, ikivalentli dəmir ( $\text{Fe}^{2+}$ ) geokimyəvi cəhətdən qələvi torpaq metallarına, üçvalentli dəmir ( $\text{Fe}^{3+}$ ) isə alüminiuma oxşardır. Bu səbəbdən elementin valent halı nə qədər yüksəkdirsə, onun suda miqrasiyası da o qədər müxtəlifdir. Belə ki, xlor praktiki olaraq yalnız  $\text{Cl}^-$  ionu əmələ gətirir, onun miqrasiyası da eynidir. Kükürd  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  və digər ionlar əmələ gətirir, onun miqrasiyası da ionları kimi müxtəlif və rəngarəngdir.

Suyun əsas geokimyəvi xüsusiyyəti onda üstünlük təşkil edən ionlardan asılıdır. Belə aparıcı ionları yüksək klarklı elementlər: O, Ca, Mg, Na, K, Cl, S və s. əmələ gətirir. Nadir elementlər aşağı klarklara görə sularda cüzi  $n \cdot 10^{-3}$  q/l- dən az miqdar təşkil edir. Bu onların ionlarının suyun geokimyəvi xassələrinə təsirini aradan qaldırır. Yer səthində və yer qabığının yuxarı hissəsindəki sularda ən çox altı ion, üç kation ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ) və üç anion ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) yayılmışdır (şəkil 2.1).

Bir çox sularda hidrogen ( $\text{H}^+$ ) ionları və hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) ionları üstünlük təşkil edir. Sonrakı vacib aparıcı rolunu karbonat ionları ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) oynayır, daha sonra hidrosulfid ionları ( $\text{HS}^-$ ) və sulfid ionları ( $\text{S}^{2-}$ ) ardıcılığı qoruyur. Hidrotermlərdə digər ionların rolu artır, məsələn, flüor ionlarını ( $\text{F}^-$ ) buna misal göstərmək olar. Bəzən ionların növlərinə görə mineralın formulu haqqında mühakimə yürütmək mümkündür.



Şəkil 2.1. Yeraltı sulara kimyəvi elementlərin hərəkəti

Məsələn, xörək duzu misalında ( $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ). Amma əksər hallarda məsələyə baxış xeyli çətin olur, nəticələr daha mürəkkəb hesablamalara söykənir. Bu halda köməyə kimyəvi termodinamika gəlir, bu yolla məhlullarda elementlərin yerləşmə formalarını hesablamaq mümkün olur. Bu zaman onların qatılığını, suyun xassələrini, kimyəvi birləşmələrin dissosiasiya sabitlərini bilmək lazım gəlir. Son illər elektron hesablama maşınları (EHM) hesablamaları xeyli asanlaşdırmış və sadələşdirmişdir. Nəticədə sular üçün xarakterik olan əsas ionlar müəyyən edilmişdir. Eyni element onun qatılığından, suyun temperaturundan, digər ionların qatılığından, suyun qaz tərkibindən və digər faktorlardan asılı olaraq, müxtəlif ionlar əmələ gətirir. Termodinamik hesablamalara əsasən hidrotermalmin öyrənilməsi zamanı N.P.Yermakov tərəfindən işlənmiş üsullar, xüsusilə də minerallarda maye-qaz analizi böyük əhəmiyyət daşıyır. Bir çox hidrotermal minerallar mikroçuxışlara, daha doğrusu mineral ucluqlar adlanan qaz və maye köpüklərə malikdir. Onların ölçüləri mikron və ya on mikronlarla hesablanır. 1 q mineralda milyon belə çuxış aşkar edilmişdir. Qızdırıldıqda köpüklərin maddəsi eynicinsli olur, qaz və mineral ucluqlar mayədə həll olur. N.P.Yermakov bu haqda yazırdı: “Sanki bir möcüzə kimi mikroskop altında yüz milyon illər öncə qablaşdırılmış köpüklər aləmindən mineral ucluqların doğulması, böyüməsi və həll olmasını seyr edir, nağıllar dünyasına düşürsən” [88]. Mineralların element tərkibini təyin etmək üçün mikrospektral və

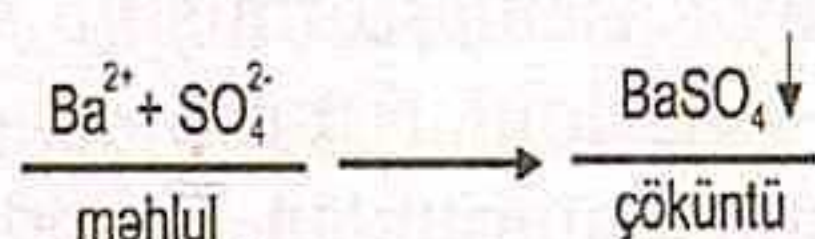
digər növ analizlərdən istifadə edilir. Əvvəlki on illərdə öyrənilən qaz-maye çıxışlarının geniş tədqiqi yeni elmi istiqamət olan termobarogeokimyayı formalaşdırdı. Qaz-maye çıxışların analizi, hidrotermal mineralların tərkibinin öyrənilməsi, termodinamik hesablamalar hidrotermal məhlulların çox böyük ion müxtəlifliyini təsdiq edir. Məsələn, mis üçün  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{CuHSO}_4^+$ ,  $[\text{Cu}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$ ,  $\text{CuOH}^+$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_3^-$ ,  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{CuCl}^+$ ; qurğuşun üçün  $\text{PbCl}^+$ ,  $\text{PbF}^+$ ,  $\text{PbOH}^+$ ,  $[\text{Pb}(\text{OH})_3]^-$ ,  $\text{PbHS}^+$ ,  $[\text{Pb}(\text{HS})_3]^-$ ,  $[\text{Pb}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{4-}$ ,  $[\text{Pb}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$  və s. məlumdur.

Sularda molibden ionları da müxtəliflik göstərir. Termal sularda bu metal oksid molibdat, silisium molibdenli, molibden-uranlı, molibdatlı, molibdat hidrosulfidli və digər kompleks ionlar əmələ gətirir.

Hidrotermlərdə zəruri və vacib ionlar içərisində ( $\text{Cl}^-$ ) xlor ionu böyük əhəmiyyət daşıyır. Əksər hidrotermlər xlorlu tərkibə malikdir. Bu ion əksər metallarla  $\text{MeCl}$  tipli həll olan komplekslər əmələ gətirir.

*İon reaksiyaları.* Yer qabığında əksər hallarda ionlar arasındakı reaksiyaların getməsinə səbəb olan suların qarışması baş verir. Bu əsasən çayların mənsəblərində həyata keçir, şirin sular dənizin şor suları ilə qarışır. Belə sular arasındakı kontakt elementlərin qarışdığı geokimyəvi baryeri əks etdirir [89]. İon reaksiyaları suyun temperatur, təzyiq və digər parametrlərinin dəyişməsi zamanı da mümkün olur. Nəticədə sulardan müxtəlif minerallar çökür.

Laboratoriya şəraitində klassik reaksiya olan barium sulfatın çökmə reaksiyası məlumdur: Barium xlorid ( $\text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ ) məhlulunun üzərinə natrium sulfat ( $2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ) məhlulu əlavə etdikdə həll olmayan barium sulfat çöküntüsü əmələ gəlir:



Analoji reaksiya təbiətdə də baş verir. Bir sıra ərazilərdə dərin artesian hövzələrinin suları ( $\text{Na}^+$ ) və ( $\text{Cl}^-$ ) ionları saxlayan xlorlu şor məhlula malik olur. Bu hövzələrin sularında həmçinin qələvi torpaq metalları ( $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) da mövcuddur [90]. Artesian hövzələrinin qanadlarında, həm də çat zonalarında bu dərinliklərdəki şor sular yuxarı struktur qatlarına qalxır, burada karbonat və sulfatlı yeraltı sularla qarışır. Nəticədə ion reaksiyaları baş verir, sulardan qələvi torpaq metallarının sulfat və karbonatları çökür.

Ən çox üstünlük təşkil edən  $\text{HCO}_3^-$ , ən az təsadüf edilən  $\text{SO}_4^{2-}$ , kationlardan isə  $\text{Ca}^{2+}$ -dur. Az duzlu, orta duzlu və şorabalar üçün anionlar arasında xarakterik olan  $\text{Cl}^-$ , cüzi miqdarda  $\text{SO}_4^{2-}$ , kationlardan ən çox  $\text{Na}^+$ , bir qədər az təsadüf edilən  $\text{Mg}^{2+}$  və  $\text{Ca}^{2+}$ -dur [91]. İon tərkibinə görə ayrılan

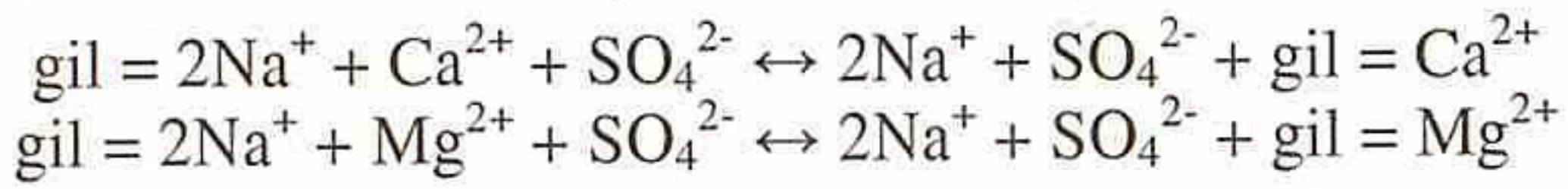
suların növləri içməli və texniki su təchizatlarında, müxtəlif növ xammal və digər mənbələrdə nəzərə alınır.

*İon mübadiləsi.* Sulardan ionlar dağ süxurları və torpaqla udulurlar. Bu zaman torpaq və süxurlardan suya digər ionlar da daxil olur. İon mübadiləsini ilk dəfə ingilis alimləri Q.Tompson, D.Spens və D.Uey torpaqda müşahidə etmiş və sistematik araşdırmalarla ion dəyişmə effektini təcrübədə təsdiq etmişlər. Bu hadisə, torpağın, mineralların və süxurların uduculuq qabiliyyəti hələ antik dövrdən məlum idi. XIX əsrin ortalarında onu ilk qələmə alan ingilis alimi Q.Tompson olmuş, təcrübələrin ilkin nəticələri "Torpağın adsorbsiya gücü haqqında" onun 1850-ci ildə dərc olunan məqaləsində ətraflı izah edilmişdir. Gil və az süxurlu torpaqlar həll olan duzların tərkibinə daxil olmayan bir sıra kationlara malikdir. Bu zaman duzların kationlarının bir hissəsi bərk fazada udulur, beləliklə torpaqla məhlul arasında kationların mübadiləsi baş verir. Məhlullarda anionların miqdarı əksər hallarda dəyişilmir. Məhlulun kationları ilə dəyişmə qabiliyyətinə malik bərk fazanın kationlarını bu sahənin mütəxəssisləri sonradan dəyişilən kationlar, dəyişmə reaksiyalarına malik torpaq və süxurların bir hissəsini isə udulan kompleks adlandırmışlar.

Müəyyən edilmişdir ki, dəyişilən kationların ümumi miqdarı (udulma tutumu) 1%-dən yuxarı qalxmır. Məhlullardan kationların udulma qabiliyyəti kolloid fraksiyasının 0,0002 mm diametrindən kiçik hissəciklərinə şamil edilir. Ayrı-ayrı kolloid hissəciklərinin səthi cüzidir, lakin 1 qram kolloid fraksiya üçün hesablanmış yekun səth min və milyon dəfə sadə, gözlə görünən hissəciklərdən çoxdur. Məsələn, müxtəlif gillərin 1 qramı üçün səthin qiyməti 10-100 m<sup>2</sup> arasında dəyişir. Bununla əlaqədar olaraq ionların sorbsiyasında əmələ gələn kolloidlərin səthi enerjisi xeyli yüksək olur. Bu hadisə elektrokimyəvi təbiətə malikdir və kolloidlərin elektrik yükündən asılıdır: əgər onlar mənfə yüklənirsə o zaman müvafiq olaraq anionlar udulur.

Gilli minerallar, humus, manqanın bəzi birləşmələri və bir çox digər təbii kolloidlər mənfə yüklənmişlər və sulardan kationları udurlar. Görünür ki, qələvi və qələvi torpaq metalları, həm də ağır metallar sorbsiya olunurlar. Məsələn, torpaqdan və çöküntü süxurlarından adətən qara kütlə, manqanın hidrokksidlərinin ovuntuları, nikel, kobalt, mis, sink, civə, qızıl, barium və başqa metallara malik qarışıqlara rast gəlinir. Müsbət yüklü kolloidlər, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, VO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, J<sup>-</sup> və digər anionları udmağa qabil kolloidlər az paylanmışlar. Onlara hidroturş alüminium və digər metallar aiddir. Qatılıqları doymadan uzaq olan kolloidlər belə ionları tutur. Ona görə də ionların udulması adətən doymamış məhlullarda baş verir. Bir çox nadir elementlər doymuş məhlullar əmələ gətirmir, onlar üçün ion sorbsiyası bərk fazaya

keçidin əsas yoludur. İon mübadiləsi suların təbiətinin dəyişməsinə səbəb olur. Əgər sulfatlı-kalsiumlu (və ya maqneziumlu) yeraltı sulara dəniz mənşəli gilli süxurlar miqrasiya edirsə, o zaman reaksiya aşağıdakı qaydada gedir:



gil = Ca<sup>2+</sup> simvolu - kalsium saxlayan gili ifadə edir. Kationların mübadiləsi belə baş verir, (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) anionlarının miqdarı isə dəyişmir. Tədricən mübadilə edilən natrium gildən məhlula keçir, kalsium sulfatlı sular, natrium sulfatlı sulara çevrilir, dəniz mənşəli (maqneziumlu) natriumlu kompleks isə kalsium-natriumlu tipik kontinental sulara keçir. Tərsinə reaksiyalar da mümkündür. Sulfatlı-natriumlu sular dağ süxurları arasında miqrasiya edərək kalsiuma doyur, natriumu kalsium süxurları ilə əvəz edir. Beləliklə, udulan kompleks, kationların (bəzən isə anionların) potensial mənbəyinə çevrilir və ion dəyişmə prosesində məhlula keçir. Buna görə də dəyişilmiş kation və anionlar bərk maddənin tərkibində olsalar da, dəyişməyən ionlara nisbətən kifayət qədər böyük miqrasiya qabiliyyətinə malikdirlər. Başqa sözlə desək, torpaq və süxurların gilli fraksiyası iki kateqoriya ionları saxlayır, biri məhlula asan keçir və reaksiyada iştirak edir. Bunlar dəyişilən kation və anionlardır. Digərləri kristallik qəfəsin küncələrinə möhkəm bərkiyir və uzun aşınma prosesi gedişində mineralların parçalanması nəticəsində məhlula keçə bilər.

Termal sulara da ion mübadiləsi baş verir. Hələ XIX əsrdə amalt-sim, şabazit, hormotom, heylandit, natrolit və tipik hidrotermal minerallar olan digər seolitlərdə də oxşar xassələr müəyyən edilmişdir. Onların kristal qəfəslərində Si<sup>4+</sup> kationlarının bir hissəsi Al<sup>3+</sup>-la əvəz edilmiş, çatışmayan müsbət yük qələvi və qələvi-torpaq metallarının kationları ilə kompensə olunmuşdur, bunlar isə qəfəsdə ciddi müəyyən edilmiş vəziyyətdə yerləşməyərək dəyişməyə qabildirlər. Hidrotermal şəraitdə çöl şpatları, slyuid, maqmatik alümosilikatlar kimi minerallar da ion mübadiləsinə məruz qalır. T=400-500°C-də aparılan təcrübələr göstərir ki, Na<sup>+</sup> ionları K<sup>+</sup> ionlarını sanidində (çöl şpatı) və nefelində qarşılıqlı surətdə əvəz edə bilər. Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>, Rb<sup>+</sup>, Cs<sup>+</sup> -in ion mübadiləsi digər alümosilikatlarla da öyrənilmişdir. İon mübadilə reaksiyalarının həyata keçməsi üçün aktiv mübadilə mərkəzləri lazımdır. Hidrotermal şəraitdə aşağı valentli kiçik ekoya malik kationlar (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> və s.) dəyişilə bilər. Halogenezdə olduğu kimi, bu qanunauyğunluq, ehtimal ki, geoenergetikanın qanunları ilə əlaqədardır. Apatitlər, slyuidlər və gilli minerallar isə anionlarını dəyişə bilər.

Suyun sorbentlərlə qarşılıqlı təsirində sorbsiya ilə müşayiət olunan geokimyəvi baryerlər yaranır. Onlarda elementlərin qatılığı yalnız ionların mübadiləsi nəticəsində deyil, həm də bütöv molekulun udulması, fiziki adsorbsiya nəticəsində baş verir.

Torpağın məhsuldarlığı və suyun filtrasiyası ion dəyişməsindən və dəyişilən kationların tərkibindən çox asılıdır. Bu prosesləri filiz yataqlarının axtarışında da nəzərə almaq lazımdır. Məlumdur ki, qrunt, səth və cat sularının təsirindən filizin kütləsi tədricən dağılır, sadə və kompleks ionlar əmələ gətirən filiz elementləri yeraltı sulara keçir. Belə suların filtrasiyası zamanı gil və digər şişmiş hissəciklər səpələnmiş yataqların areallarını yaradır. Areallarda elementlərin qatılığı filiz metallarının formalaşması ilə müşahidə olunmur. Məsələn, mis, qurğuşun, sink, molibdenin mineralsız formaları mövcuddur. Uralda, Altayda, Daşkəsəndə və digər filizli ərazilərdə onlarla metr dərinliklərdə metalların səthi arealları tapılmışdır. Belə arealların əmələgəlmə mexanizmi kifayət qədər aydın deyil, amma burada sorbsiya prosesinin getdiyi aydındır. Bu halda ehtimal olunur ki, sorbsiya prosesləri çox növlüdür, iondəyişmə ilə bərabər onun digər növləri də arealların əmələ gəlməsində iştirak edir. İstisna deyil ki, ilk mərhələdə ionların mübadiləsi baş verir, sonrakı mərhələdə dəyişilən kationlar torpaqda möhkəmlənir və dəyişməz qalır. Belə arealların əmələ gəlməsi filizlərin geokimyəvi axtarış metodları: sorbsiya-duz, torpağın geokimyəvi işlənməsi və s. ilə izah edilir. Mineralların iondəyişmə xassələrindən sənayedə də geniş istifadə edilir. Seolit və digər minerallar yaxşı molekulyar şəbəkə təşkil edir: onlar axıntı sularını təmizləyir, benzin və digər üzvi məhlulları fraksiyalara ayırır, suyu yumşaldır və s.

*İonların tərkibinə görə suların növləri.* Təbii sular elektrik cəhətdən neytraldır, buna görə kationların miqdarı anionların miqdarına bərabərdir. Suların ion tərkibi və ümumi minerallaşması arasında adətən mütənəsiblik müşahidə edilir. Belə ki, şirin sularda anionlardan  $\text{HCO}_3^-$ , sonra  $\text{SO}_4^{2-}$ , kationlardan isə  $\text{Ca}^{2+}$  üstünlük təşkil edir. Duzlu, orta duzlu və şorabalar üçün anionlar arasında üstünlük  $\text{Cl}^-$ , nisbətən  $\text{SO}_4^{2-}$ , kationlar arasında  $\text{Na}^+$  (nisbətən  $\text{Ca}^{2+}$  və  $\text{Mg}^{2+}$ ) üstünlük təşkil edir. İon tərkibinə görə ayrılan su növləri içməli və texniki məqsədlər üçün istifadədə əsas mənbə hesab edilir.

1978-ci ildə S.L.Şvartsevin hesablamalarına görə yeraltı axımlarda biogen tərkibli canlı maddənin, bitki qalıqlarının torpaqda parçalanması böyük əhəmiyyətə malikdir. Məsələn, tundrada belə yerləşmə ümumi axımın 62,5%-ni, qarışıq meşə zonalarının 5,6%-ni, düzənliklərin-42,6%-ni və çöllərin-16,2% -ni təşkil edir. Tropiklərdə biogen tərkib yeraltı axımlarda daha böyük rol oynayır, məsələn, bu rütubətli savannalarda (kolluqlarla örtülmüş düzənlik) 88,6% təşkil edir. Yumşaq bitki örtüklü landşaftlarda

səthi və qrunut sularının əsas mənbəyi bitki qalıqlarının, torpağın daha sürətli parçalanması mühiti olur. İonlar torpaqdan tədricən çay, göl, qrunut sularına daxil olur. Bu səbəbdən rütubətli iqlim landşaftlarında suyun ion tərkibinin eyni növə malik olduğu və ərazinin geoloji quruluşundan az asılı olduğu fikri özünü doğruldur.

*Az duzlu və duzlu çöl-səhra suları.* Bitki qalıqlarının az parçalandığı kasıb canlı maddəyə malik landşaftlarda səth və qrunut sularının ion tərkibinin formalaşmasında torpaq və dağ süxurlarındakı duzların həll olması, buxarlanma və digər fiziki-kimyəvi proseslər əsas rol oynayır. Nəticədə hidrokarbonatlı, kalsiumlu, xloridli, sulfatlı və digər müxtəlif növ sular əmələ gəlir. Kationlar arasında üstünlük adətən kalsiuma deyil, natriuma aid olur. Rütubətli iqlim şəraitinə malik ərazilərdə qrunut və axım sularının ion tərkibinin formalaşmasında süxurların həllolması prosesi aparıcı rola malikdir. Quru iqlimə malik ərazilərdə atmosfer yağıntılarının miqdarı buxarlanma nəticəsində tədricən artır. Bu səbəbdən sularda elementlərin qatılığı da artır. Göl, qrunut, bəzi hallarda çay suları buxarlanaraq öz minerallığını yüksəldir, onlarda ionların qatılığı artır. İon reaksiyaları nəticəsində sulardan həll olan duzlar daha artıq miqdarda çökməyə məruz qalır, göl və qrunut suları isə şoraba tipli sulara çevrilir. Bu suların 1 litrində on və ya yüzlərlə qram duz mövcud olur. İon və həll olan duzların toplaşması prosesini A.E.Fersman halogeniz adlandırdı. Halogenizin bərk məhsulları, həll olan duzlarını V.M.Holdşmit evaporitlər adlandırılmağı təklif etdi. Evaporitlər materikin səthinin üçdə bir hissəsinə yayılmışlar. Göl və qrunut sularında halogeniz zamanı duzların çökməsi ilk dəfə holland kimyaçısı Y.Vant-Hoff və sovet alimi N.S.Kurnakov tərəfindən öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, bu proses fiziki-kimyayın qanunlarına tabe olur. Dəniz sularının buxarlanması zamanı dənizdən ayrılmış kiçik göllərdə ilk növbədə az həll olan gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), sonra qalit ( $\text{NaCl}$ ), onların ardınca epsomit ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), silvin ( $\text{KCl}$ ), karnallit ( $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ) və nəhayət bişofit ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ayrılır. Ən qatı şorabalarda litium, rubidium, sezium, brom ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{Br}^-$ ) ionları toplaşır.

Duzlu göllərdə, çöl və səhraların qrunut sularında buxarlanmanın nisbətində görə ionların miqdarı artır, duzların həll olması daha intensiv xarakter alır. Bu və ya digər mərhələdə duzlaşmanın başlanması bir sıra faktorlardan, o cümlədən suyun buxarlanması və qidalanmanın intensivliyindən asılıdır. Məsələn, Xəzər dənizinin Kür-Araz çaylarının töküldüyü hissəsində su bir qədər şirindir. Digər hissələrdə, kiçik çayların axdığı hövzələrdə su duzludur. Beləliklə, eyni göl və ya dənizlərdə müxtəlif ion tərkibli sular mövcud olur. Bu təbii dinamik sistemlərin qeyri-mütənasibliyinə ən yaxşı misaldır. Müəyyən edilmişdir ki, halogenizin geokimyası ərazinin geoloji

quruluşu ilə sıx bağlıdır. Belə ki vulkanlaşmanın yarandığı səhra və düzənliklərdə termal sulara daha çox rast gəlinir. Əlbəttə ki, bu vulkanlaşma həmçinin yaxın geoloji keçmişə də aid edilir. Relyefin tənəzzülünün ilk vaxtlarında sular buxarlanmağa başlayır və tədricən duzlu göllər və şoranlıqlar əmələ gətirir. Bu hövzələrdəki sular bor, litium, volfram və digər mikroelementlərlə zəngin olur. Afrikanın şərqində, dərin sınma zonalarında yer qabığının çökməsi nəticəsində dərin meridional çökəklər-riflər (sualtı qayalar) əmələ gəlmişdir. Vulkanlaşmanın bu cavan əraziləri qələvi hidrokarbonatlı, natriumlu ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) hidrotermlərlə yüklənir. Quru iqlim şəraitində Afrika savannaları və səhralarının hidrotermləri buxarlanır, ion reksiyaları nəticəsində sodaya malik göllər və şoranlıqlar əmələ gəlir. Analoji proseslər keçmiş geoloji dövrlərdə də baş vermişdir. Məsələn, eosendə ABŞ-ın cənubunda Vayominq ştatında 1932-1939-cu illərdə iri mədən yataqlarında ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) eosinli, sodalı göllərin qalıqları tapılmışdır. Bu yataqlar çox böyük sənaye əhəmiyyətinə malikdir. Halogeniz ən çox kembriyada (550 milyon il əvvəl), devonda (400-320 milyon il əvvəl), permdə (270-225 milyon il əvvəl), yuxarı yurda (150-140 milyon il əvvəl) və neogendə (25-1 milyon il əvvəl) yayılmışdır. Qədim duz toplama prosesləri bir qədər müəmmalıdır, müasir proseslərə bənzəmir. Akademik A.L.Yanşin hesab edir ki, keçmiş dövrün duzlu hövzələri çox nəhəng ölçülərə malik idi. Məsələn kembriy hövzələri bütöv Sibir platformasını (2 milyon  $\text{km}^2$ ) əhatə edirdi. Duz yığımlarının qalınlığı onlarda 3 km-ə çatırdı. Permlidə duzlu dənizlər yüz minlərlə kilometr ərazilərdə yerləşirdi. Kifayət qədər dərin dənizlərdə duz yığılma dövrü ehtimala görə çox qısa geoloji müddətə başa çatırdı.

Sularda, dağ süxurlarında və torpaqda elementlərin qatılaşdığı buxarlanmağa məruz qalan sahələr buxarlanmanın geokimyəvi baryeri adlandırılır. Onda  $\text{Na}(\text{Na}^+)$ ,  $\text{K}(\text{K}^+)$ ,  $\text{Mg}(\text{Mg}^{2+})$ ,  $\text{Ca}(\text{Ca}^{2+})$ ,  $\text{Cl}(\text{Cl}^-)$ ,  $\text{S}(\text{SO}_4^{2-})$ ,  $\text{C}(\text{HCO}_3^-)$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{F}(\text{F}^-)$ , mikroelementlərdən  $\text{Br}(\text{Br}^-)$ ,  $\text{J}(\text{J}^-)$ ,  $\text{JO}_3^-$ ,  $\text{Se}(\text{SeO}_4^{2-})$ ,  $\text{Mo}(\text{MoO}_4^{2-})$ ,  $\text{Sr}(\text{Sr}^{2+})$  və digər elementlər qatılaşırlar. Mötərizələrdə azacıq duzlu və duzlu suların xarakterik ionları ifadə edilir.

Halogenizin geokimyasında yerin analizinin ion konsepsiyasını A.E.Fersman vermişdir. O, müəyyən etmişdir ki, halogenizin ilk mərhələsində əsasən cüt və nisbətən yüksək valentli ionlar çökür, məhlulda isə tək və aşağı valentli ionlar ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{J}^-$  və s.) toplaşır. Beləliklə, halogenezin gedişində, cüt elementlərdən tək elementlərə, orta sıra nömrəsindən yuxarıya, böyük klarklardan kiçiklərə D.İ.Mendeleyev cədvəlinin ortasından onun axırlarına, yuxarı valentlikdən aşağı valentliyə, kiçik radiusdan böyük radiuslara keçid baş verir. Alim bu qanunauyğunluğa geoenergetik



nəzəriyyə baxışından aydınlıq gətirir. O, göstərir ki, halogenizdə aşağı radiuslu və valentli ionlar daha doğrusu kiçik ekolar xarakterikdir:

Kationlar	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Rb <sup>+</sup>	Cs <sup>+</sup>
Ekolar	0,45	0,36	0,30	0,30
Anionlar	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	J <sup>-</sup>	
Ekolar	0,25	0,22	0,18	

Müqayisə üçün halogenizdə iştirak etməyən Fe<sup>3+</sup> 5,15; Al<sup>3+</sup> 4,95 ekolarını göstərmək olar.

#### 4. Suların tərkibində həll olmuş üzvi maddələr və qazlar

Həll olmuş üzvi maddələr (HÜM) yer qabığının əksər suları üçün xarakterikdir, onlar həqiqi molekulyar və ya kolloid məhlullar əmələ gətirir. Biosferdə həll olmuş üzvi maddələrin əmələ gəlməsi bitki və heyvan qalıqlarının mikrobioloji parçalanması nəticəsində baş verir. Bu zaman tünd rəngli, çürüntü maddələr adlanan yeni, spesifik, yüksək molekullu birləşmələr əmələ gəlir [93]. Tərkibinə və xassələrinə görə onlar canlı orqanizmlərin üzvi maddələrindən kəskin fərqlənir. Yüz illərdir ki, torpağın tərkibindəki birləşmələrin çürüməsi, aşınması öyrənilir, amma öz tərkibinə görə zülalın əmələ gəlməsinin səbəbi hələ də müəmmalıdır. "Bu təbiətdə və biosferdə çox dözümlü, kimyəvi tərkibinin tədricən və çətinliklə dəyişildiyi bir ünsürdür. Onlar adi kimyəvi üsullarla öyrənilə bilmir, onlar üçün başqa elmi ideya və yanaşma lazımdır" deyən V.İ.Vernadski çürüntünün təbiətinə aydınlıq gətirməyə çalışırdı.

Görünür ki, çürüntü birləşmələr, habelə bir çox təbii sular neft mənşəli həll olmuş üzvi maddələrə (HÜM)- müxtəlif karbohidrogenlərə, fenollara və s. malikdir. Sularda həmçinin canlı orqanizmlərə xas olan üzvi maddələr zülallar, aminturşuları, karbohidrogenlər, sirkə, yağ və digər turşular, efirlər, aldehidlər və s. tapılmışdır [93]. Çöküntü süxurları, torpaq və sudan bütövlükdə 500-dən artıq üzvi maddə ayrılıb çıxarılmışdır. Onların tərkibi və təbiəti xüsusi elm sahəsi üzvi geokimya tərəfindən öyrənilir. Çay və göllər 100 mg/l çürüntü mənşəli HÜM-ə malikdir, bu sulara tünd çay rəngi verir. Belə tünd qara rəngli çay və göllər meşə və bataqlıq ərazilər üçün xarakterikdir. Müəyyən edilmişdir ki, belə sular HÜM-ü yaxınlıqdakı bataqlıqlardan alır. Amazonkanın iri qollarından biri Rio-Neqro (Qara çay) adlanır. Bu ad birbaşa çayın qolunun mənsub olduğu həll olmuş üzvi maddələrlə əlaqədardır.

Şərqi Sibirdə torpaq daima donmuş halda olduğundan, hətta dağlıq rayonlarda belə çaylar qəhvəyi rəngdədir. Bu səbəbdən oxşar xüsusiyyətlər

coğrafi adlarda da öz əksini tapmışdır. Rusiyanın bəzi meşə əraziləri xəritədə Qara torpaq, Qara göl, Qara çay adlanır.

K.U.Paustovskinin "Meşşerlər ölkəsi" povestində deyildiyi kimi, orta Volqa rayonlarında demək olar ki, bütün göllərin suyu müxtəlif rəngdədir. Amma əksəriyyəti qara rəngli suları ilə fərqlənir. Bəzi göllərin suyu parlaq tuşu xatırladır. Bu doymuş, tünd rəngi təsvir etmək belə çətindir. Bununla bərabər, digər göllərdə olduğu kimi, bu göldə də su çox şəffafdır. Bu tünd rəng payızda tozağacı və ağcaqayın ağaclarının sarı və qırmızı yarpaqları ilə rənglənilib əsrarəngiz bir mənzərə yaradır. Analoji mənzərə Araz çayında da müşahidə olunur. Bəzi yerlərdə çayın tünd qəhvəyi və açıq rəngləri bir-biri ilə birləşərək qəribə mənzərə yaradır. Bu onların tərkibində həll olmuş üzvi maddələrin müxtəlifliyi ilə əlaqədardır.

Bəzi çaylarda həll olmuş üzvi maddələrin miqdarı mineral birləşmələrin miqdarından çox olur, onların miqdarı həll olan birləşmələrin ümumi miqdarının 70%-ni təşkil edir.

Rusiyada 50-ci illərdən başlayaraq yeraltı sulardakı həll olmuş üzvi maddələr sistemə surətdə öyrənilir. Bu işlərin əsas tədqiqatçısı görkəmli hidrogeoloq M.E.Altovski olmuşdur. Onun tələbəsi və ardıcılı V.M.Şvets bu sahədə böyük uğurlar qazanmışdır. O, müəyyən etmişdir ki, bir sıra yeraltı sulara çöküntü maddələri ilə bərabər neft mənşəli HÜM də xarakterikdir [94]. Mikroorqanizmlərin fəaliyyətinin imkansız olduğu dərin, qaynar yeraltı sulara HÜM-ün əmələ gəlməsi dağ süxurlarının üzvi maddələrinin termiki parçalanması və digər qeyri-bioloji proseslərlə əlaqədardır. M.V.Şvetsə görə rütubətli iqlimə malik landşaftların qrun sularında karbohidrogenlərin orta miqdarı 35 mq/l, çöllərdə və səhralarda isə 20 mq/l təşkil edir. Müəyyən edilmişdir ki, kifayət qədər yüksək miqdar üzvi birləşməyə malik dərin və təzyiqli yeraltı sulara, neft-qazlı ərazilərdə HÜM-ün orta miqdarı 55 mq/l, neft və qaz yataqlarında HÜM-ün miqdarı isə yüzdən çox >100 mq/l təşkil edir. M.V.Şvetsə görə yeraltı sulara üzvi maddələrin ümumi kütləsi  $2,5 \cdot 10^{12}$  t-a çatır ki, bu neft ehtiyatlarını 10 dəfə, torf ehtiyatlarını 2,5 dəfə üstələyir. Okeanın geokimyasının tədqiqi okean sularında üzvi maddələr haqqında ümumi və geniş məlumat verir. Okeanda üzvi karbonun orta miqdarı ( $C_{üzvi}$ ) 1,6 mq/l təşkil edir ki, bu da çay və yeraltı sulardan azdır. Okeanda  $C_{üzvi}$  ümumi miqdarı  $2,13 \cdot 10^{12}$  tondur ki, bu da təqribən yeraltı sulara olduğu qədərdir.

Həll olan üzvi maddələr elementlərin miqrasiyasına güclü təsir göstərir. Belə ki, sulara əksər metallar həll olan metal üzvi birləşmələr əmələ gətirir ki, bu zaman üzvi maddələrin molekulu sanki qeyri-üzvi ionları tutmuş olur [146]. Bu formada metal ionlarının miqrasiyası çox böyük geokimyəvi əhəmiyyət daşıyır. Məsələn, bir çox sulara qızılın mine-

ral forması az hərəkətlidir, amma üzvi mineralları yaxşı həll olur. Y.Y.Buqelski müəyyən etmişdir ki, nikel mənşəli suların yayıldığı rayonlarda nikel, nikel üzvi birləşmələr şəklində miqrasiya edir. Bu forma adətən həll olan nikelin ümumi miqdarının 50%-ni ötür. Yakutiyanın dağlıq tayqa ərazilərindəki ultrasirin sularda həll olmuş üzvi maddələrin miqdarı həll olan maddələrin ümumi miqdarının 10-75%-ni təşkil edir. Bu zaman HÜM-ün əsas komponenti çöküntü təbiətli maddə olan fulvoturşudan ibarət olur. Dəmir, alüminium, titan, manqan, vanadium, mis, nikel və digər metallar burada üzvi komplekslər şəklində,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  isə ion formasında miqrasiya edir. B.F.Mitskeviç müəyyən etmişdir ki, Ukraynada Polesyanın səth sularında HÜM-də berillium meşə-çöl və çöllərin kasıb sularına nisbətən daha hərəkətlidir.

Üzvi maddələr termal sularda da geniş yayılmışdır. Məsələn, Kamçatkanın qaynar xlorlu-sulfatlı sularında mis, sink, qızıl və digər metallar üzvi komplekslərin tərkibində miqrasiya edir. Hidrotermal məhlullarda elementlərin bu formada yerdəyişməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bir çox hidrotermal yataqlarda filiz daşıyan bitumlar aşkar edilmişdir. Bitum karbohidrogenlərdən ibarət qatranlı maddələrin ümumi adıdır. Bütün bu göstərilənlər su miqrasiyasının qanunları haqqında ümumi nəzəri təsəvvürlərə əhəmiyyətli töhfələr verir. Üzvi birləşmənin tərkibinə daxil olan element sanki özünün fərdi kimyəvi xassələrini itirir və müxtəlif elementlərlə bərabər intensivliklə miqrasiya edir. İonların ion radiusu, valentliyi və bir sıra digər xassələri bu zaman öz əhəmiyyətini itirir.

Müəyyən edilmişdir ki, bəzi həll olmuş üzvi maddələr sulara müalicəvi xassələr verir. Məsələn, məşhur Naftusiya su mənbəyi Truskaves kurortuna şöhrət qazandırmışdır. Yüksək diuretik (damarların genişləndirilməsi və sidikqovucu) təsir göstərən Naftusiya su mənbəyi kifayət qədər bayağı mineral tərkibə (zəif minerallaşmış, hidrokarbonatlı, kalsiumlu-maqneziumlu) malikdir. Məlum olmuşdur ki, onun müalicəvi təsiri çürüntü maddələri, bitum, asan uçucu fenollar, yağlar və naften turşularından ibarət olan üzvi birləşmələrlə əlaqədardır. Bir çox tayqa və tundra rayonlarının əhalisi tərkibində həll olan üzvi birləşmələrə malik içməli suya tələbat duyurlar. Bu isə şimal ərazilərində yaşayan insanlar üçün bir sıra tibbi, geokimyəvi və ekoloji problemlər yaradır. Bu rayonlara insanların köç etməsi onları təbii şəraitə təsir edən süni problemlərin kəskinliyi ilə üzləşdirir. Buna misal olaraq tundrada yerləşən Norilsk şəhərini göstərmək olar. Şərqi Sibirin neft və qaz ehtiyatlarının istismarı və emalı Sibirin geniş tayqalarında yeni qəsəbələrin və şəhərlərin yaranmasına səbəb oldu. Nəhəng neft-qaz hövzələrinə malik bu landşaftların mənimsənilməsi orada həll olmuş üzvi maddələrin tərkibinin iqlimdən və geoloji şəraitdən asılılığının

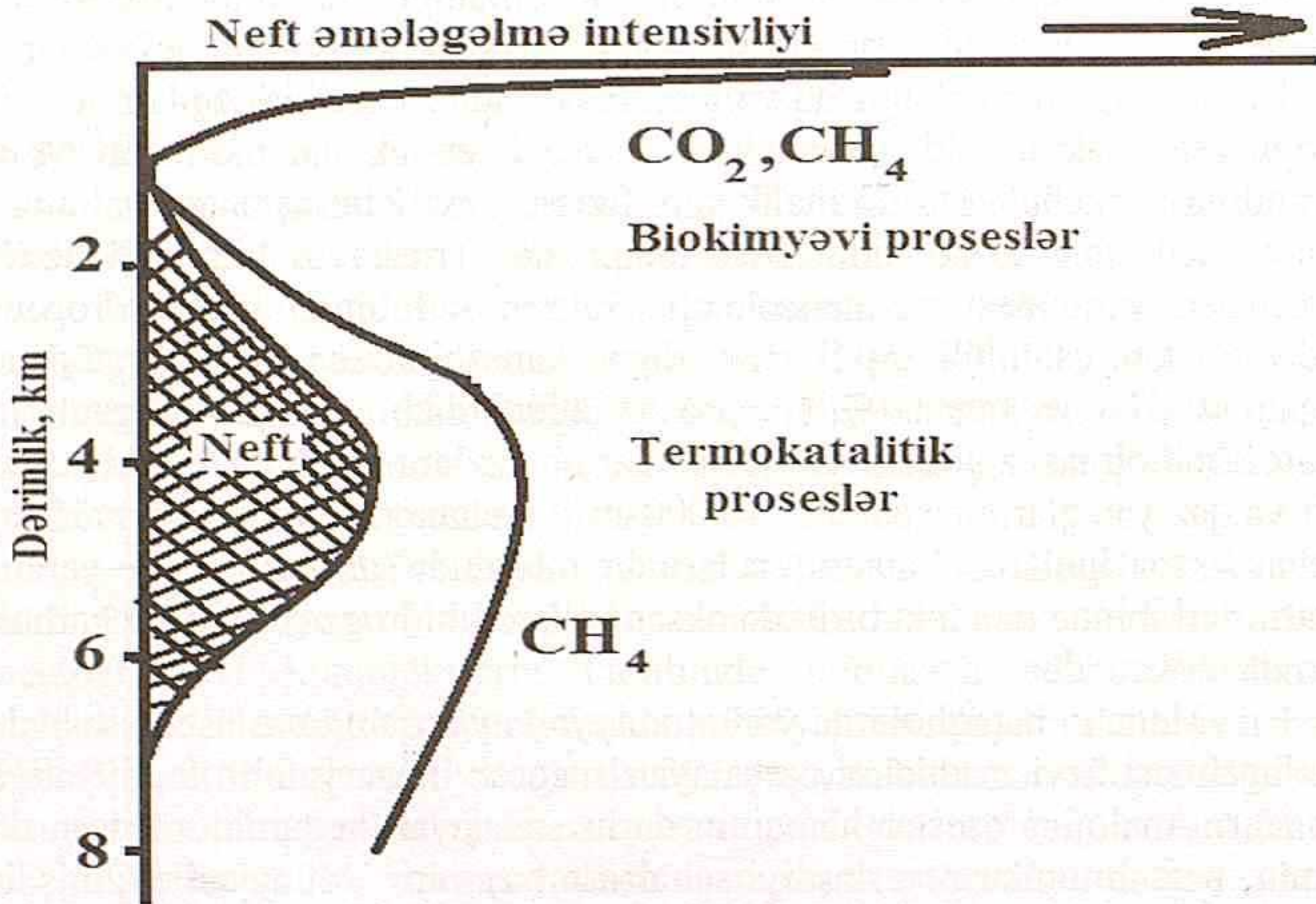
geniş spektrini ortaya çıxardı. Həll olmuş üzvi maddələrin həmin ərazilərdə məskunlaşan insanların və heyvanların orqanizminə təsirinin farmokoloji tərəflərinin öyrənilməsi zərurəti ortaya çıxdı. HÜM-in insan və heyvanların daxili sistemə, mədə-bağırsaq və tənəffüs orqanlarına təsiri zamanı içməli suyun əsas faktor olduğunu xüsusilə qeyd etmək lazımdır. HÜM-in öyrənilməsi müalicəvi təsirə malik yeni fizioloji aktiv birləşmələrin alınmasına və tətbiqinə səbəb oldu. Belə tədqiqatlar Truskaves kimi müalicəvi kurortların yaranması ilə nəticələndi. Suların tərkibində karbohidrogenlərdən metan üstünlük təşkil edir, digər karbohidrogenlər: etan ( $C_2H_6$ ), propan ( $C_3H_8$ ) və butan ( $C_4H_{10}$ ) isə az miqdardadır. Karbohidrogenlərin sulara həll olması zəif olsa da, əksər sular bu qazlara malikdir. Bura bir sıra neft və qaz yataqlarının (bəziləri  $10\ 000\text{sm}^3/\text{l}$  metana malikdir) suları aiddir. Metan əksər hallarda bataqlıq sularında müşahidə olunur. Dərin yeraltı suların tərkibində metanla birlikdə əksər hallarda hidrogen sulfid və karbon qazı da mövcuddur.

Metanın bataqlıqlarda və ümumiyyətlə yer qabığının üst hissəsində əmələgəlməsi üzvi maddələri parçalayan aneorob bakteriyaların fəaliyyətinə yol açır. Analoji proseslər həmçinin dərin sudaşıyan laylarda, xüsusən də kömür, neft, bitumların yerləşdiyi sahələrdə baş verir. Müəyyən edilmişdir ki, yüksək temperatur ( $200-250^{\circ}\text{C}$ ) və təzyiqdə, 3-4 km dərinliklərə yüklənən çöküntü süxurlarının üzvi maddələri maye və qaz halında karbohidrogenlərin əmələgəlməsi ilə parçalanırlar.

Şəkildən göründüyü kimi, 3-6 km dərinliklərdə çöküntü süxurlarından neftin əmələmə intensivliyi biokimyəvi və termokatalitik proseslərlə müşahidə olunur.

*Neft əmələgəlmə intensivliyi.* Üzvi maddələr Yer dərinliklərindən yuxarıya doğru miqrasiya edərkən müxtəlif "tələlərdə" toplaşaraq neft və qaz yataqları əmələ gətirir. Bu baxışa görə neft və qaz biogendir, onlar orqanizimlərin qalıqlarının parçalanması nəticəsində əmələ gəlmişlər.

Neft-qazlılığın əsas amillərinin (litofasial, struktur-tektonik, geokimyəvi) öyrənilməsi ərazilərdə mümkün neft-qaz əmələgəlmə zonalarını müəyyən etməyə və perspektivliyini qiymətləndirməyə imkan verir. Devon çöküntülərinin Ural və Volqaarası ərazilərinin, eləcə də bir sıra digər ölkələrin böyük neft və qaz ehtiyatlarına malik olması muxtar respublika ərazisində də bu çöküntülərə marağın əsasını yaradır. Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisindəki çox saylı mineral və termal su bulaqları, onların tərkibindəki həll olmuş üzvi maddələr regionda neft-qazlılığın ehtimalını artırır. Ordubad rayonu və Nehrəm dərəsi sahələrinin litoloji tərkibi mergel, gil, alevrolit və qum daşları ilə təmsil olunan alt yarım-mərtəbələrin çöküntüləri neft-qazlılıq baxımından daha çox maraq doğurur [14].



Şəkil 2.2. Vertikal qurşaqlardakı çökiintü süxurlarında karbohidrogenlərin əmələ gəlmə sxemi (V.A.Sokolova görə)

Müəyyən edilmişdir ki, geniş yayılmış üzvi maddələrlə zəngin ultrasirin sular üçün ion tərkibinin rolu azdır. Onlar arasında ionların nisbətində görə: hidrokarbonatlı kalsiumlu ( $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ ), sulfatlı kalsiumlu ( $\text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+}$ ), sulfatlı natriumlu ( $\text{Na}^+ - \text{SO}_4^{2-}$ ) və digər suları qeyd etmək olar. Bu suların xassələrinə ion tərkibi demək olar ki, təsir göstərmir. Bütün bunlar ultrasirin suların öz xassələrinə görə tərkiblərindəki həll olmuş üzvi maddələrə borclu olduğunu göstərir. Əksər təsnifatlar üçün xarakterik olan ion tərkibinin taksonomik rəqəminin yüksəlməsi kobud səhvlərə gətirib çıxarır. Çünki kəskin fərqli xassələr nümayiş etdirən sular bir qrupda birləşdirilməyə məhkum olur. Məsələn, Pamirin dağ çaylarının suyu və Sibir tayqasının buzlaqlarının yaratdığı qəhvəyi çay suları ion tərkibinə görə eyni hidrokarbonatlı-kalsiumlu qrupa aid edilir. Bununla yanaşı oxşar tipli kəskin fərqli sular özlərinin geokimyəvi xüsusiyyətlərinə görə də qətiyyən birbirlərinə bənzəmir.

*Təbii sular da - qazlar.* Təbii suların əksəriyyətində həll olmuş qazlar mövcuddur. Bəzi sular qabarcıqlar əmələgətirən sərbəst (öz-özünə

əmələgələn) qazlara malikdir. Onlar təzyiqin kəskin azaldığı bölgələrdə, dərinliklərdən çıxan sular üçün xarakterikdir. Kislovodskin Narzan mineral suyu soyuq qaynadılmış su adlandırılır. Çünki, onun çıxdığı yerdə karbon qazının qabarcıqları sanki pıqqıltı ilə qaynayır. Təbii sulara qazların miqdarı nisbətən azdır. Amma onların geokimyəvi rolu kütləsi ilə mütənasib deyil [95]. Qazların yüksək kimyəvi aktivlikləri və miqrasiya qabiliyyətləri sulara çox böyük əhəmiyyətə malikdir. V.İ.Vernadski suların təsnifatında qazların geokimyəvi rolununun ionlara nisbətən yüksək olduğunu qeyd etmişdir. Qaz tərkibinə görə alim suları oksigenli, karbonlu, azotlu, metanlı, hidrogen sulfidli və hidrogenli sulara ayırmışdır. V.İ.Vernadskinin təklifləri A.M.Ovçinnikov tərəfindən inkişaf etdirilmiş, o, bütün suları qaz tərkibinə görə üç növə ayırmışdır:

- 1) Oksidləşdirici mühit qazlarına malik sular ( $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$  və s.);
- 2) Reduksiyaedici mühit qazlarına malik sular ( $CH_4$ ,  $H_2S$ ,  $CO_3$ ,  $N_3$  və s.);
- 3) Metamorfik mühit qazlarına malik sular ( $CO_2$  və s.).

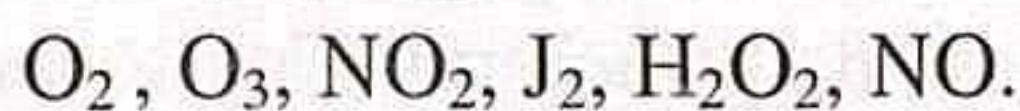
Sonrakı təsnifat kationların və anionların nisbətinə görə verilir: ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ) və ( $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ). Nəticədə təbii suların düzgün və mükəmməl hidrokimyəvi sistemi əmələ gəlir. Məlumdur ki, qazların sulara geokimyəvi rolu elementlərin klarklarından və kimyəvi aktivliklərindən asılıdır. Yüksək klarklı aktiv elementlər əsas qazları əmələ gətirir ki, onlara sərbəst oksigen ( $O_2$ ), hidrogen sulfid ( $H_2S$ ), karbon qazı ( $CO_2$ ), hidrogen ( $H_2$ ) aiddir. Suda həll olaraq bu qazlar bir çox elementlərin miqrasiya şəraitini müəyyən edir, öz aralarında geokimyəvi hakimi mütləqə çevrilirlər. Ona görə həll olan əsas qazların tərkibi təbii suların geokimyəvi növlərinin adlarını və təsnifatını yaratmağa vəsilə olur. (Məsələn, karbon qazlı sular, hidrogen sulfidli sular və s.). Əksər qazlar az kimyəvi inertliklərinə görə ( $N_2$ , Ar və s.) və ya çox cüzi miqdarlarına görə ( $H_2Se$  və s.) sulara aparıcı rol oynaya bilmirlər.

1979-cu ildə A.M.Ovçinnikov Yer qabığının yuxarı hissəsi və biosfer üçün aşağıdakı geokimyəvi təsnifatı təklif etdi (əsas qazlar üçün nəzərdə tutulur):

#### A. Aktiv qazlar

##### I. Qeyri-üzvi qazlar

Oksidləşdiricilər (bəziləri suların turşu-əsas vəziyyətinə təsir göstərir):



Reduksiyaedicilər (bəziləri suların turşu-əsas vəziyyətinə təsir göstərir):



Polyar qazlar suların turşu-əsas xassələrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir (bəziləri isə oksidləşmə-reduksiya şəraitinə də təsir göstərir):

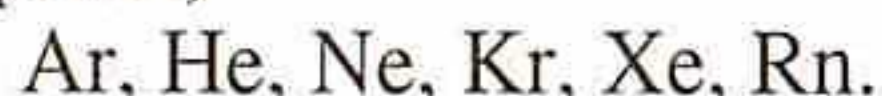


## II. Üzvi qazlar

Karbohidrogenlər və onların törəmələri:

$\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$  və başqaları, mürəkkəb uçucu (Cl) üzvi birləşmələr (mikroorqanizmlərdən, bitki və heyvanlardan ayrılan) o cümlədən element üzvi birləşmələr.

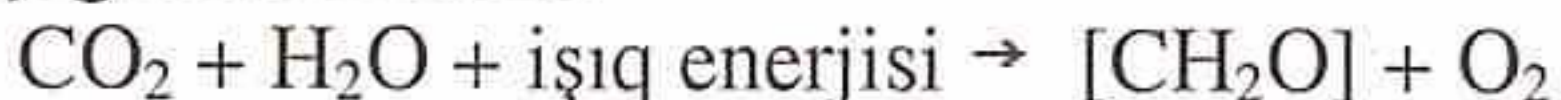
### B. Passiv qazlar (inert qazlar)



Sularda qazların əmələgəlməsinin mənşəyi müxtəlif səbəblərlə əlaqədardır. 1937-ci ildə V.V.Belousov qazları yüngül, biokimyəvi, kimyəvi və radioaktiv mənşəli qəbul etmişdir. Bu müasir dövrdə baş verən proseslərə aid olan qazlardır. Məsələyə tarixi aspektdən yanaşdıqda aydın olur ki, atmosfer (hava kimi yüngül mənşəli qazlar) həyatın yarandığı (biokimyəvi mənşəli) qazlardan ibarətdir. Üçüncüsü isə kütləsinə görə atmosferin komponenti inert qaz olan arqon-kaliumun radioaktiv dağılması məhsuludur. A.İ.Perelman aparıcı qazları üç əsas qrupa: fiziki, kimyəvi və texnogen qruplara ayırmışdır.

*Təbii sulara sərbəst oksigen.* V.İ.Vernadski sərbəst oksigeni yer qabığının bizə məlum kütləsinin ən güclü xadimi adlandırmışdır. Bu aparıcı qaz bir çox təbii suların orijinal geokimyəvi diktatorudur. Oksigen atmosferdən daxil olan bütün səthdəki sulara həll olur, o eyni zamanda su bitkilərinin fotosintezi hesabına yararır. Yeraltı sulara sərbəst oksigen geokimyada oksigen sərhədləri adlanan müxtəlif dərinliklərdən keçir. Əvvəllər bu sərhədlərin qrunt sularının səthinə xidmət etdiyi güman edilirdi. Bu elmi əsərlərə, dərs vəsaitlərinə "Finç sxemi" adlı uyğun anlayış kimi daxil edilmişdi, amma o, həqiqətdən çox uzaq idi. B.A.Beder, A.İ.Germanov, Y.B.Smirnov və başqa hidrogeoloqlar tərəfindən sübut edildi ki, oksigenli sular qidalanma zonasından (məsələn dağ massivlərindən) artezian hövzələrinin su daşıyan laylarına qədər nüfuz edə bilirlər. Bu zaman dərinlik yüzlərlə, hətta min metrə qədər ölçülə bilər [96,97]. Belə ki, Daşkənd ətrafı artezian hövzələrində oksigen 2000 metr dərinlikdə rast gələn sulara müəyyən edilmişdir. Ancaq oksigen sərhədi Yer səthi ilə də məhdudlaşa bilər. Tundra və tayqanın bataqlıqlaşmış düzənliklərində oksigen bəzi yerlərdə hətta torpaq sularında belə müşahidə olunmur. Ümumi baxış ondan ibarətdir ki, dərinlik artdıqca oksigenin miqdarı azalır və daha dərin sular üçün oksigen ümumiyyətlə xarakterik deyil. Amma böyük dərinliklərdə bu qazın əmələgəlməsi də istisna deyil [98].

Sərbəst oksigenin əmələgəlməsinin əsas prosesi fotosintezin kimyəvi sxemi aşağıdakı kimidir:



Fotosintezdə günəş işığı hesabına bitkilər katalizator rolu oynayan xlorofilin yaşıl piqmentinin iştirakı ilə karbohidrat və şərti olaraq  $[\text{CH}_2\text{O}]$  kimi ifadə edilən digər üzvi birləşmələr sintez edir. Torpaqdan və sudan kalium, maqnezium, kalium, dəmir və digər elementlər udulur, bitkilər isə onlardan üzvi birləşmələrin sintezində istifadə edir. Eyni zamanda ətraf mühitdə sərbəst oksigen, suyun parçalanma məhsulu ayrılır.

Sərbəst oksigen, həmçinin karbon, hidrogen və azot üzvi birləşmələrin tərkibinə daxil olaraq Günəş enerjisinin akkumulyatorlarına çevrilirlər. Həqiqətən də, su və karbon qazının tərkibinə daxil olan oksigen, hidrogen və karbon bir-biri ilə əlaqədardır və kimyəvi aktivlik göstərmirlər [99]. Fotosintezin gedişində Günəş enerjisi hesabına yaşıl yarpaqlarda bu əlaqələr dağıldığı zaman sadalanan elementlər akademik H.V.Belova görə geokimyəvi akkumulyatora (elektrik enerjisini toplayan cihaz) çevrilir və yüksək kimyəvi aktivlik göstərilir.

Səth sularında sərbəst oksigen ( $\text{O}_2$ ) su bitkilərinin, əsasən yosunların fotosintezi hesabına əmələ gəlir. Yay günlərində çaylarda və göllərdə su bəzi yerlərdə oksigenlə elə doyur ki, o qabarcıqlar şəklində ayrılır. Axşamlar fotosintez olmadığından, oksigen bitki və heyvanların tənəffüsünə sərf edilir, onun miqdarı azalır. Dünya okeanı və onun üst qatında Günəş işığı təsirindən oksigenin əmələgəlməsi əlverişlidir. Burada yosunların hasil etdiyi oksigen də atmosfərə yayılır və tədricən suda həll olur. Dağ massivləri, çöllər, çəmən və otluqlar, tundra və savanna atmosfer üçün oksigenin generatoru rolunu oynayır.

Bəzi mənbələrə görə, fotosintez 3 milyard ildən artıq bir dövrdə, bütün geoloji tarix boyu davam edir. Bu müddət ərzində bitkilər müasir oksigenli atmosfer yaradırlar. Bunu Yer qrupu planetləri-Mars, Venera və Merkürdəki atmosferdə oksigenin yoxluğu təsdiq edir.

Nəfəs aldığımız hava - V.İ.Vernadski yazırdı - həyatın özü, həyatın qidasıdır. Beləliklə, tarixi aspektdən yanaşdıqda təbii suların oksigeni biokimyəvi mənşəyə malikdir. Yeraltı sularda oksigenin daha bir mənbəyi də mövcuddur. Bu suyun radiolizi, radioaktiv şüalanmanın təsirindən onun hidrogen və oksigenə parçalanmasıdır. Bu hadisə fiziklər tərəfindən çoxdan kəşf edilmişdir, amma onun geokimyəvi nöqtəyi - nəzərdən öyrənilməsi kifayət qədər yenidir. Bu sahə haqqında müasir təsəvvür və məlumatlar 1979-cu ildə hidrogeokimyəçi İ.F.Vovkun monoqrafiyasında işıqlandırılmışdır. Onun fərziyyəsinə görə çox böyük dərinliklərdə oksigen suyun radiolizi nəticəsində əmələ gəlir [100]. Əgər qarışıq süxurlarda reduksiya-

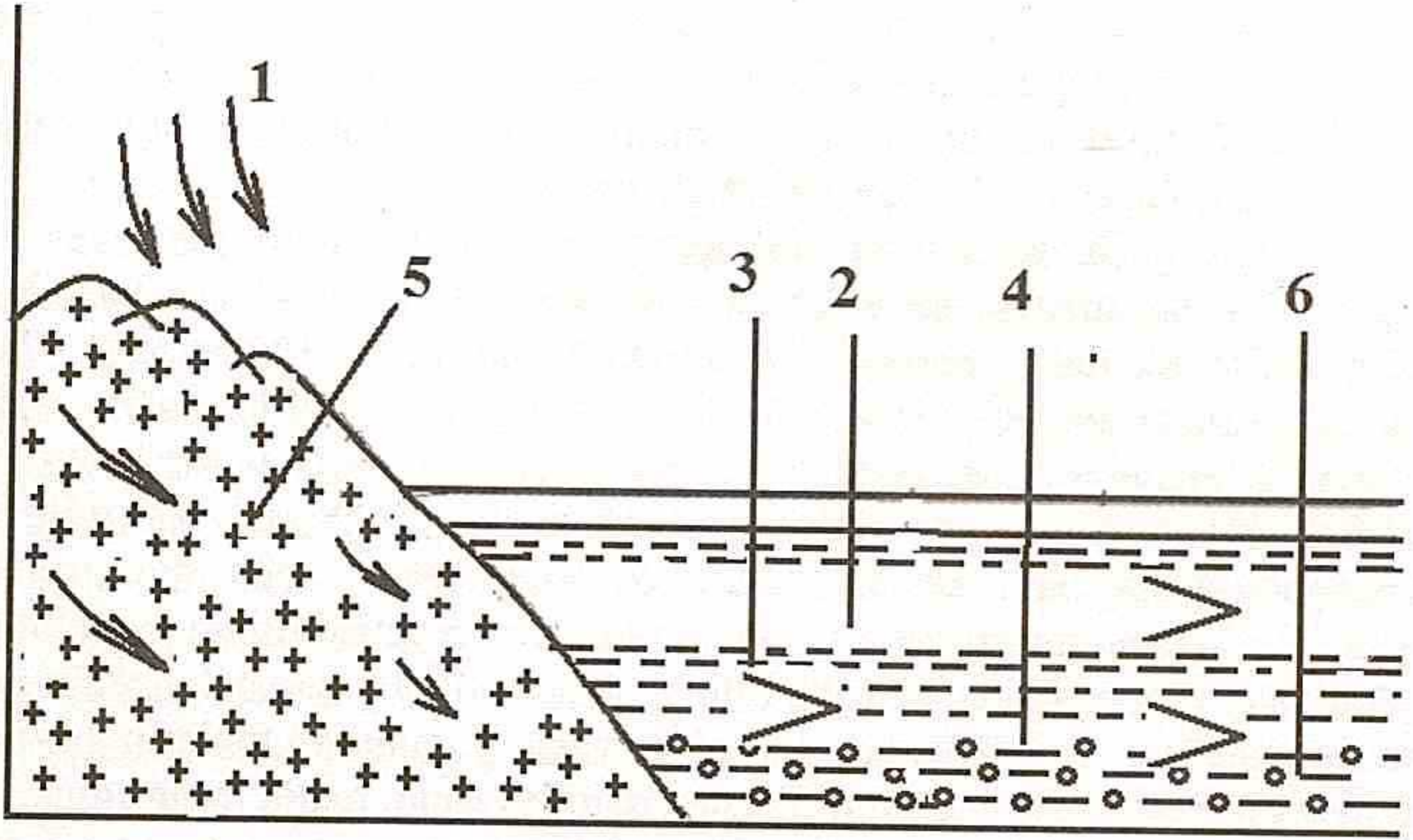


edici yoxdursa, o zaman bu qazın toplanması baş verir. Süxurun radioaktivliyi nə qədər yüksəkdirsə, bu proses bir o qədər intensiv gedir.

Bəs sulara sərbəst oksigenin geokimyəvi rolu nədən ibarətdir? Əgər sulara bu qaz həll olursa, onda üzvi və mineral birləşmələrə oksigenləşən müxtəlif növ aerob bakteriyaların fəaliyyəti canlanır. Nəticədə belə sulara elementlər yüksək oksidləşmə dərəcəsinə malik olur. Bəzi elementlər üçün bu onların miqrasiya qabiliyyətini yüksəldir (məs. mis, kükürd), digərləri üçün əksinə azaldır (məs. dəmir, manqan). Oksidləşmə mikroorqanizmlərin iştirakı olmadan, təmiz kimyəvi yolla da baş verə bilər. Amma bəzi reaksiyalar, ilk növbədə üzvi maddələrin oksidləşməsi bakteriyaların iştirakı olmadan baş vermir. Bir sıra reaksiyalar isə çox zəif və yavaş gedir.

Bakteriyalar üçün oksidləşmə tənəffüs aktı yolunu oynayır, onun köməyi ilə bakteriyalar həyat fəaliyyəti üçün zəruri olan enerjini alır. Səth sularının heyvanları, o cümlədən balıqlar tənəffüs zamanı sərbəst oksigenin köməyi ilə üzvi birləşmələri oksidləşdirir və beləliklə onlardan həyat üçün lazım olan enerjini çıxarırlar. Nəticə etibarilə sərbəst oksigen fotosintez zamanı Günəş enerjisini toplayaraq, oksidləşmə proseslərinin gedişində onu vermiş olur. Üzvi maddələr, iki valentli dəmirin mineralları-pirit ( $\text{FeS}_2$ ), siderit ( $\text{FeCO}_3$ ) və s. malik dağ süxurları adətən boz, qara, yaşıl rəngə boyanır. Oksigenli sular üzvi maddələri və dəmirli mineralları oksidləşdirmək qabiliyyətinə malikdir. Nəticədə ikivalentli dəmir üçvalentliyə keçmiş olur, qırmızı, moruğu, boz, sarı minerallar. oksid və hidroksidlər: hematit, ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), hidrohematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ ), hetit ( $\text{FeO} \cdot \text{OH} \cdot n \text{H}_2\text{O}$ ) əmələ gəlir. Bu mineralların rənglərindəki fərq onların tərkibindəki suyun miqdarından asılıdır. Su az olduqda qırmızı, moruğu tonlar, çox olduqda boz və sarı rəngli minerallar əmələ gəlir. Beləliklə, dağ süxurlarının əmələ gəlməsində və dəyişməsində oksigenli suların iştirakı vacibdir. Sonuncuların rəngi qırmızı, sarı, boz və digər tünd tonları əhatə edir. Əksinə, göy, yaşıl, qara və s. kimi soyuq tonlar oksigensiz sulardan əmələgələn süxurlar üçün xarakterikdir. Bu reduksiyaedici şəraitə uyğun gəlir. Nəticədə oksigen sərhədi adətən isti rənglərin soyuga keçməsi ilə baş verir, məsələn qırmızı süxurun rənginin yaşıl və ya qaraya keçməsi müşahidə olunur. Oksigen təbəqəsi zonası ilə bağlı hadisələr 50-ci illərdə sovet geoloqları tərəfindən öyrənilmiş və müəyən edilmişdir ki, oksigenli sular bəzi yerlərdə pirit və digər sulfidlər, bitum üzvi birləşmələr kimi reduksiyaedicilər saxlayan boz rəngli çöküntü süxurlarının dərinliklərində yayılır. Bu zaman sudaşıyan laylar oksidləşir, gil şəklində sarı və ya boz rəngli oksidləşmə təbəqəsi zonası əmələ gəlir. Artezian hövzələrinin üst qatlarında oksigen təbəqəsi zonasının yayılması şəkil 2.3.-də verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, oksidləşmə təbəqəsi zonasının öyrənilməsi çox böyük praktik əhəmiyyətə malikdir, belə ki, o

sudaşıyan laylarda uranlı və digər yaxın tərkibli qiymətli filizlərin formalaşması ilə sonuclanır.



Şəkil 2.3. Artezian hövzələrinin üst qatlarında oksigen təbəqəsi zonasının paylanması. 1-oksigenli suların hərəkət istiqaməti; 2-oksigen sərhədləri; 3-su sızan süxurlar; 4-su ilə zəngin süxurlar; 5-yeraltı sularla qidalanan süxurlar; 6-uranlı süxurlar

*Karbon qazının əmələ gəlməsi.* Bütün orqanizmlər tənəffüs zamanı üzvi maddələrin oksidləşmə məhsulu olan karbon qazını ayırır. Bu biogen karbon qazı ( $\text{CO}_2$ ) suda həll olaraq, elementlərin miqراسiyasına böyük təsir göstərir. Xatırladaq ki, prosesin sonunda  $\text{HCO}_3^-$  ionu əmələ gəlir, belə sular artıq bizə məlum olan hidrokarbonatlı tərkibə malik olur.

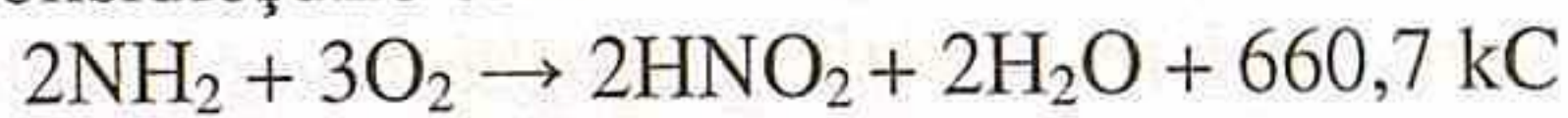
Üzvi maddələrin oksidləşməsi torpaqda daha intensiv baş verir, bu səbəbdən buradakı hava yeraltı atmosfərə nisbətən on və ya yüz dəfə çox ( $\text{CO}_2$ ) karbon qazına malik olur. Torpaqlı sularda həll olan karbon qazı onları  $\text{HCO}_3^-$  ionları ilə zənginləşdirir, onların kimyəvi aktivliyini artırır, kalsit və digər karbonatların həll olmasına şərait yaradır:



Torpağa sızan məhlullar qrunut və çay sularını hidrokarbonatla zənginləşdirir. Karbon qazının sonuncu mənbəyi suların tərkibində olan üzvi qalıqların oksidləşməsi, balıq və digər su heyvanlarının tənəffüs məhsulu

hesab olunur. Karbon qazı və digər qazların əmələ gəlməsinin mikrobioloji prosesləri süxurların quruluşuna da təsir göstərir. Rus alimləri V.A.Radina və Y.L.Koqan müəyyən etmişlər ki, su ilə doymuş süxurlarda karbon qazı və digər qazların toplanması suda əlavə təzyiq yaradır. Tədqiqatçılar göstərmişlər ki, əhəng daşlarında hidrokarbonatlı sular daha aqressiv olur: kalsiti həll edərək onlar şırım, kanal və s. əmələ gətirir.

Azotlu üzvi qalıqlar mikroorqanizmlərdə ammoniyaka çevrilir. Digər mikroorqanizmlər azot turşusunun duzlarını oksidləşdirir. Bu mikroorqanizmlər ilk dəfə 1890-cı ildə S.N.Vinoqradski tərəfindən kəşf olunmuşdur. Adətən bakteriyaların yetişdirilməsi üçün üzvi birləşmələrə malik müəyyən qidalandırıcı qarışıqdan istifadə olunur. Bu qarışıqlarda heterotrof bakteriyalar yerləşdirilir, onlarsız bakteriyalar mövcud ola bilməz. S.N.Vinoqradski bakteriyaları heterotrof bakteriyalar üçün qida rolunu oynaya bilməyən qeyri-üzvi birləşmələrin üzərində yetişdirdiyindən, onların koloniyaları belə şəraitdə böyüyə bilməzdilər. Amma həyat belə şəraitdə də davam edə bilir, qidalı mühitdə bakteriyalar yaranır və onların bəziləri ammoniyakı  $\text{NO}_2^-$ -dək oksidləşdirmək qabiliyyətinə malik olur, digərləri  $\text{NO}_2^-$ -ni  $\text{NO}_3^-$ -ə oksidləşdirə bilir:



Görünür ki, bu bakteriyalar üzvi maddələrə lazım deyil, yaşıl bitkilər kimi onlar da  $\text{H}_2\text{O}$  və  $\text{CO}_2$ -dən üzvi birləşmələr sintez etməyə qadirdirlər, amma bu sintez bitkilərdən fərqli olaraq Günəş enerjisinin hesabına deyil, ammoniyak və nitrit ionlarının oksidləşməsindən ayrılan enerji hesabına baş verir. Bu proses isə hemosintez adlanır. Sonralar hemosintez üçün digər bakteriyalar da kəşf edildi. Sərbəst oksigenlə kükürdü, ikivalentli dəmiri, manqanı, üçvalentli sürməni, hidrogeni, metanı, kömürü oksidləşdirməyə qadir bakteriyalar tapıldı. Bütün bu hallarda bakteriyalara üzvi birləşmələrin sintezi üçün lazım olan enerjini oksidləşmə reaksiyaları verirdi. Hemosintez üzvi birləşmələrin toplanmasında böyük rol oynamır, burada əsas rol yaşıl bitkilərə, fotosintezə aiddir. Amma ayrı-ayrı elementlərin iştirakı ilə suyun kimyəvi xüsusiyyətlərinin formalaşması prosesində hemosintezin rolu çox böyükdür.

Sulfidli filizlər yerin dərin qatlarında qaynar sulardan əmələgələn bir çox faydalı qazıntı yataqları üçün xarakterikdir. Bura hidrotermal mis, qurğuşun, sink, molibden, kobalt və digər yataqları aid etmək olar. Bu filizlər həmçinin pirit - dəmir 2 sulfid ( $\text{FeS}_2$ ) saxlayır [101]. Keçmiş geoloji dövrlərdə sulfidlərin əmələgəlməsi dəniz, göl, çay və artezian hövzələrinin dibində baş verirdi. Sonrakı geoloji proseslərin gedişində, məsələn dağ əmələgəlmədə əksər sulfidlər yerin səthində əmələ gələrək atmosfer yağıntıları,

qrunt və digər oksigenli suların təsirinə məruz qaldılar. Hemosintezin fəaliyyəti üçün əlverişli şərait yarandı. Nəticədə bakteriyaların iştirakı ilə sulara dəmir sulfidləri sulfata çevrilir, sərbəst sulfat turşusu əmələ gəlir. Sular sulfat turşulu olur, onlarda kationlardan  $Fe^{2+}$ , hidrogen ionları  $H^+$ , anionlardan  $SO_4^{2-}$  üstünlük təşkil edir. Sulfat turşusunun hətta 10%-li məhlulu belə bakteriyalar üçün əngəl törətmir. Filizlərin oksidləşməsi zamanı sulfat turşulu sulara mis, sink və digər azhərəkətli metallar keçir. Mikrobioloji proseslərlə yanaşı sulara oksigenin sulfidləri oksidləşdirməsi təmiz kimyəvi proseslərə aid edilə bilər. Onların istiqaməti eyni olur, amma sürətləri azalır, mikroblar bu halda güclü işləyir. Metallarla zəngin qüvvətli turş sular, süxur və ya filizlərin oksidləşdiyi bir çox ərazilər üçün xarakterikdir. Filiz kütləsinin oksidləşən hissəsi sulfid yataqlarının oksidləşmə zonası adlanır. Bu zona həm zəngin oksidləşən filizlərin toplanması baxımından, həm də dərinliklərdə yerləşən sulfidli filizlərin axtarışı baxımından böyük əhəmiyyətə malikdir. Buna görə də filizli və sulfidli yataqların oksidləşmə zonasının öyrənilməsi hidrogeologiyada böyük önəm kəsb edir.

Oksidləşmə zonası ərazilərinin sulfatlı suları kiçik çay və çay mənbələri şəklində səthə çıxırlar. Belə sulfatlı sulara malik mənbələr sulfidli filizlərin ən yaxşı kəşfiyyat əlamətləri hesab edilir. Bu səbəbdən tədqiqatçılar filizlərin kəşfiyyatı zamanı ilk növbədə çay və su mənbələrinin turşuluğunu müəyyən edirlər. Əgər sulfatlı mənbə müəyyən edilərsə, sonrakı mərhələdə filizlərin digər əlamətləri axtarılır.

Sulfidli filiz yataqlarının işlənməsi zamanı onların oksidləşmə ehtimalı artır, belə ki, şaxta və quyuların tikintisində sulfidli filizlərə oksigenin nəqli asanlaşır və tən bakteriyalar üçün əlverişli şərait yaranır. Nəticədə xüsusi turş sular əmələ gəlir, bunlar isə şaxtalarda metallik əşyaları yeyir, boruları sıradan çıxarır. Şaxta sularının çaylara, süni göl və nohurlara verilməsi onların da sulfatlaşmasına səbəb olur. Belə sular içmək üçün yararlıdır, bu sulara balıqlar və digər su heyvanları məhv olur. Belə yataqların yerləşdiyi ərazilərdə ekoloji dəyişiklik, süni sulfat turşulu landşaft yaranır. Bəzi sular yüksək miqdar piritə malikdir, oksidləşmə zamanı onlar şaxta sularına sulfat turşusu verir, şaxtada turş su axını problemi yaradır. Tən bakteriyaları yataqların işlənməsi zamanı, insanların köməkçisinə də çevrilə bilər. Filizlərin kütləsində onların fəaliyyətləri üçün şərait yaratmaqla və ora oksigenli su vurmaqla filizlərin yeraltı bakteriyal qələviləşməsi təmin edilir. Sulfatlı sular həll olan metalları quyuların digər hissələrinə verərkən onlardan faydalı komponentlər çıxarılır. Belə texnologiya progressivdir, o şaxtanın tikintisi, filizin çıxarılması, onun parçalanması və həll olmasını tələb edir. Bu çətin və mürəkkəb işləri eyni zamanda avtomatik rejimlə işləyən bakteriyalar çox asanlıqla yerinə yetirə bilər.

Mikrobioloji metodların tətbiqi filiz yataqlarına malik ərazilərin ətraf mühitinin kirlənməsinin qarşısını alır. Filizlərin bakteriyal qələviləşməsi artıq praktikada geniş tətbiq edilməyə başlanmışdır. İ.F.Vovk ehtimal edir ki, sulfidlərin oksidləşməsi dərin sukeçirici laylarda sərbəst oksigenin, suyun radioliz məhsulunun hesabına mümkün olur. Əmələgələn sulfat turşusu süxurların tərkibindəki bir çox metalları qələviləşdirir. Təbii ki, bu proseslər yüksək radioaktiv süxurların iştirakı üçün xarakterikdir [102]. Sərbəst oksigen yalnız sulfidləri deyil, həm də kükürdün özünü də oksidləşdirir. Onun oksidləşməsində də bakteriyalar iştirak edir. Piritin oksidləşməsində olduğu kimi, burada da sərbəst sulfat turşusu əmələ gəlir. Bu kəşf yalnız geokimyayın deyil, həm də əksər təbii ehtiyatların öyrənilməsi tarixində yeni səhifə açmışdır.

*Oksigenli geokimyəvi baryer.* Oksigensiz sular əksər hallarda hidrogen sulfid, iki valentli dəmir və digər elementlərə malik olur. Əgər belə suların miqrasiyası zamanı oksigenli sular və ya havanın oksigeninin miqdarı artırsa, onda bu yerlərdə oksigen baryeri yaranır. Suların tərkibindən asılı olaraq onlarda, yüksək qatılıqda dəmir, manqan, kükürd və digər elementlər ola bilər.  $Fe^{2+}$  və  $Mn^{2+}$ -in oksidləşməsi çirkli sulara, bataqlıq və dərin artezianların üst qatlarında baş verir. Dəmirin toplanması qonur dəmir filizi lövhələri şəklində meydana çıxır.

Akademik F.V.Çuxrov sübut etmişdir ki, dəmir hidroksidlərinin sulardan sürətli çökməsi zamanı ilk növbədə efemer ferrihidrit mineralı ( $2,5 Fe_2O_3 \cdot 4,5 H_2O$ ) çökür. Bu çöküntü kristallik quruluşuna görə hematitə oxşardır.

Oksidləşmə prosesində dəmirli bakteriyalar xüsusi rol oynayır. Sonrakı prosesdə ferrihidrit hematit və ya hetitə çevrilir. Oksigen baryerində yavaş oksidləşmə zamanı hetit əmələ gəlir. Oksigen baryeri dəmir filizli termal sular olan ərazilərdə də yaranır, burada dəmir hidroksidləri toplaşır. Onlar Qırmızı dəniz hövzəsi üçün xarakterikdir. Bu zonanın yeraltı oksigen baryerində ferrihidrid çöküntü qatlar şəklində yığılır. Bu mineral termal suların çıxışında da əmələ gəlir.

Hidrogen sulfid və oksigenli suların birləşməsi zamanı xüsusi kükürdlü bakteriyalar hidrogen sulfidi elementar kükürdə oksidləşdirir. Oksigenli baryer demək olar ki, bütün hidrogen sulfidli mənbələr üçün xarakterikdir. Su onların çıxışında kiçik təbii kükürd damcılarında bulanır və ayrılmış süd şəklini alır.

Keçmiş geoloji dövrlərdə Fərqanə vadisində (Şorsu), Türkmənistanında (Qaurdağ), Karpatyum yanında hidrogen sulfidli su mənbələrində oksigenli baryerlərdə saf, təbii kükürd yataqları yaranmışdır. Karpatyanı kükürdün yataqları yer qabığının iri sınıma xətlərinə qədər uzanmış və uzun

müddət oradan hidrogen sulfidli sular axmışdır. Yaponiyanın kraterli göllərində vulkanik hidrogen sulfidin oksidləşməsi və iri həcmli vulkanik kükürd yataqlarının əmələgəlməsi baş verir.

Biz sulara həll olan sərbəst oksigenin nə qədər böyük rol oynadığının şahidi olduq. O, digər elementlərin miqrasiya şəraiti, gəloji xüsusiyyətləri, baryerlərdə elementlərin qatılığını müəyyən edir. Məhz bu səbəbdən suların geokimyəvi təsnifatında oksigenli suların xüsusi növ sular olduğu və yüksək taksonomik rütbəyə malik olduğu nəzərə alınmalıdır.

*Sularda hidrogen sulfid.* Bir çox sulara hidrogen sulfid həll olmuş haldadır. Bəzi yerlərdə sular yüksək hidrogen sulfidli və ya sulfidli olmaqla balneoloji əhəmiyyət daşıyır. Soçi Maçesta, Pyatiqorsk və digər kurortlar öz səhrətlərini hidrogen sulfid və onun törəmələrinə borcludur. Hidrogen sulfidin ümumi miqdarı yeraltı sulara adətən 50 mq/l təşkil edir, amma ayrı-ayrı neft-qaz yataqlarında onun miqdarı 1000-3000 mq/l-ə qədər yüksəlir. Yalnız Bolqarıstanın bəzi neft yataqlarında onun miqdarı ən yüksək həddə-10 000 mq/l (10 q/l) çatır.

Hidrogen sulfidli sular şoran torpaqlarda, duzlu göllərin lillərində, okean və dəniz lillərində, dərin yeraltı sulara aşkar edilmişdir. Qara dəniz (200 metr dərinlikdə), Norveçin bir sıra fiordlarının (qayalı sahilləri olan dar və girintili - çıxıntılı körfəzləri) suları hidrogen sulfidlə zəngindir. Bir sıra termal sular da hidrogen sulfid və onun törəmələrinə malikdir. Gürcüstanın termal suları 0,01-0,02 q/l hidrogen sulfidə malikdir. Sularda hidrogen sulfid sərbəst, həll olmuş və dissosiasiya etmiş formada  $HS^-$  və  $S^{2-}$  ionları formasında mövcud olur. Sularda  $H_2S = H^+ + HS^- \leftrightarrow S^{2-} + H^+$  tarazlığı mövcuddur. Turşuluqdan asılı olaraq güclü turş sulara  $H_2S$ , neytral və qələvili sulara  $HS^-$ , yüksək qələvili sulara isə  $S^{2-}$  ionları üstünlük təşkil edir. Bu səbəbdən A.M.Ovçinnikov sulfidli suları iki qrupa: pH < 7,5 olan hidrogen sulfidli sular (bu sulara sərbəst  $H_2S$  üstünlük təşkil edir) və pH > 7,5 olan hidrosulfidli sulara (bu sulara isə  $HS^-$  hökmranlıq edir) ayırmışdır. Bu qruplar da öz növbəsində hidrogen sulfidin ümumi miqdarına görə təsnifatlaşdırılmışdır. Bu təsnifat zəif, orta və yüksək qatılıqlı hidrogen sulfidə görə müəyyən edilir. Deməli aparıcı ionların tərkibinə görə hidrogen sulfidli sular çox rəngarəng və müxtəlifdir. Bu müxtəliflik şirin hidrokarbonatlı kalsiumlu sulardan xloridli şorabalara qədər geniş bir spektri əhatə edir.

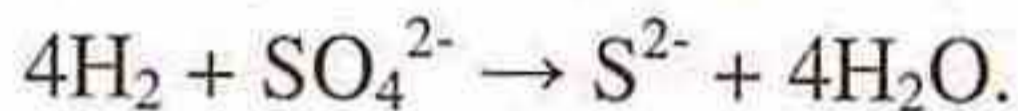
Analitik kimiyada hidrogen sulfidlə çökdürülən elementlərin böyük miqdarı müəyyən edilmişdir. Yer qabığında hidrogen sulfid və onun törəmələri ( $HS^-$ ,  $S^{2-}$ ) sulardan bir sıra metalları çökdürür. Buna görə də hidrogen sulfidli sular aşağı miqdarları ilə xarakterizə olunur. Belə sulara qarışan süxurlar qara, boz, yaşıl və digər soyuq tonlara malik olur. İsti ton rəngləri bu sular üçün xarakterik deyil, belə ki, süxurların əsas boyası hesab

edilən üçvalentli dəmir hidrogen sulfidlə asan reduksiya olunaraq pirit və digər sulfidlər əmələ gətirir.

*Hidrogen sulfidin əmələgəlməsi.* Yerin səthində, dəniz və okeanlarda, soyuq və zəif termal yeraltı sulara hidrogen sulfid əsasən sulfat reduksiyaedici bakteriyaların köməyi ilə əmələ gəlir. Bu zaman optimal temperatur 25-30<sup>0</sup>C-yə müvafiq olur, amma bu bakteriyalar daha qaynar sulara 75-85<sup>0</sup>C temperaturda da işləyə bilər. 1 ml lay suyunda bakteriyaların miqdarı 100 000-ə çatır. Bu bakteriyalar üzvi maddələri və sulfatları karbon qazı və hidrogen sulfid əmələ gəlmək şərti ilə parçalayır. Bu proses aşağıdakı sxemə uyğun gəlir:



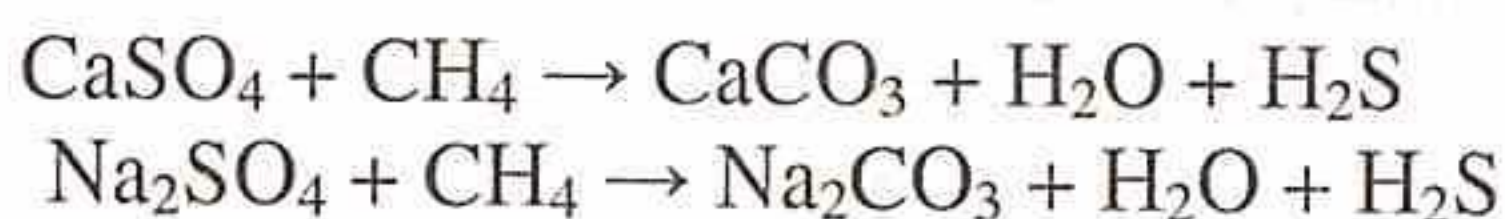
Bakteriyalar üçün bu reaksiya tənəffüs aktı rolunu oynayır: sulfatlardan oksigen qoparan bakteriyalar onları üzvi maddələrə oksidləşdirir. Bu zaman ayrılan enerji (Q) mikrobların həyati prosesləri üçün istifadə edilir. Reduksiya olunmuş kükürd hidrogen sulfid şəklində ayrılır, oksidləşmiş karbon isə karbon qazı şəklində xaric olur. Sulfatla reduksiya o yerlərdə baş verir ki, orada kömür, çürüntü, torf, bitum və digər üzvi birləşmələr sərbəst oksigen daxil olmadan sulfatların iştirakı ilə parçalanırlar. Elə bakteriyalar da məlumdur ki, onlar üzvi maddələrin iştirakı olmadan sərbəst oksigeni oksidləşdirirlər:



Əlverişli şəraitdə bu bakteriyalar 1 litrdə 3q H<sub>2</sub>S toplaya bilər. Hidrogen sulfid sulfat reduksiyaedici bakteriyalar üçün zəhərli deyil, bununla belə onlar 1 litrdə bir neçə qram hidrogen sulfid toplaya bilirlər.

Çöl və səhralardakı duzlu göllərin lillərində sulfatlar, müxtəlif yosun və kiçik heyvanların qalıqları var. Göründüyü kimi, lillərdə üzvi maddələrin oksidləşməsi üçün sərbəst oksigen çatışmır və onlarda kükürdsüzləşmə inkişaf edir. Əmələgələn hidrogen sulfid üçvalentli dəmir hidrosidlərini reduksiya edir. Nəticədə kolloid mineral lillərə qara rəng verən hidrotroilit əmələ gəlir. Onun formulu Fe(HS)<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O ilə ifadə olunur. Belə qara, duzlu hidrogen sulfid iyli lillər, bir çox duzlu göllər və şorabalar üçün xarakterikdir. Onlar bir sıra ağır xəstəlikləri müalicə etmək qabiliyyətinə malikdir. "Müalicəvi palçıq" adı ilə çox qədimdən tibbdə istifadə edilir. Belə müalicəvi palçığa malik kurortlar Odessa limanında, Krımda (Soki), Tacikistanda (Oksykon) yerləşir. Sulfat reduksiyaedici bakteriyalar yerə basdırılmış boru və digər metallik materialların korroziya sürətini artırır. Bu səbəbdən ölkə iqtisadiyyatı hər il küllü miqdarda zərərə məruz qalır.

Yalnız kükürdsüzləşmə hidrogen sulfidi generasiya etmir. Bu qaz oksigen olmadan zülal və digər üzvi birləşmələrin parçalanması zamanı əmələ gəlir. Hidrogen sulfid həm də təmiz kimyəvi yolla əmələ gələ bilər. Bu zaman mikroorqanizmlərin iştirakına ehtiyac olmur. Beləliklə yer qabığının üst hissəsində biokimyəvi proseslər həlledici əhəmiyyətə malikdir. Bir sıra qaz yataqlarında hidrogen sulfid yüksək temperatura görə kükürdsüzləşmə qeyri-mümkün olduğu dərinliklərdə yerləşir. Belə hidrogen sulfid, ABŞ, Kanada, Fransa, Almaniya qaz yataqlarında aşkar edilmişdir. Sovetlər Birliyində o, Orta Asiya və Orenburq vilayətinin qaz yataqlarında müşahidə olunur. Bu qaz kükürd mənbəyi kimi böyük maraq kəsb edir. Yerin dərinliklərində yüksək temperatur oblastında ( $100^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı), hidrogen sulfid üzvi maddələrin termiki parçalanması zamanı, sulfidlərlə mübadilə reaksiyalarında, sulfatların metallarla kimyəvi reduksiyası zamanı əmələ gəlir. Məsələn:



Bu reaksiyalar  $100-200^{\circ}\text{C}$ -də baş verir,  $500^{\circ}\text{C}$ -də sulfatlar tam reduksiya olunur. Güman edilir ki, hidrogen sulfid yeraltı sulara maqmatik ocaqların dərin qırılmalarında iştirak edir.

1974-cü ildə A.V.Şerbakov və digərləri tərəfindən Sovetlər Birliyinin qaz hidrogeokimyəvi xəritəsi tərtib edilmişdir [103]. Bu xəritə vasitəsi ilə hidrogen sulfidin yayılma qanunauyğunluğunu müəyyən etmək mümkündür. Hidrogen sulfidli suların bir neçə növü litosfer qatının dərinlik ölçülərinə və temperaturun artmasına görə müəyyən edilmişdir: hidrogen sulfidli-azotlu, hidrogen sulfidli-karbonatlı, hidrogen sulfidli-karbonat-metanlı növlər qanunauyğun olaraq bir-birinə qarışmışlar. Hidrogen sulfidli sular artezian hövzələri-yer qabığının qırılma sahələri üçün xarakterikdir. Sulfatlı süxur layları saxlayan neft-qaz zonal ərazilərdə toplaşan hidrogen sulfid Zavoljye, Ural və Şimali Qafqazda müşahidə olunur. Əksinə, tektonik qalxmalarda (Kareliya, Kolsk yarımadası, Karpat-Qafqaz silsilələri, Krım dağları, Ukrayna, Voronej kristallik massivi və s.) hidrogen sulfidli sular az müşahidə olunur.

*Hidrogen sulfidli geokimyəvi baryer.* Belə baryer oksigenli sularla hidrogen sulfidli suların kantaktı zamanı əmələ gəlir. Bu baryer sulfidli filizlərin əmələgəlməsində böyük rol oynayır, mis, qurğuşun, sink və digər metalların iri həcmli yataqları öz mənşəyinə görə bu baryerə borcludur. Onun yaranma tarixi 1 milyard ildən artıqdır. Tarix boyu bu baryer kükürdsüzləşmənin inkişaf etdiyi bir çox ərazilər üçün xarakterikdir.



Şərqi Qafqazın hidrogeokimyəvi kəsiminə nəzər saldıqda oksigenli- azotlu sular, hidrogen sulfidli- azotlu sular, metanlı sular, karbon qazlı- etanlı sular, hidrogen sulfidli- karbon qazlı- metanlı suların formalaşması ortaya çıxır.

Bu zaman suların formalaşması dərinlik və temperaturun dəyişməsindən asılı olur. İsti hidrogen sulfidli-karbon qazlı-metanlı sular 4000 metrdən 5000 metrədək dərinliklər üçün xarakterikdir. Su təzyiqli qalın laylar bu suların təbii germetizasiyasını təmin edir [104]. Keçmiş geoloji dövrlərin tam öyrənilməməsi şəraitində sularda sənaye əhəmiyyəti olan metalların və digər faydalı komponentlərin çıxarılmasında çətinliklər yaranırdı. Perm dövründə dənizin dibində əmələ gələn məşhur mis yataqları Almaniyaya və Polşada yerləşmişdir. L.M.Lurye, A.K.Lisiçin belə yataqların əmələgəlmə modelini işləyib hazırlamışlar. Bu modelə görə mis və digər metallar perm dənizinin hidrogen sulfidli lillərində toplaşmışdır. Bu halda məlum olur ki, metalların mənbələri qara lillərin yuduğu qırmızı rəngli süxurlar olub, məsələrdə yerləşmişlər. Metalların toplanmasının digər mexanizmi isə ehtimal ki, dəniz lillərində aşağı poliezoy və kembriyaya qədərki dövrlə əlaqələndirilir. Bu lillərdən əmələgələn qara rəngli kömürlü şistlər (lay-lay quruluşlu süxur) adətən mis, nikel, molibden, qızıl və digər metallarla zəngin olur. Onların miqdarı çox olmasa da, ümumi ehtiyatları böyük rəqəmlərlə ölçülür, çünki şistlər bütün materiklərdə rast gəlir. Lakin qeyd edilməlidir ki, şistlərdə metalların toplanması prosesi hələ də tam aydınlaşdırılmamışdır. Akademik S.S.Smironov qara şistləri gələcəyin filizləri adlandırmışdır. Əlbəttə aşağı poliezoy dənizlərinin bütün lilləri metallarla zəngin olmadığından poliezoy şistlərinin böyük əksəriyyəti filizsiz hesab olunur. Hidrogen sulfid çəpəri termal sularda filiz əmələgəlmənin əhəmiyyətini artırır. Qırmızı dənizin dərin qatlarında tərkibində metal saxlayan isti məhlullar hidrogen sulfid çəpərində sulfid oksidləri ələlə gətirməklə çökürlər. Bu zaman sularda qara rəngli lay formalaşır. Bu layda sfalerit mineralı üstünlük təşkil edir, lakin laylarda az da olsa pirit və xalkopiritə də rast gəlinir. 13-25 min il ərzində burada tərkibində 3 milyon tondan artıq sink, 800 min ton mis və 100 min ton qurğuşun olan filiz layları yaranmışdır. Hidrogen sulfidin mənbəyi kimi sulfatlı süxurlar, dəniz və yeraltı suların sulfatları  $SO_4^{2-} \rightarrow H_2S$  reaksiyasına uyğun olaraq çıxış edirlər. Bu fakt nişanlanmış atomlarla kükürd izotoplarının analizi ilə də təsdiq olunur [105].

Hidrogen sulfid baryeri bir çox hidrotermal sulfidli filizlərin əmələgəlməsində böyük rol oynamışdır. Metallar karbon qazlı sularda yerləşmişlər, bu zaman çökmə faktoru hidrogen sulfidin lokal qatılıqları olmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, bəzi hidrotermal sulfidli filizlər kükürdü yağıntı

sulfatlarından alır (A.İ.Vinoqradov). O, sulfid filizlərinin əmələ gəlməsi zamanı metal mənbələri ilə hidrogen sulfidin bir mənbədə yerləşdiyini güman edirdi. Bütün hallarda hidrogen sulfid baryerinin mövcudluğu yuxarıdakı faktları təsdiq edir. Bu baryer həm də bəzi qeyri-sulfid filizlərinin (məsələn uran filizlərinin) əmələgəlməsində xeyli əhəmiyyətli rol oynayır. Bu qiymətli intellektual nəticədir.

*Hidrogen sulfidli sular.* Hidrogen sulfid və onun törəmələri olan  $HS^-$  və  $S^{2-}$  - in geokimyəvi rolu çox böyükdür, belə ki, onlar əksər kimyəvi elementlərin, xüsusilə də həll olmayan sulfidlərin miqrasiya şəraitini təmin edir. Hidrogen sulfid baryeri bir çox filiz yataqlarının əmələgəlməsinə vəsile olur. Bütün bunlar hidrogen sulfidli suların öz taksonomik rütbəsinə görə oksigenli sulardan sonra ikinci geokimyəvi növ sular olduğunu söyləməyə əsas verir.

*Sərbəst hidrogen.* Bu qaz bataqlıqlarda, lillərdə, xüsusilə də dərin yeraltı sularda mövcuddur. Hidrogenin əmələgəlmə prosesi müxtəlifdir. Biosferdə anaerob bakterialar xüsusi rol oynayır. Onlar arasında üzvi maddələri parçalayaraq hidrogen ayıran bir çox növlər mövcuddur. Buna misal olaraq hüceyrələrdə "hidrogen qıcırması" sistemik reaksiyasını göstərmək olar:



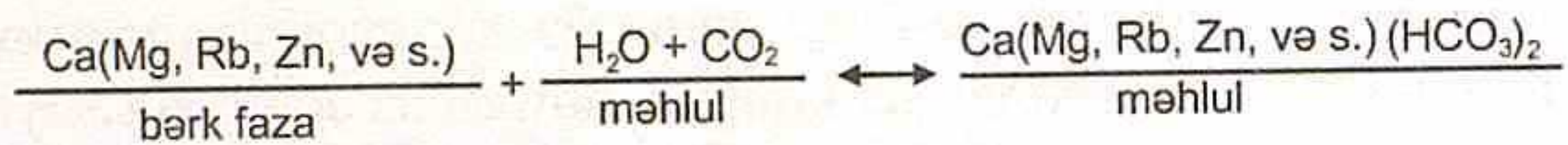
Yeraltı sularda hidrogen əmələgətirici bakteriyalar çöküntü süxurları, torpaq və lil müəyyən edilmişdir. Neft-qaz strukturlarında 1 litr yeraltı suda adətən birdən on kub santimetrə qədər hidrogen həll olur. Amma elə sular var ki, 1000 sm<sup>3</sup> hidrogen saxlayır. Yerin dərinliklərində, maqma, vulkan ocaqlarında, laylı termal sularda hidrogen abiogen yolla əmələ gəlir. Küllü miqdar sərbəst hidrogen bir sıra püskürülmüş vulkanlardan ayrılır. Hidrogenin əmələgəlməsi üzvi maddələrin termokatalitik parçalanması zamanı, həmçinin radioaktiv şüalanma- radioliz növlü reaksiyalar hesabına da mümkündür. Sərbəst hidrogen püskürmüş və çöküntü dağ süxurlarında tapılmışdır. Qaz- maye daxil olmuş mineralların öyrənilməsi zamanı onların tərkibində bu qazın varlığı müəyyən edilmişdir.

Sərbəst hidrogen bir çox təbii suların əsas komponentidir. Onlarda hidrogen reduksiyaedici, reduksiyaedici baryeri formalaşdırır. Hidrogen potensiomatik metodla həm hidrogen sulfidli, həm də hidrogen sulfidsiz sularda müəyyən edilmişdir.

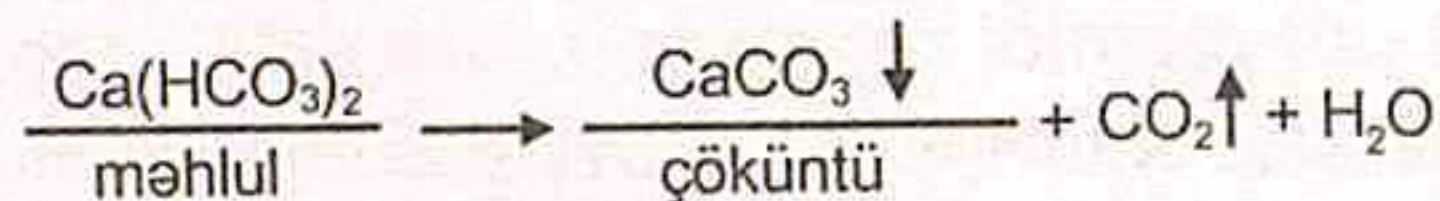
*Suların qazsızlaşması və kimyəvi elementlərin qatılaşması.* Sularda təzyiqin artması ilə qazların həll olması artır. Buna görə də artıq 2-3 km dərinliklərdə yeraltı sular yerin səthinə nisbətən daha çox qaza malik olur.

Belə ki, okean və dənizlərdə yalnız  $20 \text{ sm}^3/\text{l}$  qaz olduğu halda, yeraltı sulara 1-4 km dərinliklərdə  $500 \text{ sm}^3/\text{l}$  qaz olur. Bəzi ərazilərdə yeraltı suların bir litrində  $1000-1500 \text{ sm}^3$  qaz müşahidə olunur.

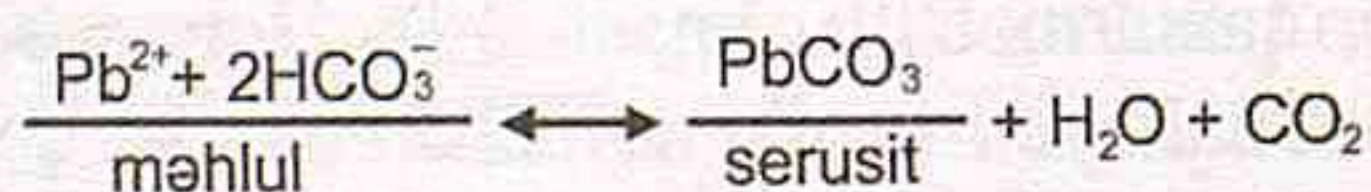
Təzyiqin kəskin azaldığı yerlərdə yeraltı sulara tarazlıq pozulur, onların qazsızlaşması baş verir, həll olan elementlər bərk və ya qaz halında ayrılır. Belə sahələr termodinamik baryerlər adlanır. Onlar xüsusilə karbon qazının təzyiqinin aşağı düşdüyü karbon qazlı sular üçün xarakterikdir. Onun yüksək miqdarına görə sulara kalsit və digər karbonatlar asan həll olur. Reaksiya aşağıdakı sxemə uyğun gəlir:



Oxşar vəziyyət yerin yüksək təzyiqli dərinliklərinə aiddir, amma çox miqdar karbon qazı hasil edilən torpağın yuxarı laylarına da şamil edilə bilər. Termodinamik baryerdə təzyiqin aşağı düşdüyü yerlərdə sulardan kalsit və digər karbonatlar çökür, deməli reaksiya tərs istiqamətə yönəlir və karbon qazı atmosfərə keçir:



Beləliklə, karbon qazlı mənbələrin çıxışında məsaməli əhəngli tuflar-travertinlər əmələ gəlir. Bəzi yerlərdə bu hadisə nəhəng ölçülərə çatır. Bu hadisə Muxtar Respublika ərazisində də aydın müşahidə olunan nəticələri ilə geoloqlara məlumdur. Oxşar mexanizm kalsitli laylı torpaqlarda da müşahidə olunur. Geokimiyəçi L.D.Kuderin Qazaxstanın bir sıra yataqlarında termodinamik baryerə maraqlı nümunə göstərmişdir [106]. Burada cavan gilli və qumlu yığımlar qədim qurğuşun və misə malik sulfidli filizlər saxlayan əhəngləri örtür. Güman edilir ki, gillərlə örtülmüş kəsiklərin əmələ gəlməsi zamanı onlarda  $\text{Pb(HCO}_3)_2$ -yə malik hidrokarbonatlı sular yuxarı qalxır. Karbon qazının yüksək miqdarı dərinliklərdə sulfidli filizlərin oksidləşməsi, əhənglərlə qarışaraq sulfat turşusunun əmələ gəlməsi ilə izah edilir. Kəsiklərin yuxarı hissələrində karbon qazının təzyiqi kəskin azalır, karbonat tarazlığı pozulur. Bu qurğuşun karbonat - serusit mineralının çökməsi, gillərin damarlara dolması ilə müşayiət olunur:



Hidrotermlərdə karbon qazının təzyiqinin azalması metalların karbonat komplekslərinin parçalanmasına və sonuncuların çökməsinə gətirib çıxarır. Q.B.Naum və A.İ.Tuqarin hidrotermal filiz yataqlarına daxil olan minerallarda qaz-maye sızıntılarını öyrənmiş və müəyyən etmişlər ki, onların bəzilərinə karbon qazının miqdarı məhlulların hərəkəti istiqamətində kəskin azalaraq 80q/l-dən 5q/l-ə çatır. Bununla karbonat kompleksləri dağılır və termodinamik baryerdə filizli mineralların kalsit damarları əmələ gələ bilər. Göstərilən hallarda karbon qazının qazsızlaşması müxtəlif səbəblərə - tektonik qalxmalara, dərinliklərdə boşluqların dolmasına, səth sularının azalmasına əsaslanır, amma hadisələrin geokimyəvi mahiyyəti eyni olaraq qalır.

Akademik A.B.Siderenko qazsızlaşmanın geoloji tarixinə nəzər saldıqda yer qabığının qazla tənəffüs etməsi qənaətinə gəlmişdir. Dərin kəsik zonaları, vulkanlar tənəffüsün həyata keçdiyi nəfəs almalardır. Müxtəlif geoloji dövrlərdə qazların miqrasiyası özünə məxsus xüsusiyyətlərə malik olmuşdur. Çökmüş üzvi qalıqların məhvi zamanı təzyiqin artması ilə sərbəst qazlar suda həll olur. Tektonik qalxmalar və dağəmələgəlmə zamanı çatların yaranması artır, yarıqlar formalaşır. Nəticədə təzyiq azalır, yeraltı sulara sərbəst qazların ayrılması asanlaşır. Beləliklə, dağəmələgəlmə, vulkanizm, tektonik qalxma dövrləri, yerin dərinliklərinin güclü qazsızlaşması, qazların həll olduqları sularla birlikdə yerin səthinə miqrasiyası dövrləridir.

## 5. Təbii suların geokimyəvi təsnifatı

V.İ.Vernadski təbii suların geniş təsnifatını işləmiş və 480 su növünü müəyyən etmişdir. Bununla belə alim öz təsnifatını natamam adlandırmış və suların ümumi sayının 1500-dən yuxarı olduğunu qeyd etmişdir.

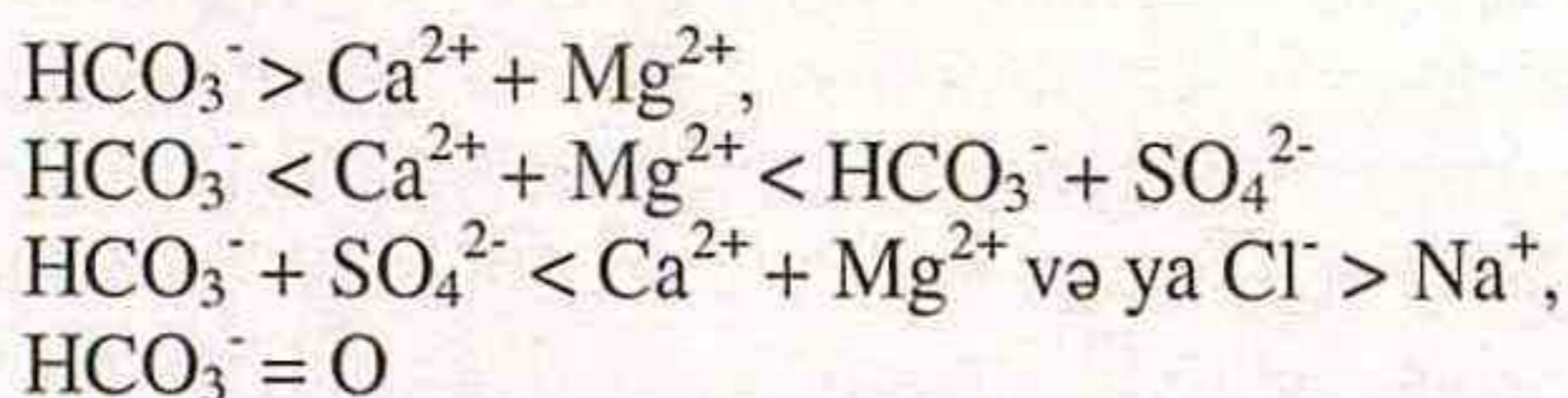
Təbii suların təsnifatlaşdırılması zamanı V.İ.Vernadski suların aqreqat halını, onların ümumi minerallaşmasını (şirin, duzlu sular, şorabalar və s.), qaz tərkibini (oksigenli, hidrogen sulfidli, karbon qazlı və digər sular), həll olan əsas komponentləri, mineral və üzvi kolloidləri nəzərə almışdır. Təbii suları o, üç yarımqrupa: bərk faza sular, qaz halında faza təbii sular və maye təbii sulara ayırmışdır. Bu yarımqruplar içərisində o sinifləri, hökmran, yarım-hökmran, ailə və növləri də qeyd etmişdir.

*İon tərkibinə görə suların təsnifatı.* Müəyyən edilmişdir ki, suyun ion tərkibi onun zəruri geokimyəvi qabiliyyətini, xalq təsərrüfatında və tibbdə istifadə imkanlarını, su təhcizatını və s. təmin edir. Bu problemə həsr olunmuş məlumatların həcmi çox genişdir. Bu isə suyun ion tərkibinə görə təsnifatının zəruriliyini ortaya çıxarır, bu zaman üstünlük bu və ya digər Bir

sıra müvafiq təsnifatlar mövcuddur, amma oxşar hallarda bütün müəlliflər hesab edir ki, kationlara nisbətən anionların əhəmiyyəti daha yüksəkdir. Nəticədə sular üç əsas sinfə (hidrokarbonatlı və karbonatlı; sulfatlı; xloridli) ayrılır. İon tərkibinə görə bu təsnifat Naxçıvan Muxtar Respublikasının ərazisindəki sulara da şamil edilə bilər. Üstünlük təşkil edən anion və kationlara görə suların bölgüsündə siniflər qruplara, qruplar növlərə ayrılır və bu təbii sular ailəsi çox geniş diapazonu əhatə edir.

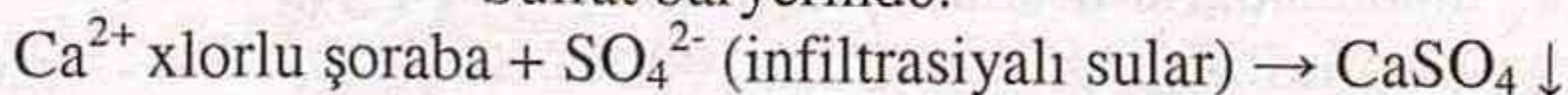
Əsas anion və kationlara görə təbii suların təsnifatı şəkil 2.4-də verilir.

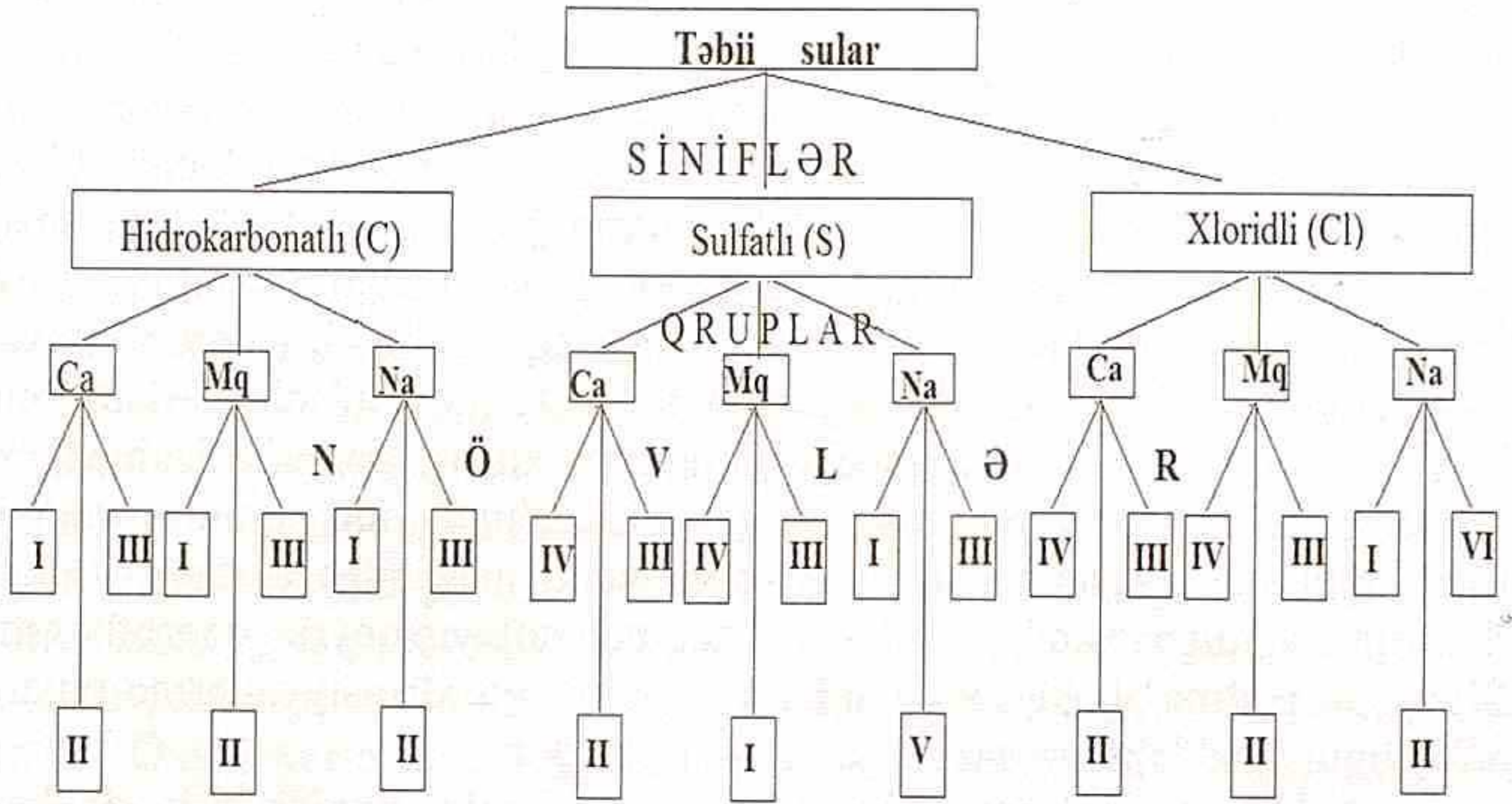
O.A.Alekin suyun göstərilən siniflərini üstünlük təşkil edən kationların üç qrupuna görə sıralamışdır: kalsiumlu, maqneziumlu və natriumlu [53]. Qruplarda ionların nisbətinə görə dörd növ su müəyyən edilmişdir:



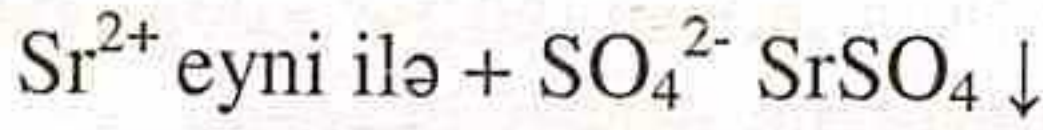
( $\text{HCO}_3^-$ - $\text{Ca}^{2+}$ ) hidrokarbonatlı kalsiumlu sular. Bu sular tundra, tayqa, qarışıq yarpaqlı meşələrdə və bu kimi rütubətli iqlimə malik landşaftlarda üstünlük təşkil edir. Volqa, Don, Dnepr, Yenisey və bir sıra iri çaylar, Baykal, Oneqa kimi göllər, bir çox qrunut suları belə tərkibə malikdir. Artezian hövzələrinin lay-lay sularında, çat sularında, püskürülmüş süxurlarda kationlar arasında ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ionları, anionlar arasında  $\text{HCO}_3^-$  üstünlük təşkil edir. Bu sular içmək və su təchizatı üçün yararlı şirin sulardır. Məlum suların əmələgəlməsi dağ süxurlarının ovulub çıxarılması, məhlula  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  ionlarının keçməsindən asılıdır. 1926-cı ildə V.İ.Vernadski özünün məşhur "Biosfera" əsərində göstərirdi ki, materikin səthi və qrunut suları üçün kation və anionların mənbəyi dağ süxurları deyil, torpaqdır. Torpaqlarda bitki qalıqlarının parçalanması suyu karbon qazı ilə təmin edir ki, o da öz növbəsində həll olaraq suları  $\text{HCO}_3^-$  anionları ilə zənginləşdirir. Sularda ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ionlarının üstünlük təşkil etməsi bitki qalıqlarının parçalanması zamanı onun suya daxil olması ilə əlaqədardır. Canlı maddədə az miqdar maqnezium və natriumun olması onların sularda da miqdarını müəyyən edir. Çay və göl suları üçün üzvi qalıqların parçalanması ilə bərabər, belə hövzə və su mənbələrinin sakinləri olan orqanizmlərin də fəaliyyəti böyük əhəmiyyət daşıyır.

Sulfat baryerində:

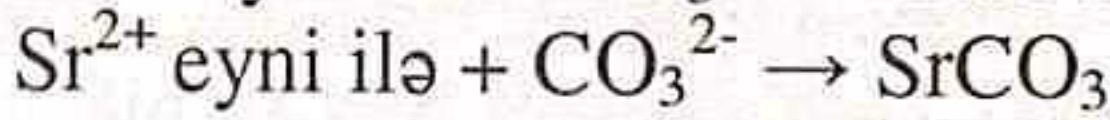
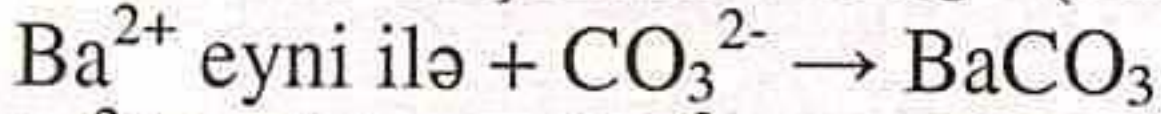
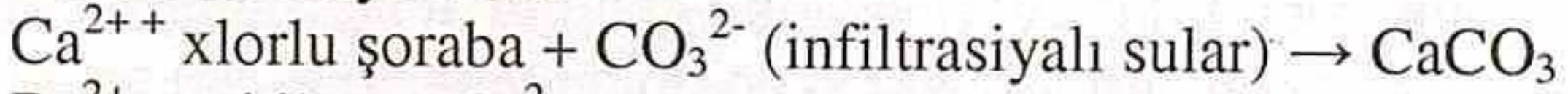




*Şəkil 2.4. Üstünlük təşkil edən anion və kationlara görə suların təsnifatı*



Karbonat baryerində:



Süxurun gipsləşməsi—( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), süxurların kalsiumlaşması ( $\text{CaCO}_3$ ) belə baş verir. Kalsit damarı, qıps, barit ( $\text{BaSO}_4$ ), selestin ( $\text{SrSO}_4$ ), stronsianat ( $\text{SrCO}_3$ ), viterit ( $\text{BaCO}_3$ ) əmələ gətirir.

İon reaksiyalarının öyrənilməsi zamanı kimyəvi termodinamika xüsusi rol oynayır. Bu reaksiyaların istiqaməti mineralların əmələgəlmə şəraitini müəyyən etməyə imkan verir. Bir çox hallarda məsələnin keyfiyyətə həlli məşhur Le-Şatelye prinsipinə əsaslanır. Bu prinsipə görə tarazlıq sistemlərində dəyişiklik xarici qüvvələrin əks təsiri istiqamətində baş verir. Məsələn, payız fəslində temperaturun aşağı düşdüyü zaman duzlu göllərin suyundan minerallar çökməyə başlayır, bu isə istiliyin əmələgəlməsi ilə müşahidə olunur. Əksinə, yazda temperatur yüksəldikdə bu minerallar həll olur və istilik udulur.

İonlar arasındakı nisbətlərə əsasən A.A.Brodski, M.Q.Valeşko, K.E.Pitevoy, R.A.Priklonski, V.A.Sulin, N.İ.Tolstixin, S.A.Şukareva və digər-

ləri tərəfindən suların kimyəvi təsnifatı verilmişdir. Birləşmələrin riyazi nəzəriyyəsi (qruplaşması) və bir sıra ümumiləşmələrdən istifadə edən O.S.Djikiya 1963-cü ildə ion tərkibinə görə təbii suların 625 sinfini qeyd etmişdir. Bu analogi yanaşmalar suyun tərkibinin kimyəvi analizləri üçün çox faydalıdır.

Buradan belə bir sual ortaya çıxır: nəyə görə ion tərkibinə görə təsnifat suyun universal təsnifatı olmaq iddiasına deyil, ion tərkibi özünün böyük elmi və praktiki əhəmiyyəti ilə bütün suların geokimyəvi özünəməxsusluğuna iddia edir. Bir çox hallarda ion tərkibinə görə suyun təsnifatının rolu aydın şəkildə arxa plana keçir. Bu onunla əlaqədardır ki, sulara kimyəvi elementlər həm ion, həm də qeyri-ion formada mövcud olur. Məhz buna görə ionların xassələri su miqراسiyasının bütün xüsusiyyətlərini izah edə bilmir. Bəzi suların səciyyəvi xüsusiyyətlərinin izahında onlar ümumiyyətlə istifadə olunmur. Oxşar hallarda altıkomponentli tərkibdən istifadə, ionların radiusları və digər xarakteristikaları haqqında anlayış qeyri - qənaətbəxşdir. Müəyyən edilmişdir ki, əksər suların geokimyəvi xüsusiyyətlərinə onlarda həll olmuş maddələr və qazlar güclü təsir göstərir.

N.İ.Tolstixinə görə təbii sular üç sinifə ayrılır. Bunlar: şirin, duzlu və şoraba sularıdır. Alim hesab edir ki, təbii suların təsnifatı yalnız onların geokimyəvi xüsusiyyətlərini deyil, həm də fiziki-geoloji əlamətlərini, su mənbələrinin xarakterini də müəyyən edir. O, əsasən hökmran, yarım-hökmran və ailəvi suları ayırmışdır. Belə ki, təbii sular üç hökmran: səth, yeraltı və dərinlik sularına ayrılır. Ailəvi sulara: göllər ailəsi, bataqlıq, çay, təbəqə suları, mineral mənbələrin suları və s. aiddir.

“Bütün bu təsnifatlar həyatın yaratdığı anlayışlardır”- V.İ.Vernadski yazırdı. Misal üçün, alim iki ailəvi hökmran yerüstü sulara nəzər salmışdır:

*Çaylar ailəsi (növlər):* O-Ca-C, O-Na-Ca-S, adi çaylar (hər ikisinin qarışığı, tundra çayları C-O-Ca-C-Na), qara boz tropik çaylar (O-C-N-Ca-Si-Na).

*Bataqlıq suları ailəsi:* 1) Torflu sular, 2) Bataqlıq suları, 3) Rəngli (ağ, qırmızı, qonur) bataqlıq suları, 4) Ağaclı bataqlıq suları, 5) Dəmirli bataqlıq suları, 6) Sərbəst sulfat turşulu bataqlıq suları, 7) Tropik bataqlıq suları, 8) üzvi mənşəli bataqlıq suları və s.

Qeyd etmək lazımdır ki, V.İ.Vernadskinin təklif etdiyi təsnifata görə suların tərkibi əsasən ion forma, sonralar isə elementar formaya uyğun gəlir. Hal-hazırda istifadə edilən mikroelementar tərkib məhz V.İ.Vernadskinin təklif etdiyi formaya əsaslanır. Beləliklə, V.İ.Vernadski təsnifatı yalnız geokimyəvi xüsusiyyətləri deyil, həm də fiziki-coğrafi şəraiti, suların tərkibi və müxtəlif ərazilərdə yayılması xüsusiyyətlərini əhatə edir [107]. Bu təsnifat mövcud təsnifatların ən dəqiqi, ümumi və hərəkətli olmaqla, öz elmi əhəmiyyətini bu gün də qoruyub saxlayır. İstənilən təsnifat, təsnifatlaşdırılan

obyektlərin ümumi əlamətlərinə əsaslanır. Bu halda onların ən vacib və lazımlı olanları iri meyarların (tip, sinif və s.) ayrılması, ikinci dərəcəli kiçik ümumiləşmələr (növlər, qrup, sıra) üçün istifadə edilir.

Suların təsnifatı üçün əsas geokimyəvi əlamətlər: suların ümumi minerallaşması, onların ion və qaz tərkibi, həll olan üzvi maddələrə artıq baxılmışdır. Son illər təbii suların geokimyasında külli miqdarda faktiki material toplandığından, biz onların nəzəri və təcrübi metodologiyasına regional nöqtəyi-nəzərdən baxmağa çalışmışıq.

*Təsnifatın meyarlarının diskretliyi və suların xassələrinin fasiləsizliyi.* Fasiləlilik (diskretlik) əsas obyektlərin tərkibindəki elementlərin geokimyasının öyrənilməsi üçün xarakterikdir. Məsələn, təsnifatda element ya kalsium, ya da natrium ola bilər, amma bu ikisi arasında aralıq formalar ola bilməz. Bu halda müəyyən obyektlərin təsnifatı da diskret xarakterə malikdir. Lakin təbii sular üçün daha çox fasiləsizlik səciyyəvidir. Belə ki,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$  və digər ionların miqdarının qiymətləri sularda fasiləsiz cərgə yaradır. Oxşar yerləşmədə sularda tip, sinif, növlərin ayrılması element şərtliliyini tələb edir. Buradan da suların geokimyəvi təsnifatında çətinliklər yaranır, öyrənilən obyektin təbiətinə xas olmayan meyarların süni sərhədlərini müəyyən etmək lazım gəlir. Belə ki, şirin sularda 1 kq suya düşən ionun miqdarı 1q, duzlu sularda 1-25 q olduğu qəbul edilir. İonların tərkibinə görə suların sinif və sərhədləri şərtidir. Çətinliyin səbəbi suların təbiətinin təsnifat obyektini kimi mürəkkəbliyindən və onun bir çox xassələrinin fasiləsiz paylanmasıdır. Başqa sözlə desək, diskret meyarlara əsaslanan təsnifatlandırma prinsipi həmin obyektin (söhbət təbii sularından gedir) təbiəti ilə adekvat deyil. Amma fasiləsiz paylanma diskret taksonların həqiqi ayrılmasını həmişə istisna etmir. Buna misal olaraq suların dəyişmələrini göstərmək olar. Suların temperaturu fasiləsiz olaraq dəyişdiyindən onların xassələrinin kəskin dəyişdiyi "xarakterik temperaturlar" mövcuddur. Suların turşu - əsasi xassələri üçün də kəskin sərhədlər var. Suların geokimyəvi taksonlarının ayrılması zamanı məhz kəskin dəyişilən təbii sərhədlərə üstünlük vermək lazım gəlir.

*Təbii suların qeyri-müntəzəmliyi.* Bir çox sular üçün termodinamik tarazlıq xarakterik deyil. Suların qeyri-müntəzəmliyi xüsusən güclü oksidləşdirici-sərbəst oksigen və güclü reduksiyaedici-həll olan üzvi maddələrə malik çay, göl, tayqa, tundra gölləri, rütubətli tropik suları üçün xarakterikdir. Termodinamikanın qanunlarına müvafiq olaraq sularda tarazlığın bərpası bu istiqamətdə baş verir və üzvi maddələr sərbəst oksigenlə oksidləşir. Amma tarazlıq həmişə yaranmır, belə ki, bu zaman aktiv birləşmələrin müəyyən miqdarı ətraf bataqlıqlardan atmosfərə daxil olur. Suların qeyri-mütənasibliyinin səbəbi onların tərkibindəki sərbəst oksigen, üzvi maddə-



lərin karbon və hidrogeni geokimyəvi akkumulyator rolunu oynayaraq enerji seli yaratmasıdır. Bəzi hallarda radioaktiv parçalanma və digər enerji mənbələri də müəyyən əhəmiyyət daşıyır.

Canlı maddənin tərkibindəki bütün sular qeyri- mütənasib halda olur. Yalnız ayrı-ayrı hallarda və bir neçə komponent üçün termodinamik tarazlıq mümkündür. Bəzən suların qeyri - mütənasibliyi onların təsnifatı üçün bir sıra çətinliklər yaradır. Bəzi sular həm oksigenə, həm də hidrogen sulfidə malikdir. Hər iki qaz sular üçün gərəkli və bərabər miqdarda taksonometrik əhəmiyyətə malikdir. Bu halda belə sular oksigenli, yaxud hidrogen sulfidli hesab edilməlidir? Burada formal yanaşma mümkün deyil, göründüyü kimi oksigenin miqdarından asılı olaraq belə suları oksigenli sular hesab etmək daha məntiqli olardı.

*Suların qrupları.* Temperatur materianın mövcudluq formasını, atomların miqrasiya şəraitini, sulara elementlərin yerləşmə formalarını, kimyəvi reaksiyaların sürətini müəyyən edən vacib faktordur. Buna görə də bu parametr təsnifatın ən iri meyarı olan suların qrupunu müəyyən edir. Məlumdur ki, güclü bakterial fəaliyyətin mümkün olduğu soyuq və zəif termal sular qrupu kəskin seçilən sulara aiddir. Şərti olaraq temperaturun yuxarı sərhədi  $50^{\circ}\text{C}$  götürülür, belə ki, daha qaynar sulara bakteriaların fəaliyyəti zəifləyir. Biosferə daxil olan bu suların geokimyəvi münasibəti hərtərəfli öyrənilmişdir. Əsas sərhəd kritik temperatur qəbul edilir, bu halda yüksək təzyiqlə baxmayaraq su artıq maye halında ola bilmir. Təmiz su üçün bu nöqtə  $374,1^{\circ}\text{C}$ -dir, amma güclü minerallaşmış sular üçün o,  $425-450^{\circ}\text{C}$ -dək yüksələ bilər. Böhran temperaturundan yuxarı, bir çox elementlərin miqrasiya etdiyi qazlar, məhlullar mövcud olur. Yüksək təzyiqlərdə sıxılmış su buxarı özünü onlarda assosiasiya edən su molekulları kimi aparır. Belə qaz- maye məhlullar flyüidlər adlanır. Onlar bir çox dağ süxurları və filizlərin əmələ gəlməsində mühüm rol oynayır.

L.N.Ovçinnikov və V.A.Masalov suyun struktur çevrilmələrinə cavabdeh olan yeddi əsas temperatur nöqtəsini (4, 40, 85, 105, 225, 340,  $400^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı) müəyyən edib, təbii suları dörd əsas qrupa ayırmışlar:

- 1) Yer qabığının üst hissəsinə aid soyuq və zəif termal sular, bunlar  $50^{\circ}\text{C}$  temperaturdan yuxarı olmayan biosfer sularıdır;
- 2) Qaynar və kifayət qədər isti sular ( $50-200^{\circ}\text{C}$ );
- 3) Güclü isti sular ( $200-375^{\circ}\text{C}$ );
- 4) Flyüidlər ( $375^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı).

Bizim tədqiqatlarımızın və müşahidələrimizin nəticələri yalnız birinci və ikinci qrup suların geokimyəvi təsnifatını işləməyə imkan verir. Bütün növbəti təsnifat və ümumiləşdirmələr bu növ sulara aid edilmişdir.

*Suların tipləri.* Birinci qrupun içərisində suların geokimyəvi müxtəlifliyi onların oksidləşmə-reduksiya şəraitindən asılıdır. Suların geokimyəvi vəziyyətini köklü surətdə dəyişən oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarının energetik effektliliyi onların əhəmiyyətini müəyyən edir. Belə reaksiyalara kükürdsüzləşməni, suların hidrogen sulfidlə zənginləşməsinə və ya sulara sərbəst oksigen çatdıran fotosintezi misal göstərə bilərik. Yuxarıda iki tip oksigenli və hidrogen sulfidli sular qeyd edilmişdir. İndi üçüncü tip-qlevli suların üzərində dayanaq.

*Qlevli sular,* qlev sözü elmi leksikon ukrayn dilindən keçmişdir. Əvvəllər bu suları bataqlıq və göllərin dibindəki tünd-göy qrunut suları adlandırırdılar. Akademik Q.N.Visotski 1905-ci ildə bu xalq termininə elmi məfhum verdi. O, torpaqlarda ikivalentli dəmirin birləşməsinə xas olan xüsusi qlevli yaşıl rəngli layları ayırdı. O vaxtdan torpaqşünaslıqda və qrunut sularının tədqiqində ikivalentli dəmir üçün xarakterik olan reduksiyaedici proseslər-torpaq və qrunut sularının qlevəşməsi adlanır. Bu proses bitki qalıqlarının parçalandığı yerlərdə, anareob mühitdə baş verir. Bu zaman mikroorqanizmlər mineral birləşmələrdən sərbəst oksigeni alır və onun köməyi ilə üzvi qalıqları  $\text{CO}_2$  və  $\text{H}_2\text{O}$ -ya, bir hissəsini isə aralıq məhsullar olan müxtəlif turşu və üzvi maddələrə oksidləşdirir. Bu zaman torpağa məxsus üzvi maddələrin-fulvoturşu və humin turşusunun sintezi də baş verir. Reaksiya məhsulları metan, hidrogen və digər qaz halında olan reduksiyaedicilərdir. Beləliklə, rütubətləşmə və kükürdsüzləşmə zamanı mineral maddələr reduksiya olunur, üzvi maddələr isə oksidləşir. Belə ki, dəmir yüksək klarkla xarakterizə olunur (4,65%), isinmə zamanı mineralların üç valentli dəmirə reduksiya olunması daha əyanidir. Nəticədə torpağın qırmızı, sarı, boz rəngi göyümtül, yaşıl və ağa çevrilir. Bu zaman dördvalentli manqanın daha çevik ikivalentli manqana reduksiyası baş verir. Nəticədə manqan da miqrasiya edir. Qlevli torpaqların üzvi turşularla zənginliyi qurğuşun, sink, nikel və digər metalların üzvi kompleksləri formasında miqrasiyası mümkünlüyünü müəyyən edir. Zəif hərəkətli reduksiyaedici elementlər isə əksinə ya miqrasiya etmir, ya da az miqrasiya edirlər. Bu vanadium, molibdenin müəyyən hissəsi, uran, mis və gümüşə aiddir [108].

Reduksiyaedici şərait suların tərkibində az sulfat ionu olan rütubətli yerlər üçün xarakterikdir. Çünki sulfat ionunun yüksək miqdarında anaerob şəraitdə kükürdsüzləşmə inkişaf edir, metalları çökdürən hidrogen sulfid generasiya edir. Ona görə də qlevli torpaqlar tundra bataqlıqları, tayqa, rütubətli tropiklərdə yayılmışdır. Burada şirin və ultraşirin sular sulfatlarla zəngin deyil, çöl bataqlıqları, düzənliklər, duzlu göllərin lillərindəki sularda isə sulfatlar çoxdur. Müəyyən edilmişdir ki, rütubətli reduksiyaedici mühit

yalnız torpaq və bataqlıqlar üçün deyil, həm də geokimyəvi hadisələrin inkişaf etdiyi dərin laylı sular üçün də xarakterikdir.

Bu proses qırmızı rəngli süxurlarda özünü daha kəskin göstərir. Nəticədə onlarda yaşıl, boz, ağ rəng əmələ gələrək süxurlara rəngarəng və fərqli görünüş verir. Əksər ərazilərin tədqiqatları göstərmişdir ki, əmələ gəldikləri andan qırmızı rəngli süxurlar tədricən suları əlvan rəngə boyanır. Qlevli yeraltı sular digər çöküntü formasiyalarına təsir edir. Bütün bunlar oksigensiz və ya oksigenli suları qlevli sular adlandırmağa imkan verir. Qlevli mühit sularının əsas qazları karbon qazı, hidrogen və metandır. Sonuncu iki qaz üzvi maddələrdə həll olmaqla bərabər əsas reduksiyaedici agent rolunu oynayır.

Geokimyada sular oksidləşmə-reduksiya şəraitinə görə oksidləşdirici, zəif reduksiyaedici, kəskin reduksiyaedici və digər növlərə ayrılır. Bütün bunlar əsas göstərici kimi oksidləşmə-reduksiya potensialının voltla ölçülən və Eh simvolu ilə ifadə olunan qiymətlərinə əsaslanır. Amma reduksiyaedici mühit şəraitində geokimyəvi fərq oksidləşmə-reduksiya potensialına görə deyil, reduksiyaedicinin təbiətinə görə tənzimlənir. Eyni oksidləşmə-reduksiya potensialında geokimyəvi şərait kəskin fərqlənə bilər: əksər metalların miqrasiyası üçün əlverişli-qlevli və əlverişsiz-hidrogen sulfidli sular xarakterikdir. Buna görə də geokimyada iki tip reduksiyaedici mühit anlayışı (qlevli və hidrogen sulfidli) qəbul edilmişdir. Qlevli sular yer qabığında hidrogen sulfidli sulara nisbətən daha çox yayılmışdır. Qlevli suların xarakterik əlamətləri metan və digər karbohidrogenlər, həll olan üzvi birləşmələr, dəmir ( $Fe^{2+}$ ), hidrogenlə müəyyən edilir. Bu sulara metallar adətən üzvi komplekslər şəklində asan miqrasiya edir. Onlara xas dağ süxurlarının rəngi ağ, boz, qonur və yaşıldır.

*Qaynar və mülayim (orta) qızdırılmış sular.* Bu qrup sular oksidləşmə-reduksiya şəraitinə görə tiplərə ayrılabilir. Bura uran, molibden, kükürdün oksidləşmiş birləşmələri üçün xarakterik olan daha kəskin oksidləşdirici mühitlə ifadə olunan sular aiddir. Bu tip sulara yalnız oksigenli deyil, həm də bəzi oksigensiz hidrotermlər də aid edilir.

İkinci tip termal sular hidrogen sulfidli hidrotermlərdir. Hidrotermal suların hidrogen sulfid saxlamayan kəskin reduksiyaedici hidrotermləri də mövcuddur. Onlarda güclü reduksiyaedici mühit sərbəst hidrogen və üzvi birləşmələrdir. Bu tip sulara xüsusilə karbohidrogenli metal daşıyan şorabalar (5-6 km dərinlikdə) aiddir.

Müasir və cavan vulkanizm sahələrində dərin kəskin zonalarından sızan hidrogen sulfidsiz azot-karbonat hidrotermləri məlumdur. Nisbətən yaxın dərinliklərdə onların temperaturu  $200^{\circ}C$ -yə çatır. Termal hidrogen sulfidsiz xloridli natriumlu şorabalar qazma zonalarının qırmızı torpaqla-

rında rast gəlir. Onların içərisində metan, hidrogen, azot, az miqdarda karbon qazı da rast gəlir.

*Suların sinifləri.* Suların geokimyəvi tipləri arasında ilk növbədə qələvi-turşu şəraiti müəyyən edilir. Əksər metallar turş sulara asan, qələvili sulara isə pis miqrasiya edir. Qələvili sulara bu proses kalsium, stronsium, barium, radium, kobalt, ikivalentli dəmir, manqan, nikel və digər metallara aiddir. Silisium, titan, germanium, vanadium, arsen, xrom, selen, molibden və digər anion əmələ gətirən elementlər əsasən qələvili sulara yaxşı miqrasiya edir. Yalnız az miqdar element həm turş, həm də qələvili sulara asan miqrasiya edir. Bu xlor, brom, natrium və digər asan duz əmələgətirən elementlərdir. Bu həmin ionların hidrosil ionuna münasibətindən doğur.

Suların turşu-əsasi şəraiti hidrogen ionlarının ( $H^+$ ) və hidrosil qrupu ionlarının ( $OH^-$ ) qatılığı ilə xarakterizə olunur. Kimyada bu məqsədlə xüsusi göstərici pH simvolu ilə ifadə edilən hidrogen ionlarının qatılığının mənfi loqarifmindən istifadə edilir.  $20^0$  C yaxın temperaturu sular üçün neytral mühit  $pH=7$ -yə müvafiq gəlir. Bu hidrogen və hidrosil ionlarının qatılığının eyni olduğunu göstərir. Daha yüksək pH mühiti qələvi, daha aşağı pH mühiti isə turşdur. Baxmayaraq ki, pH göstəricisi fasiləsiz bölgələrə xasdır, bu meyar istənilən əhəmiyyətli sulara iştirak edə bilər, bu halda suların xassələrində keyfiyyət dəyişikliklərini əvəz edən kritik nöqtələr mövcud olur. Bu da öz növbəsində suları 4 əsas sinifə ayırmağa imkan verir:

	pH-in təxmini sərhəddi
Güclü turş	< 3-4
Zəif turş	(3-4) - 6,5
Neytral və zəif qələvili	6,5 - 8,5
Güclü qələvili	> 8,5

*Güclü turş sular.* Bu sulara  $pH < 3$ , bəzən də  $pH < 4$  olur. Təbii sulara belə turş mühit sərbəst mineral turşular - sulfat və ya xlorid turşuları ilə əlaqədardır. Xatırladaq ki, sulfatlı sular pirit və digər sulfidlərin oksidləşməsi zamanı əmələ gəlir. Sulfatlı sulara dəmir, alüminium, mis, sink və digər metallar asan miqrasiya edir. Vulkanik rayonlarda və dərin laylı artezian hövzələrində xlorid turşulu sular üstünlük təşkil edir.

*Zəif turş sular.* Belə suların turşuluğu üzvi maddələrin parçalanma proseslərindən və karbonat turşusu, fulvo turşu və digər üzvi turşuların sulara daxil olmasından irəli gəlir. Əgər sulara güclü kationlar azdırsa, onda turşuluq tamamilə neytrallaşa bilməz, burada turş və zəif turş mühit ( $pH$  3-4-dən 6,5-dək) hökmranlıq edir. Bu şəraitdə metallar üzvi turşuların kompleks birləşmələri və bikarbonatlar formasında asan miqrasiya edir. Zəif

turş sular tundra, tayqa, rütubətli tropik ərazilər və digər rütubətli iqlimli landşaftlarda geniş yayılmışdır.

*Neytral və zəif qələvili sular.* Bu sular hidroksid, karbonat və bir sıra digər zəif həll olan duzlar şəklində çökən əksər metalların miqrasiyası üçün az əlverişlidir. Sularda silisium, germanium, titan, arsen, vanadium, uran, molibden, selen anion əmələ gətirərək asan miqrasiya edirlər. Belə sular okean və dənizlər, çöl və düzənliklər üçün xarakterikdir. Üzvi maddələrin parçalanması zamanı burada da karbon və üzvi turşular əmələ gəlir, amma onlar kalsium, maqnezium, natrium, kaliumla neytrallaşır.

*Güclü qələvili sular.* Bu sular öz qələvi reaksiyalarını sodanın iştirakına borcludur ( $\text{HNaCO}_3$  bəzən də  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), onların pH-ı 8,5-i ötür, bəzi yerlərdə pH=11-12 olur. Sodalı sularda aniogen elementlər asan miqrasiya edir. Neytral və zəif qələvili mühitdə çətin həll olan birləşmələrdən əmələ gələn elementlərin böyük bir qrupu sodalı sularda yüksək miqrasiya qabiliyyəti göstərir. Bunlardan sink, berillium, ittrium, skandium, sirkonium və digərləri həll olan karbonatlı kompleks birləşmələr əmələ gətirir. Bəzi elementlər: manqan, kalsium, stronsium, barium, dəmir, nikel, kobalt isə əksinə sodalı sular üçün məqbul deyil.

Sodalı sular həm yer səthində, həm də yerin dərinliklərində yayılmışdır. Bütövlükdə yer qabığının yuxarı hissəsində zəif qələvili sular (okean, çay, qrun, çöl, düzənlik, lay və çat suları) üstünlük təşkil edir.

*Termal suların sinifləri*-bunların fərqli pH-lı dörd əsas sinifini qeyd etmək olar. Müasir vulkanizm rayonlarında, Kamçatka və Kuril adalarında güclü turş yeraltı termal sular mövcuddur. Səthə çıxan yerlərdə onlar turş mənbələr, göl və kiçik çaylar əmələ gətirir. Burada suların turşuluğu hidrogen xlorid və bir sıra vulkanik qazların həll olması ilə təmin edilir.

Güclü qələvili hidrotermlər pH=9-10 olan kristallik süxurlarda müəyyən edilmişdir. Onların çıxışında suyun temperaturu 90-100<sup>0</sup>C-yə çatır. Belə sular silisium, berillium, germanium, volfram və molibdenlə zəngindir, onlarda volfram və molibdenin miqdarı  $n \cdot 10^{-4}$  q/l-ə çatır. Termal suların bu sinifləri arasında zəif turş və zəif qələvili sular da məlumdur.

*Sular ailəsi* ümumi minerallaşmanın qiymətinə görə müəyyən edilir və ərazinin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq dəyişilir (cədvəl 2.5).

Cədvəl 2.5. Təbii suların minerallaşma dərəcəsinə görə təsnifatı

Suların adları	Minerallaşma, mq/l
Ultra şirin sular	1,0 - 100
Şirin sular	1,0

Az duzlu sular	1,0 - 3,0
Duzlu sular	3,0 - 35,0
Duzlu dəniz suları	35,0 - 50,0

Bu təsnifata ultra şirin, şirin, az duzlu, duzlu və şoraba suları aiddir. Amma onlar arasındakı sərhəd adətən süni xarakter daşıyır və suların təbiəti ilə uzlaşmır.

*Ultra şirin sular* - suların bu ailəsi təbiətdə geniş yayılmışdır. Onlara atmosfer yağıntıları, rütubətli ərazilərin səth və qrunut suları, bir çox çay suları daxildir. Bu sular praktiki olaraq mineral birləşmələrlə az doymuşlar, bu səbəbdən onlarda duzların çökməsi baş vermir, əksinə onlar yaxşı həlledicilik qabiliyyəti nümayiş etdirirlər.

Ultra şirin suların yuxarı sərhəddi şərti olaraq 100 mq/l qəbul edilmişdir ki, bu bölgü dəqiqlik və ciddi izahat tələb edir.

*Şirin sular.* Onlar rütubətli iqlimə malik ərazilərin çay və göllərinə, qrunut, səth və çat sularına aiddir. Bu sular geniş tədqiq edilmişdir. Çünki onlar içməli və texniki su təhcizatının əsas bazasını təşkil edirlər.

*Zəif duzlu sular.* Bu sular çöl, səhra və quru iqlimə malik artezian hövzələrində geniş yayılmışdır. Onlar kalsium karbonat, maqnezium karbonat və müəyyən hissə kalsium sulfatla doymuşlar. Ona görə də bu suların həllolma qabiliyyətləri zəifdir. Qatılığın azacıq artması onların çətin həll olan duzlar şəklində çökməsinə, torpaq və süxurların tərkibinin dəyişməsinə səbəb olur.

*Duzlu sular.* Bura okean, materikin bir çox səth və yeraltı suları aiddir. Bunlar bizim planetin ən çox yayılmış sularıdır.

*Şorabalar.* Bu su ailəsi bəzi duzlu göllər, dərin çat və səth sularını əhatə edir. Şorabalar arasında xloridlər üstünlük təşkil edir. Bunların yaranma mənşəyi duz məhlulların uzun müddətli buxarlanması, suların radiolizi, yer qabığının dərin qatlarına duzların keçməsi ilə (ola bilsin ki, diffuziya vasitəsilə) əlaqədardır. Bu şorabalar duz və bir çox nadir elementlərin (yod, brom, bor, litium, volfram və s.) mənbəyidir. Tədqiqatlar təsdiq edir ki, şorabalar yer qabığının dərin qatları üçün xarakterikdir və onların yayılması qlobal qanunauyğunluğa tabedir.

Digər qalan ailələr öz dərəcələrinə görə soyuq sulardan fərqlənir. Şorabaların hidrotermlərinin özünəməxsus xüsusiyyətləri var. Minerallara daxil olan xloridli şorabalar daha geniş ərazilərdə yayılmışdır. Məsələn, mis-molibden yataqlarının molibden daşıyan termlərində minerallaşma 50-80 q/l-ə bərabərdir. Bəzi hallarda mis daşıyan hidrotermin minerallığı 600 q/l olmaqla, böyük sənaye əhəmiyyəti daşıyır.

*Suların qəbiləsi.* Qəbilə və cinsə görə, su ailələrinin sıralanma kriteriyası onların tərkibindəki üzvi maddələrə əsasən müəyyən edilir. Keyfiyyət baxımından bu suları 4 növə ayırmaq olar.

1. Çürüntü tərkibli üzvi maddələrlə zəngin sular. Bunlara tundra, tropik bataqlıqları, çay və göllərin qəhvəyi rəngli suları aiddir. Onların tərkibindəki üzvi maddələrə humin və fulvo turşular, qatran və digərləri daxildir.
2. Neft mənşəli həll olmuş üzvi maddələrlə zəngin sular. Onlar xüsusilə dərin neft- qaz yataqlarının suları üçün səciyyəvidir. Bu növ sulara üzvi karbonun orta tərkibi 35-dən 800 mq/l-dək dəyişilir, maksimal miqdar 4500 mq/l-i təşkil edir. Həll olmuş üzvi maddələrin tərkibində aşağı molekullu yağ turşuları üstünlük təşkil edir. Bu növ sulara naften turşusu, benzol, toluol, fenol, spirtlər, mürəkkəb efirlər də tapılmışdır.
3. Həll olmuş üzvi maddələrlə kasıb sular. Bunlara bəzi dağ çayları, arid ərazilər, yüksək dağlıq sahələrin gölləri və s. aiddir.
4. Həll olmuş üzvi maddələrin aralıq tərkibinə görə fərqlənən sular. Bura okean və bir sıra digər sular aiddir.

*Suların növləri.* Bu növ sular ion tərkibinə görə fərqləndirilir. Bu növlər əsasən onların altı komponentli tərkibi əsasında müəyyən edilir. Beləliklə hidrokarbonatlı, kalsiumlu, xloridli, natriumlu, maqneziumlu və digər sular müxtəlif növləri xarakterizə edir. Əksər müəlliflər suları anion və kation tərkibli növlərə ayırır: hidrokarbonatlı, (karbonatlı), sulfatlı və xloridli sular. Sonrakı ayırma kation və ionların nisbətinə görə aparılır. Göründüyü kimi suların növlərinin sayı kifayət qədər çoxdur. O.A.Alekin, A.M.Ovçinnikov, N.İ.Tolstixin və digərləri növlər arasında təbii sərhədlər müəyyən etmişlər. İon tərkibinə görə bu təsnifat soyuq və zəif qaynar sulara aid edilir. İsti və qaynar suların aparıcı ionlarının tərkibi əhəmiyyətli dərəcədə dəyişilir, onlarda silikat, hidrogen flüorid və digər turşuların anionları üstünlük təşkil edir.

*Suların geokimyəvi təsnifatının taksonometrik vahid sistemi.* Bu sistem bir-biri ilə xüsusi kriteriyaya ayrılan altı əsas taksondan ibarətdir:

Grup- temperatur;

Tip- oksidləşmə-reduksiya şəraiti;

Sınıf- qələvi-turşu şəraiti;

Ailə- ümumi minerallaşma;

Cins- həll olan üzvi maddələr; qazlar;

Növ- əsas kation və anionlar ( $H^+$  və  $OH^-$ -dan başqa).

Təklif olunan təsnifatın keyfiyyəti əsaslı surətdə taksonometrik əlamətlərin düzgün seçimindən asılıdır.

### III FƏSİL

#### NAXÇIVAN MUXTAR RESPUBLİKASININ KƏHRİZ VƏ BULAQ SULARI

##### 1. Naxçıvan Muxtar Respublikasının hidroloji mənzərəsi

Muxtar respublika ərazisinin hidrogeoloji sahəsinə Sədərək, Şərur düzənlikləri, Kəngərli yaylası, Böyükdüz, Naxçıvançay, Culfa-Ordubad maili düzənlikləri daxildir. Ərazidə yeraltı suların əsas qidalanma mənbəyi Araz çayının sol qolları: Arpaçay, Naxçıvançay, Əlincəçay, Qaradərə, Gilançay, Vənəndçay, Ordubadçay və digər su mənbələridir. Onlar ərazinin relyefini və sulu horizontlarını təşkil edən süxurların litofasiyasında xüsusi rol oynayır. Litoloji baxımdan Kiçik Qafqazın muxtar respublika ərazisindəki düzənliyində IV dövr çöküntülərinin qalıqları 200-220 metr olmaqla növbələşən, aralarında çaqıl, çınqıl, qumluca, gillicə və gil qatları olan qumlar və gillərdən ibarətdir. Çaqıl və çınqıllar çayların konusları ilə bağlıdır, onların yuxarı hissələrində rast gəlinir. Araza doğru IV dövr çöküntülərin və gilli süxurların qalınlığı artır.

Ordubad rayonunun böyük çayları- Gilançay, Vənəndçay, Ordubadçay və s. İranla sərhəd boyu Araz çayına axır. Ərazi bol sulu və yüksək axım sürətinə malik dağ çayları, onların qolları, bulaq və mineral bulaqlarla zəngindir. Relyef şəraiti ilə yanaşı ərazidə yağıntının azlığı, havaların quraq və qismən isti keçməsi ərazidəki təbii su ehtiyatlarından bağçılıq və əkinçilikdə daha səmərəli istifadə zərurətini ortaya çıxarır. Gilançayın yuxarı axım hissəsində Ordubad rayonu ərazisində çoxsaylı mis, molibden, dəmir, manqan, volfram, sink, kobalt, sürmə və digər metalların faydalı qazıntı yataqları mövcuddur [15].

Münbit torpaqlı Şərur düzənliyinin hidroloji mənbəyi Şərqi Arpaçay, bulaq və artezian sularıdır. Sıx əhaliyə və münbit əkin sahələrinə malik olan bu ərazi muxtar respublikanın kənd təsərrüfatında mühüm rol oynayır. Araz hövzəsinə aid olan çaylardan (Şərqi Arpaçay və s.) suvarmada geniş istifadə edildiyindən suları yayda mənsəbə çatmır. Ərazidən Qaraçay, Çapan çay və Türkiyə sərhədi boyunca Araz çayı axır. Sədərək düzünün Arazyanı hissəsində yeraltı sular səthə yaxın olduğundan burada çəmən-ot bitkiləri yaxşı inkişaf etmişdir.

Dağlıq ərazi olan Şahbuz rayonu muxtar respublikanın ən böyük meşə massivinə, biçənək və otlaqlara malikdir. Dəniz səviyyəsindən 2500-3000 metrədək yüksəkliklərdə dağların hündür yerlərində və çınqıllı-daşlı dərələrdən gur sulu bulaqlar çıxır. Burada "Dərə boğazı", "Keçəldağ", "Camal qalası", "Güney yurd", "Gəlin qayası", "Çin dağı" bulaq gözləri,



dərələr, bol sulu çökəkliklər yerləşir [16]. Bu ərazilərin özünə məxsus xüsusiyyətləri ilə yanaşı ümumi əlamətləri: gursulu çayları, bulaq, çeşmə və mineral bulaqları mövcuddur. Badamlı, Biçənək, Batabat, Karvansara və s. mineral bulaqlar da bu ərazidə yerləşir.

Ərazisindən Naxçıvançay və onun qolları (Salvartı, Kükü, Şahbuz və s.) axır. Ərazisindəki Qanlıgöl, Batabat və s. göllər və su anbarları suvarmada geniş istifadə edilir.

Kəngərli rayonu ərazisində öz başlanğıcını Keçəltəpə, Qaraquş və Anabadgədik dağlarından götürən Lizbirtçay çox da geniş ərazi tutmayaraq Cəhriçaya tökülür. Kiçik çayların demək olar ki, əksəriyyəti yay aylarında axmazlara çevrilir. Kəngərli ərazisində iri çay və göllər olmadığından rayonun əsas su mənbəyi kəhriz, bulaq və subartezian quyularıdır. Rayon ərazisində 160 ədəd kəhriz və bulaqlar və 57 ədəd subartezian quyuları qeydə alınmışdır. Bu su mənbələrindən həm suvarma, həm də içməli su kimi istifadə olunur. Arazboyu düzənliyin böyük bir hissəsini təşkil edən Naxçıvan düzü Naxçıvan çayı, onun aşağı axımının qolları, bir sıra təpəliklər və dərələrlə parçalanır. Babək rayonu ərazisinin əsas çayları inzibati



*Şəkil 3.1. Naxçıvan çökəkliyində çay dərəsi*

ərazini yarıya bölən Naxçıvançay və onun qolu olan Cəhriçaydır. Ərazidə su anbarları və suvarma kanalları mövcuddur.

Culfa rayonu ərazisinin çayları (Əlincə, Qaradərə və s.) Araz hövzəsinə aiddir. Ərazi mineral suları, bulaq və çeşmə suları ilə seçilir. Culfa rayonu ərazisində su anbarları, suvarma kanalları fəaliyyət göstərir.



*Şəkil 3.2. Əlincaqala üzərində yaşayış məntəqələri qalıqları və su hovuzu.*

Naxçıvan dağarası düzənliyinin demək olar ki, bütün ərazisində IV dövr çöküntülərində qrunt suları, Sədərək və Şərur düzənliklərində isə təzyiqli sulu horizont, artezian suları mövcuddur. Qrunt sularının yatma dərinliyi yer səthindən 35 metrə qədər davam edir. Arazboyu sahələrdə onlar yer səthinə bulaq və çeşmələr şəklində çıxırlar.

## **2. Təbii bulaq və kəhrizlər haqqında ümumi məlumat**

Bulaqlar yeraltı suların yer səthinə təbii çıxışıdır. Onlar sulu horizontun və ya çatların yer səthi ilə kəsişdiyi yerlərdə əmələ gəlir. Bulaqların əmələ gəlməsi bir sıra faktorlardan:

1. Müasir relyefin mənfi formaları ilə sudaşıyıcı horizontların kəsişməsindən;
2. Yerin geoloji - struktur xüsusiyyətlərindən (çatların əmələ gəlməsi, tektonik dağılma zonası, püskürmüş və çöküntü süxurlarının qarşılıqlı təsirindən);
3. Bircinsli olmayan su daşıyan süxurların süzdürmə xüsusiyyətlərindən asılıdır.

Bulaqlar yüksələn-təzyiqli və zəif axınlı-təzyiqsiz, habelə mövsümi və daimi axan olurlar.

Sovet hidrogeoloqu A.M.Ovçinnikova görə qidalanma ilə əlaqədar olaraq bulaqlar üç qrupa ayrılır: səth, qrunt və artezian suları. Qrunt suları ilə qidalanan bulaqlar debitinin mövsümi dəyişmələri, kimyəvi tərkibi və

temperaturdan asılı olaraq fərqlənirlər. Bu tip bulaqlar çay şəbəkəsinin dərinləşməsi və sudaşıyıcı horizontların örtülməsi nəticəsində əmələ gəlir. Artezian su mənbələri nisbətən sabit rejimlə fərqlənir. Onlar artezian hövzələrinin yüklənmə sahələrinə uyğunlaşmışlar.



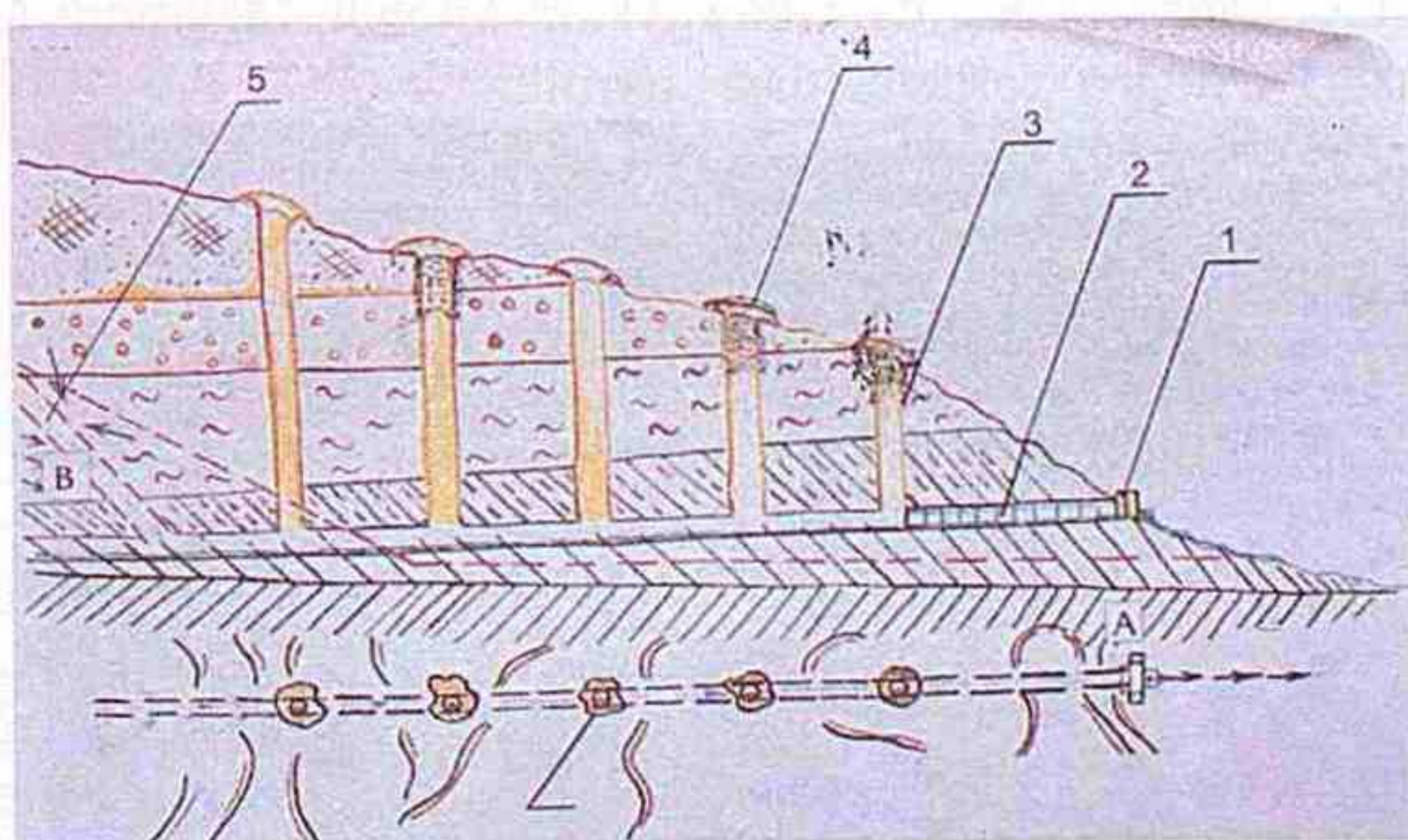
*Şəkil 3.3. Naxçıvan şəhərində Qızlar bulağı*

Bulaqların kimyəvi və qaz tərkibi müxtəlif olur. Bu amil əsasən yüklənmiş yeraltı suların tərkibindən və ərazinin ümumi hidrogeoloji şəraitindən asılıdır [109]. Bulaqlar kimyəvi tərkibi, temperaturu, hidrodinamik və digər özünəməxsus xüsusiyyətləri ilə səciyyələnir. Mənşəyinə görə onlar iki növə ayrılır: çatlar və məsamələrlə enən bulaqlar (bunlara çeşmə də deyilir) və qalxan bulaqlar. Bulaq suları üçün temperatur dəyişmələri böyük əhəmiyyətə malikdir. Bulaq sularının temperaturu zaman və məkanca dəyişərək su kütlələri və atmosfer arasında istilik mübadiləsini xarakterizə edir. Bulaqlar temperaturuna görə dörd növə: soyuq, ilıq, termal (isti) və hipotermal (çox isti) ayrılır. Hər bir bulaq axın istiqamətindən asılı olaraq fərqli temperatur nümayiş etdirir. Bu su kütləsində baş verən bir sıra hidrodinamiki və kimyəvi proseslərlə əlaqədardır. Tədqiq edilən bulaqların orta aylıq su temperaturu ilə ərazinin hidrometeoroloji stansiyalarında havanın orta aylıq temperaturu arasındakı əlaqələr öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, oxşar ərazilərdə yerləşən bulaqların temperatur rejimləri arasında müəyyən yaxınlıq müşahidə olunur. Su kütlələrinin dərin çatlarından

keçərkən artması suyun yer səthinə çıxma mərhələsinə qədər davam edir. Bu mərhələ bulaqların maksimal temperatura çatan dövrünə kimi olan müddəti əhatə edir. Yay isinmə dövrünün maksimumu havaların temperatur şəraitindən asılı olub iyul-avqust ayları arasında tərəddüd edir. Bu müddətdə soyuq bulaqların su temperaturu isti bulaqlara nisbətən kəskin azalır.

1 litr bulaq suyunda 1 qramdan artıq həll olmuş duz, qaz, hər hansı element və ya mikroelementlər olarsa, o müalicəvi əhəmiyyətli və mineral bulaqlar adlanır [17]. Sulu təbəqələrin quruluşu, onların qidalanma şəraiti, suların hərəkəti və minerallaşması bulaqların müvafiq geokimyəvi xüsusiyyətlərini müəyyən edir.

Qrunt sularının toplandığı və yer səthinə çıxarıldığı əsas yeraltı hidrotexniki qurğular isə kəhrizlər adlanır. Onlar hündürlüyü 1-1,4 m, eni 0,5-1,0 metr olan maili lağım şəbəkəsindən ibarətdir. Enerji, çarx, mexaniki qüvvə sərf etmədən suyu öz axımı ilə yer səthinə çıxaran kəhriz sistemi qədim zamanlardan insanların zəngin yeraltı sularından istifadə etmək bacarığını səciyyələndirir. Bir ərazidə qazılan kəhriz sistemi bir-biri ilə kəsişmiş şəkildə görünməsinə baxmayaraq, faktiki olaraq onların kürələri (lağımları) bir-birinə mane olmur, birindən digərinə filtrasiya belə getmir. Kəhrizin ilk qazılan quyusu, "Gümana" adlanır. Şəkil 3.4.-də kəhrizin sxematik quruluşu verilmişdir. Bu quyuda su aşkar edildikdən sonra üçbucaq sistemə uyğun əlavə 2-3 quyular qazılır. Quyulara müxtəlif rəngli maye tökülərək yeraltı



Şəkil 3.4. Kəhrizin sxematik quruluşu. 1-çıxış, 2-salbənd, 3-quyular, 4-quyuağzı torpaq yığılı, 5-köməkçi lağım, A-su keçirməyən lay, B-sulu lay. suyun hərəkət istiqaməti təyin edilir. Quyulardan ən əlverişlisi dərinləşdirilir və suyadavamlı laya qədər qazılır. Sudaşıyıcı laydan yeraltı suyu tamamilə bir yerə yığmaq üçün suyadavamlı laydakı lağımı bir az da dərinləşdirməklə bütün axın toplanaraq yer səthinə çıxarılır [18].

“Gümana” quyusunu qazıb oradan suyun çıxmasına əmin olan kankan sonra aşağıya doğru qazılacaq quyuların yerini müəyyən edir. Beləliklə, suyun axan istiqamətində 2-ci quyuyu qazılmağa başlanılır. Quyuyu 2-3 m qazıldıqdan sonra ağzına çarx qoyulur (bu yerə “iş ağzı” deyilir). İş ağzı qazılıb müəyyən dərinliyə çatdıqdan sonra dibindən lağım (kürə) açılır. Lağımın düzgün qazılması üçün quyunun ağzına bir ağac uzadıb “Gümana” quyusuna tərəf istiqamət verilir. Lağım atarkən kankan səhv etməmək üçün geri, quyunun dibinə, yəni işıq düşən tərəfə baxır. Işıq gəlmədikdə quyunun ağzı işıqlandırılır. Lağımın ağzı çox olanda kankanlar iki tərəfdən qarşı-qarşıya qazmağa başlayırlar. Ustalar yerin altında külüngün səsi ilə üz-üzə gəlirlər. 10-15 metrəndən eşidilən bu səsə “Taqqa” deyilir. Taqqa vasitəsi ilə quyunun istiqaməti təyin edilir. Kəhriz lağımının hündürlüyü 120-140 sm, bəzən 150-160 sm, eni isə 60-80 sm olur. Onun uçmaması üçün tağbənd qazılır və Gümana quyusunun içərisinə çıxarılır. Quyunun fərşi lağımdan bir az yuxarı qalxdıqdan sonra onu qazıb, lağım səviyyəsinə salırlar. Buradan çıxan ilkin su ikinci quyuya buraxılır, sonra üçüncü quyudan buraya lağım atılır. Beləliklə, su boğula-boğula sucarla (lağımın su axan yeri) axıra qədər aparılır. Lağım bütün kəhriz boyu eyni ölçüdə və eyni səviyyədə qazılır.

Bəzən lağımlar yumşaq süxurlardan keçdikdə kürədə uçma təhlükəsi meydana çıxır. Bunun qarşısını almaq üçün daşlardan istifadə edərək “salbənd” (daşdan hörgü) aparılır. Kəhriz quyularının uçmaması üçün onun ağız hissəsi möhkəm süxurlardan başlayaraq 3-5 m-lik sahə nisbətən konusvari (yuxarıya doğru) formada daşla hörülür.



Şəkil 3.5. Ordubad şəhərində kəhriz çıxışı

Sonrakı mərhələdə quyunun ağzı yastı daşla örtülür. Quyular hazır olanda su “yarmaya” (suyun üzə çıxdığı yer) verilir. Şəkil 3.5-də Ordubad şəhərində kəhrizin çıxışı verilmişdir. Buna çeşmə də deyilir. Hazır quyuların

ağzı bağlanır, bu sanitariya qaydalarına riayət olunmaqla bərabər quyuların uçma təhlükəsini aradan qaldırır.



*Şəkil 3.6. Qayalar üzərində qazılmış sutoplayıcı şırım*

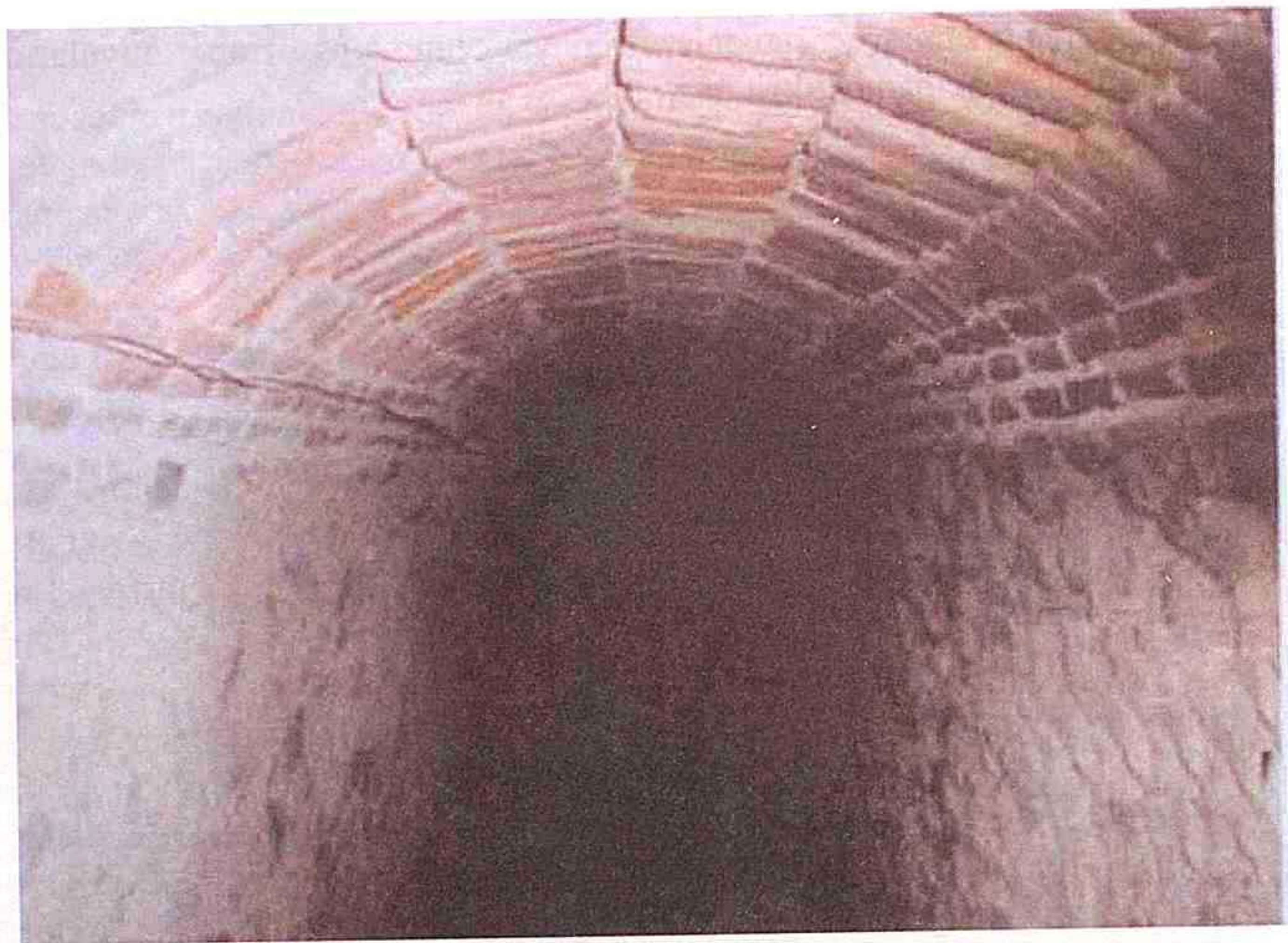
Kəhrizlərin qazılması və təmir işi adətən yaz və payız aylarına təsadüf edir. Kəhrizdə su azaldıqda “təkdöymə” (su artırmaq üçün aparılan təmir) edilir. Bunun üçün kəhriz lağımı aşağı quyudan baş quyuya kimi 10-15 sm dərinlikdə yenidən qazılır. Bu iş adətən quraqlıq dövründə aparılır. Bu təmirdə əsas məqsəd suyun qabağına düşmüş daşı, torpağı təmizləməklə lağımdan suyun sərbəst axımını təmin etməkdir.

Kəhrizin debiti onun qazıldığı sahənin su ehtiyatından asılı olur. Debiti az olan kəhrizlərin çıxışında kiçik nohur (yölçük) düzəldilir. Buraya su bir neçə saata və ya günə toplanır, sonra nisbətən güclü axınla arxa verilir. Şəkil 3.6-də sutoplayıcı şırımlar təsvir edilmişdir.

Muxtar respublikanın Kəngərli və Böyükdüz ərazisində əksər kəhrizlərin çıxışında belə sututarlar tikilmişdir.

Kəhriz lağımına düşmək üçün xüsusi “qırx-ayaq” pilləkəndən istifadə edilir. Bu “qırx-ayaq”lar özünəməxsus arxitekturaya və möhkəmliyə malik bişmiş kərpicdən və ya yonulmuş daşlardan hörülür. Bu gün də Ordubad şəhərində göstərilən “qırx-ayaq”lara təsadüf edilir. Ordubadın XIV–XVI əsr tarixi abidələrində belə “qırx-ayaq” və “qırxpillə”lərdən istifadə olunmuşdur (şəkil 3.7).

Azərbaycanda kəhriz sistemi eramızdan əvvəl birinci yüzillikdən mövcud idi. O dövrdən bu günədək kəhrizlər su mənbəyi kimi məişət və suvarma işlərində geniş istifadə olunur (şəkil 3.8, 3.9).



*Şəkil 3.7. Ordubad şəhərində "qırxpilla"*

Azərbaycan tarixi mənbələrdə qədim əkinçilik və suvarma mədəniyyətinə malik ölkə kimi tanınırdı. İnsanlar öz su təchizatlarını, mal-qaranı, əkin sahələrini yeraltı sular–hidrotexniki qurğular sistemi olan kəhrizlər vasitəsi ilə təmin edirdilər [19].

### **3. Naxçıvan Muxtar Respublikasının kəhriz suları**

Qədim mədəniyyət mərkəzi Naxçıvan diyarı kəhrizlərin vətəni hesab olunur. Naxçıvanın suvarma sistemində kəhrizlərdən orta əsrlərdə geniş istifadə edilmişdir. Məlumdur ki, Naxçıvan Muxtar Respublikasının çay şəbəkəsinin zəif inkişaf etmiş ərazilərində zəngin yeraltı su ehtiyatı vardır, məhz kəhrizlər vasitəsi ilə bu sulardan ilin bütün fəsillərində istifadə etmək mümkün olmuşdur. Qədim ipək yolunun bu ərazidən keçməsi səbəbindən Naxçıvanla bərabər Ordubad, Əylis, Qarabağlar və s. kimi məntəqələrdə kəhrizlər karvanların su tələbatını ödəyən yeganə saf su mənbəyi hesab edilirdi. Ordubadın, Naxçıvanın, Şahbuzun məşhur meyvə bağları vaxtı ilə kəhrizlərin hesabına suvarılmışdır (şəkil 3.10). Sadə görünсə də, mütəxəssis gözü ilə baxıldıqda çox mürəkkəb, unikal yeraltı hidrotexniki qurğudan ibarət olan bu meliorativ sistemin dünyada analoqu yoxdur. XX əsrin əvvəllərində

Naxçıvan Muxtar Respublikasında bu meliorativ sistemin dünyada analoqu yoxdur. XX əsrin əvvəllərində Naxçıvan Muxtar Respublikasında 407 kəh-



*Şəkil 3.8. Naxçıvan şəhərində "Canan bəy" kəhrizi*



*Şəkil 3.9. "Xoşkeşin" kəhriz- bulaq abidəsi*





Şəkil 3.10. Kəhriz çıxışı

riz qeydə alınmışdır. Lakin kəhriz quyularının və kürələrin təmiri aparılmadığından, kəhriz təsərrüfatı ilə məşğul olan müəssisələr ləğv edilmiş, nadir peşə sayılan kankan sənəti unudulmuş, kəhriz sistemlərinin mühafizəsi zəifləmiş, kəhrizlərin sayı azalmışdır. 1961-ci il üçün Naxçıvan Muxtar Respublikasının kəhrizlərinə dair məlumatlara görə kəhriz quyularının sayı 3671, tunellərin ümumi uzunluğu 142362 m, ümumi su sərfi 2003 l/san olmuşdur (cədvəl 3.1).

Cədvəl 3.1. Naxçıvan Muxtar Respublikası kəhrizlərinin xarakteristikası (1961-ci ilə görə)

N	Rayonun adı	Kəhrizlərin sayı	Lağımın və ya kürələrin uzunluğu (metrlə)	Quyuların sayı	Su sərfi (l/san)
1	Naxçıvan şəhəri	18+10	14194	302	261
2	Şərur rayonu	151	40911	1219	795
3	Ordubad rayonu	71	34199	1178	368
4	Gulfa rayonu	28	13380	477	176
5	Şahbuz rayonu	12	1810	70	70
	Cəmi:	367	142362	3671	2003

Naxçıvan Muxtar Respublikası kəhrizləri qidalanma mənbələrinə görə iki qrupa bölünür: 1) Çayların axarı altında yerləşən, məcraltı sülardan qidalanan kəhrizlər. Buna Naxçıvan çayı yatağından qidalanan Babək rayonu

Tumbul kəndindəki Xan, Heyran xanım kəhrizləri, Əlincə çayda Əbrəqunus, Kırna, Xanəgah və s. kəndlərin kəhrizlərini göstərmək olar.

Bu növ kəhriz sisteminə Əlincəqalanın cənub şərq yamacında, indiki Xanəgah kəndindən yuxarıdakı xarabalıqda rast gəlinmişdir. El arasında Yuxarı Çeşmə adlanan bu kəhrizin suyu içmək üçün yararlıdır. Bu ərazidəki kəhrizlərin əsas su mənbəyi Əlincəqalanın hovuzlarına toplanma bilməyən, qaya çatlarına dolaraq aşağı qatlara keçən yağış və qar sularının dağın ətəyində bir yerə yığılmasından əmələ gəlir.

2) Dağ və dağətəyi ərazilərdən axan yeraltı sulardan qidalanan kəhrizlər.

Muxtar respublika kəhrizlərinin 70-80%-i bu qrupa aiddir. Coğrafi yayılmasına görə əsas kəhrizlər çay şəbəkələri zəif olan, etibarlı yeraltı su axınına malik ərazilərdə yayılmışdır. Bunlara Kəngərli, Böyükdüz və Naxçıvan maili düzənlikləri aiddir. Naxçıvan ərazisindən keçən ən böyük çay Arazdır. Araz çayı Ermənistan ərazisində sənaye tullantıları ilə çirkləndiyindən əhali bu çaydan içməli su kimi istifadə edə bilmir.

Naxçıvanda pilləli - kaskadlı kəhriz sistemi geniş yayılmışdır. Çalxanqala kəndində uzunluğu 60-200 m olan 45 kəhriz birinci pilləni, Xıncab və Təzəkənd kəhrizlərində uzunluğu 500 metrə yaxın 17 kəhriz ikinci pilləni, Süst kəndində uzunluğu 900 metr olan 5 kəhriz üçüncü pilləni təşkil edir. Naxçıvan şəhərində inşa edilən Kərbəlayı Musa, Canan bəy, Mahmud Ağa, Sarvanlar kəhrizləri bol sulu kəhrizlərə aiddir. Bu kəhrizlərin suyu ekoloji təmiz olduğundan içmək üçün yararlıdır.

Ordubad rayonunun Yuxarı Əylis çayının yatağından su götürən kəhrizlər kəndləri içməli və suvarma suyu ilə təmin edir. Bu kəhrizlərin qidalanma mənbəyi Əylis çayı yatağının çöküntülərində toplanan yeraltı sulardır. Buradakı kəhriz sistemləri elə inşa edilmişdir ki, Əylis çayının suyu mövsümdən asılı olaraq bir neçə dəfə istifadə edilir. Müəyyən edilmişdir ki, Aşağı Əylisə doğru yerüstü su axını yoxdur. Yalnız suvarma və filtrasiya suları yeraltı axınla aşağıya doğru hərəkət edir. Bu axın Aşağı Əylis kəndində kəhrizlər vasitəsilə yenidən yer səthinə çıxarılır, içməli və suvarma suyu kimi istifadə olunur. Bu suyun bir hissəsi buxarlanmaya və itkilərə, qalan hissəsi isə yenidən filtrasiyaya məruz qalaraq aşağıya doğru hərəkət edir, sonra eyni əməliyyat yenidən təkrar olunur. Araz çayına gedən yeraltı axın təkrar yer səthinə çıxarılaraq istifadə olunur [21], (şəkil 3.11).

Ordubad şəhərinin əsas su mənbəyi Ordubad və Gənzə çayları, onların məcrasının yeraltı axınlarından qidalanan kəhriz sistemləridir. Ordubad şəhərində inşa edilən kəhriz sistemləri yüksək hidrotexniki prinsiplərə və sanitariya mədəniyyətinə malikdir. Şəhərdə inşa olunan kəhriz quyuları yerüstü axın və çöküntülərin daxil olmadığı ərazilərdə yerləşir. Ərazidə kəhrizlərin suyundan istifadə yüksək məharətlə tikilmiş qırx pillələr vasitəsi ilə həyata keçirilir. Buna Döyənək, Hacı Tağı, Hamam, Hacı Fəttah, Hacı Abbas, Nəhər, Qara hovuz və s. çeşmələrin çıxışlarında rast gəlmək olar. Bu

qırx pillələrin hər biri yer səviyyəsindən aşağıda yerləşmələrinə baxmayaraq mürəkkəb quruluşlu memarlıq abidələri hesab edilə bilər. Ordubad rayonunun Anabad kəndində də kəhriz sistemi fəaliyyət göstərir. "Baba kəhriz"-in kürəsi ilə birləşən 20 quyuyu 180 metr uzunluğunda, 2 metrdən 10 metrə qədər dərinlikdədir.

Babək rayonunun kəhriz suları kimyəvi tərkibinə və minerallıq dərəcəsinə görə bir-birindən xeyli dərəcədə fərqlidir. Cəhriçay yatağından qidalanan Məşədi Abbas, Çimən kəhrizləri kürələrindən yuxarıda qazılmış drenaj sistemləri yeraltı axınların qarşısını kəsmiş, nəticədə kəhrizlər qurumuşdur. Bu su mənbələri bu gün də yerli əhəlinin içməli suya olan tələbatının bir hissəsini ödəməklə, suvarma məqsədləri üçün də istifadə olunur. Beynəlxalq qurumların kəhrizlərə maraqları da məhz bu səbəblərdən qaynaqlanır.



*Şəkil 3.11. Yuxarı Əylis "Quşlu çeşmə" kəhrizi*

#### 4. Naxçıvan Muxtar Respublikası kəhriz və bulaq sularının kimyəvi xüsusiyyətləri

Naxçıvan Muxtar Respublikasının ərazisindəki içməli və suvarma sularının tədqiqi ümumən regionda meliorativ normaların və suvarma texnologiyasının keyfiyyətinin artırılması üçün əsas amildir. Suların kimyəvi tərkibini və keyfiyyətini müəyyən etmək üçün muxtar respublikanın bütün ərazisini əhatə edən 225 obyektədən götürülmüş su nümunələri analiz edilmişdir [1]. Bütün nümunələr üzrə minerallıq dərəcəsi, codluq, kalsium, maqnezium, hidrokarbonat, xlorid, sulfat, natrium və kalium ionlarının miqdarı təyin edilmiş, göstərilən komponentlərin suda qatılığı mq-ekv/l-lə ifadə edilmişdir. Suların ümumi codluğu turşulu xrom göyündən indikator kimi istifadə etməklə ammonyak bufer məhlulu mühitində su nümunəsini standart trilon B məhlulu ilə titrləməklə təyin edilmişdir.

Ümumi codluq  $C = N_{tr \cdot B} \cdot k \cdot 1000 / V_{H_2O}$  (mq-ekv/l) formulu ilə hesablanmışdır. Bu formulda  $N_{tr \cdot B}$  və  $V_{tr \cdot B}$  –trilon B məhlulunun normallığı və titrlənməyə sərf olunan həcmi (ml),  $K$ -düzəliş əmsalı,  $V_{H_2O}$ -analiz üçün götürülən suyun (aliquotun) həcmidir (ml).

Kalsium və maqnezium kompleksometrik üsulla mureksid ( $Ca^{2+}$  üçün) və erioxrom qarası  $T$ -dən ( $Mg^{2+}$  üçün) indikator kimi istifadə etməklə ammonyak bufer məhlulu mühitində trilon B məhlulu ilə titrləməklə təyin edilmiş və bu elementlərin miqdarı

$$\begin{aligned} X_{Ca} &= V_1 \cdot M \cdot 40,08 \cdot 1000 / V, \\ X_{Mg} &= V_1 \cdot M \cdot 24,32 \cdot 1000 / V, \end{aligned}$$

formulu ilə hesablanmışdır. Bu formullarda  $M$  - trilon B məhlulunun molyarlığı,  $V_1$ -titrləməyə sərf olunan trilon B məhlulunun həcmi (ml),  $V$ -analiz üçün götürülən suyun həcmidir (ml).

Xlorid- ionunun miqdarı paralel olaraq iki üsulla - kalium xromatdan indikator kimi istifadə etməklə  $Hg(NO_3)_2$  və  $AgNO_3$  məhlulları ilə,  $HCO_3^-$  ionunun miqdarı isə metil narıncısının iştirakı ilə su nümunəsini 0,1 N standart  $HCl$  məhlulu ilə titrləməklə təyin edilmişdir [110]. Sulfat ionunun miqdarının təyini metanol mühitində alizarin qırmızısı  $S$ -in iştirakı ilə  $BaCl_2$  məhlulu ilə titrləməklə həyata keçirilmişdir [111].  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  ionlarının miqdarı  $X = N \cdot v \cdot E_A / 1000 V_A$  formulu ilə hesablanmışdır. Bu formulda  $N$  və  $v$ -titrantın normallığı və titrlənməyə sərf olunan həcmi (ml),  $E_A$  və  $V_A$ -təyin olunan komponentin ekvivalenti və analiz üçün götürülən həcmi (ml),  $v$ - analiz üçün nəzərdə tutulan məhlulun həcmidir (ml).

$Na^+$  və  $K^+$  ionlarının ümumi miqdarı bir necə nümunədə alovlu

fotometriya üsulu ilə, qalanlarda isə ekstrapolyasiya metodu ilə tapılmışdır [112]. Suların pH-ı EV-74 ionometri ilə yoxlanılmışdır. Ümumi minerallaşma dərəcəsi 100 -ml su nümunəsini ehtiyatla buxarlandırılıb, alınan quru kütləni analitik tərəzidə çəkməklə müəyyən edilmişdir.

Ordubad rayonu üzrə 29 obyektədən götürülmüş su nümunələri analiz edilmiş, bu nümunələrdə sulfat ionu ya ümumiyyətlə müşahidə edilməmiş, ya da izləri qeyd olunmuşdur. Bu ərazinin suları qeyri-adi yumşaqlığı və çox aşağı minerallaşma dərəcəsi ilə muxtar respublika ərazisində yayılmış digər sulardan xeyli fərqlənir. Yuxarı Əylisin 6 su mənbəyinin (Nurqadeh, Quşlu, Xoşkeşin, Bazar, Çeşmə, Mədən ) codluğu təxminən 3,6 mq-ekv/l olduğu halda, Aşağı Əylisin, Darvaza, Dərə çeşmə, Dövlət, Qoşa göl, Əhrəm kəhrizləri üçün bu rəqəm 2 dəfə artıqdır: 6,2- 6,4 mq-ekv/l.

Çox maraqlı fakt Çənzə kəndi Çülməz arxı, Səfiqulu dərəsi və Yel suyu obyektlərində müşahidə olunmuşdur. Belə ki, birinci üç obyektin suyu son dərəcə yumşaq (codluqları 2,0–2,2 mq-ekv/l), Yel suyu isə Ordubad ərazisindən götürülən ən cod sudur. Bu suyun codluğu qeyd edilən suların codluğundan təxminən 15 dəfə, minerallıq dərəcəsi isə 18 dəfə yüksəkdir.

Culfa rayonu üzrə 20 obyektin suyu analiz edilmiş, Yayıcı kəndindəki “Xan kəhrizi” istisna olmaqla, qalanları 0,4- 0,8 q/l codluqla xarakterizə olunurlar. Müəyyən edilmişdir ki, Xan kəhrizi çox yüksək codluğu ilə (14,0 mq/l) fərqlənir.

Şahbuz rayonunun 8 kəhrizindən Şada kəndi Pirbulaq kəhrizi istisna olmaqla (codluq 2,2 , minerallıq dərəcəsi - 0,4 q/l), qalan kəhrizlərin suları 8-11 mq-ekv/ l codluq, 600-1000 mq/l minerallaşma dərəcəsi ilə xarakterizə olunurlar.

Babək rayonu üzrə analiz edilmiş 57 su nümunəsi istər minerallaşma dərəcəsinə, istərsə də əsas komponentlərin miqdarına görə bir-birlərindən xeyli fərqlənir. Belə ki, Calxanqala kəndi ərazisindən götürülmüş nümunələrin 15-də minetrallaşma dərəcəsi 0,4–0,8 q/l arasında dəyişirsə, “Qoşa ağıl” və “Urfan” bulaqlarının minerallaşma dərəcəsi 1,55- 1,75-ə bərabərdir. Xıncab kəndinin 6 kəhrizinin minerallaşma dərəcəsi 0,4-0,5 q/l-ə bərabər olduğu halda kəndin “El kəhrizi” üçün bu kəmiyyət 1,3 q/l-ə bərabərdir. Çeşməbasar kənd kəhrizinin və Cəhri kəndindəki “Kərbəlayı Abbas” kəhrizinin suyunun da yüksək codluq və minerallaşma dərəcəsi ilə seçildiyi müəyyən edilmişdir.

Şərur rayonunun 111 su mənbəyindən götürülmüş nümunələrin analizi göstərmişdir ki, Qıvraq kəndinin kəhriz suları Şahtaxtı, Yurdçu, Xok kəndlərinin sularına nisbətən daha cod və yüksək minerallığa malik, sulfat ionunun mövcudluğu ilə fərqlənir.

Dəmirçi və Axura kəndlərinin kəhriz suları orta minerallaşma dərəcəsinə malik olsalar da (0,4-0,8 q/l), tərkiblərindəki xeyli miqdarda sulfat-ionu ilə diqqət çəkirlər (0.7-5,0 mq-ekv/l).

Təbii suların duz tərkibinin ən azı 93-95%-nin hidrokarbonatlar, sulfatlar, xloridlər və onları neytrallaşdıran kationlardan formalaşması fikri, bu təcrübələrin nəticələri ilə bir daha təsdiq olunur [3]. Sulara rast gəlməsi ehtimal olunan digər mikroelementlərin (Br, J, B və s.) analizi tələb olunmadığından, bu istiqamətdə araşdırmalar aparılmamışdır. Suların böyük qismində sulfat-ionlarının rast gəlməsinə, çox güman ki, bu suların gips və anhidridlə qarşılıqlı təmasının nəticəsi kimi baxmaq lazımdır. Suların əksəriyyətinin pH-nın 7,0-7,5 aralığında dəyişməsi müşahidə olunur.

İçməli suların tərkibinə daxil olan əsas komponentlərin icazə verilən miqdarı xlorid və sulfat ionları üçün Beynəlxalq standartlara görə uyğun olaraq 600 və 400 mq/l-ə, Avropa standartlarına görə isə 350 və 250 mq/l-ə bərabər, minerallaşma dərəcəsi 1,0 q/l-ə bərabər sular isə ümumiyyətlə şirin sular hesab edildiyindən [113], analiz etdiyimiz suların əksəriyyətinin içmək üçün tamamilə yararlı olduğu şübhəsizdir. Bundan başqa Babək rayonunun Çeşməbasar, Nehrəm, Culfa rayonunun Ərəzin, Şərur rayonunun Şərur, Kərimbəyli, Alışar kollektorlarının və Nehrəm, Qaraçuq, Püsyən Axaməd qapalı drenaj sularının suvarmaya yararlılığı yoxlanmışdır.

Məlumdur ki, suvarma məqsədilə suyun yararlılığını qiymətləndirmək üçün onun temperaturunu, minerallaşma dərəcəsinə, duz tərkibini və suvarma əmsalını bilmək lazımdır [114]. Suvarma suyunda həll olan duzların içərisində ən zərərliyə natrium duzlarıdır. Bu duzların zərərlik dərəcəsi  $\text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{NaCl} : \text{Na}_2\text{SO}_4 = 1 : 3 : 10$  nisbətə müəyyən edilir.

Suvarma əmsalı kəmiyyəti Stebler tərəfindən təklif edilmiş və suvarma suyunun keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün kriteriya kimi qəbul edilmişdir. Suyun tipindən asılı olaraq bu əmsal aşağıdakı formullardan biri ilə hesablanır [115]:

$$K_a = 2040 / \text{Cl}^- \text{ (III tip sular üçün )}$$

$$K_a = 6620 / (\text{Na}^+ + 2,6 \text{Cl}^-) \text{ (II tip sular üçün)}$$

$$K_a = 662 / (\text{Na}^+ + 0,30 \text{Cl}^- + 0,43 \text{SO}_4^{2-}) \text{ (I tip sular üçün)}$$

Bu formullarda ionların qatılığı mq/l - lə ifadə edilir.

$K_a > 18$  olduqda belə sular suvarma üçün yaxşı, 18- dən 6- ya qədər kafi, 5,9-dan 1,2- yə qədər qeyri - kafi və  $K_a < 1,2$  olduqda pis sular qəbul edilməklə, suvarma üçün yararsız hesab edilir. Qeyd edilən formullarla Çeşməbasar, Ərəzin, Şərur, Kərimbəyli, Alışar kollektorları, Püsyən və Axaməd qapalı drenaj suları öyrənilmiş, bu sular üçün müvafiq olaraq  $K_a$  -

nın 9,64; 39,7; 21,94; 31,64; 28,77; 34,84 və 15,71- ə bərabər qiymətləri hesablanmışdır. Çeşməbasar kollektoru və Axaməd qapalı drenaj suları üçün  $K_a$ -nın qiymətləri kafi oblastına uyğun olsalar da, onları suvarma üçün yararlı hesab etmək olar. Qalan sular üçün suvarma əmsalının qiymətləri 18-dən böyük olduğundan, onların suvarma üçün yaxşı sular olduğu şübhəsizdir. Nehrəm kollektoru və qapalı dreni, Qaraçuq dreni sularında suvarma əmsalı üçün mənfi qiymətlər alınmışdır. Bu halda mənfi qiymətlə xarakterizə olunan kəmiyyət mənə daşmadığından, suvarma əmsalına görə bu suların suvarmaya yararlılığı bir qədər aşağıdır.

Bir sıra müəlliflərə görə [116,117], suvarma əmsalından istifadə etdikdə ehtiyatlı olmaq lazımdır. Belə ki, bu kriteriyaya görə suvarma üçün yararsız hesab edilən sularla müxtəlif kənd təsərrüfatı bitkilərinin suvarılması zamanı məhsuldarlığın xeyli artması meliorativ praktikadan məlumdur. Ona görə də suvarma işlərinə tətbiq edilən regional elmi yanaşma bu sahədə müsbət nəticələrin əldə edilməsinə səbəb olur. Bu səbəbdən Nehrəm kollektoru və qapalı dreni, habelə Qaraçuq dreni sularının suvarma əmsallarının qiymətlərinin aşağı olmalarına baxmayaraq, onların sularından bir sıra kənd təsərrüfatı bitkilərinin mövsümi suvarılması məqsədləri üçün istifadə etmək olar.

Muxtar respublika ərazisində mövcud kəhriz və bulaqları rayonlar üzrə qruplaşdırmaqla, həmin mənbələrin analiz edilən su nümunələrinin bəzilərinin kimyəvi tərkibi cədvəl 3.2-3.6-da verilmişdir. Cədvəllərdə minerallıq q/l-lə, codluq və komponentlərin qiymətləri mq-ekv/l-lə ifadə olunmuşdur.

Cədvəllərdən görünür ki, Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisindəki tədqiq olunan su mənbələrinin kimyəvi tərkibi onlardan su təchizatında səmərəli istifadə etməyə imkan verir.

Əkin sahələrinə veriləcək suyun yararlılığı son meliorativ normalara nəzarət baxımından məhsuldarlığın və ərzaq təchizatının yaxşılaşmasına xidmət edir. Ekoloji təmiz ərzaq məhsullarının istehsalı ilk növbədə meliorativ qaydalara əməl etməkdən, təbii gübrələr və suvarma üçün nəzərdə tutulan su ehtiyatlarından düzgün istifadə etməkdən asılıdır [2]. Muxtar respublika ərazisi üzrə kəhriz sularının paylanması şəkil 3.12-də verilmişdir. Bu təsnifata əsasən Şərur və Sədərək rayonlarında 150 kəhriz və bulaqlar qeydə alınmışdır. Bu rayonların ərazisində kəhriz, bulaq, habelə subartezian quyularının suyundan əkin sahələrinin suvarılmasında geniş istifadə edilir. Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisində yetişdirilən kənd təsərrüfatı məhsulları və meyvələrin özünəməxsus dadı və keyfiyyəti bu gözəl diyarın torpağı, suyu və havasının buranın insanlarına bəxş etdiyi əvəzsiz nemətdir.

**Cədvəl 3.2. Şərur rayonu ərazisindəki su mənbələrinin kimyəvi analizinin nəticələri**

Mənbə	Mineral lq,mq/l	Cod luq	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>
Xok,El bulağı	708,2	7,6	8,1	Yox	1,08	4,80	2,8	1,77
Qarabağlar,Hacı Baxşəli	735,6	7,9	8,4	Yox	1,1	5,03	2,9	1,6
Qıvrıq,Şərur çəmənli	1120,8	11,8	10,2	2,08	2,78	6,12	5,7	4,0
Şaxtaxtı, Aşıq Hüseyn	646,4	3,5	7,2	yox	0,91	2,0	1,5	4,6
Tançınəm kənd kəhrizi	530,6	5,78	4,99	0,84	1,0	3,78	2,0	1,6
Axura,Yuxarı bulaq	456,4	4,9	4,5	0,69	0,58	2,9	2,0	0,90
Dəmirçi,El kəhrizi	824,4	9,4	4,6	5,06	2,27	5,0	4,4	2,53
Dəmirçi kollektoru	1310,4	10,8	6,0	7,43	5,37	5,6	5,2	8,0



**Cədvəl 3.3. Babək rayonu ərazisindəki su mənbələrinin kimyəvi analizinin nəticələri**

Mənbə	Minerallıq, mg/l	Cod luq	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>
Gülşənabad, Ağamməd	505,8	5,5	4,8	0,77	1,14	3,15	2,38	1,25
Cləvi, Kəlbə Abbas	2390,0	23,4	11,6	12,67	11,45	13,4	10,7	12,0
Çalxanqala, Fərrux	508,4	4,8	5,4	Yox	1,24	2,8	2,0	1,85
Xıncab, Təzə kəhriz	404,4	3,2	4,2	Yox	1,03	1,8	1,4	2,05
Çeşməbasar kəhrizi	2244,6	24,6	6,8	20,4	5,68	17,0	7,6	8,28
Tunbul, Xan kəhrizi	1261,3	16,6	7,6	8,04	2,48	10,2	6,4	1,52
Tunbul kollektoru	1515,1	21,6	8,67	4,55	8,71	9,9	14,7	3,35

**Cədvəl 3.4.** Ordubad rayonu ərazisindəki su mənbələrinin kimyəvi analizinin

neticələri

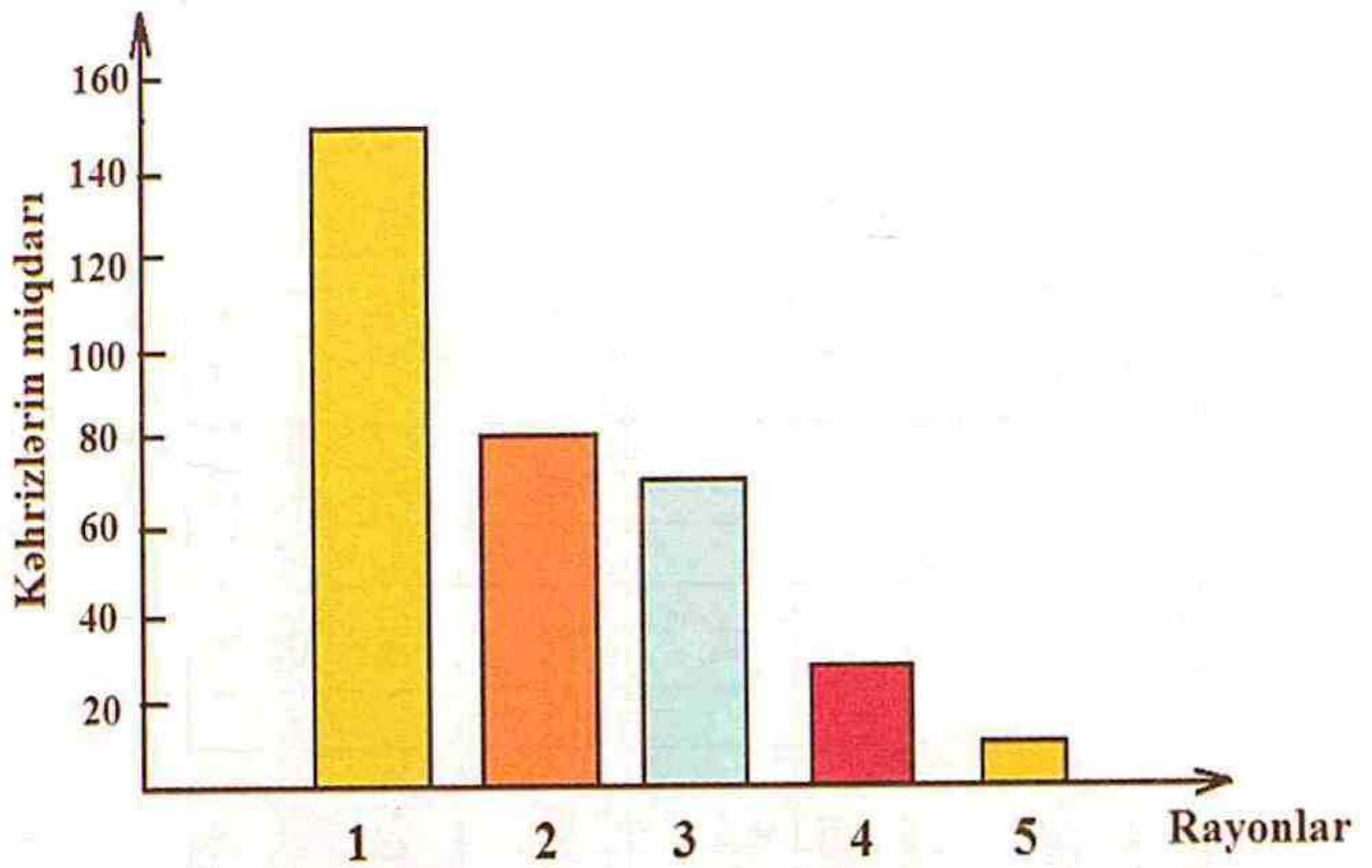
Mənbə	Mine rəqəmi, m q/l	Cod luq	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>
Genze k. Səfi qulu kəhr.	188,8	2,2	2,0	Yox	0,52	1,8	0,4	0,32
Genze k. Yel suyu	3484,6	30,0	36,4	4,64	2,06	2,06	9,6	13,1
Anabak Göllü çeşmə	388,3	4,4	4,4	Yox	0,52	0,52	0,6	0,52
Yux. Əylis, Bazarçeşmə	880,4	3,6	3,9	Yox	0,79	0,79	1,6	1,1
Aşağı Əylis, Darvaza	610,6	6,0	7,06	Yox	0,78	0,78	2,6	1,84

**Cədvəl 3.5.** Culfa rayonu ərazisindəki su mənbələrinin kimyəvi analizinin nəticələri

Menbə	Mine rallıq, m q/l	Cod luq	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>
Benəniyar, Kö tüce	875,5	8,6	7,64	2,22	1,93	4,8	3,8	3,2
Yaycı, Xan kəhrizi	1130,6	14,0	7,0	4,47	5,16	7,8	6,2	2,7
Dize, Qara kol	1326,6	7,4	8,0	8,10	1,86	4,2	3,2	10,5
Şurut, Şah	450,1	4,0	4,2	0,51	0,74	2,4	1,6	1,5

**Cədvəl 3.6. Şahbuz rayonu ərazisindəki su mənbələrinin kimyəvi analizinin nəticələri**

Mənbə	Mine rəlliq,mq /l	Cod luq	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>
Şada k.Pirbulaq	395,4	2,2	4,4	Yox	0,62	1,2	1,0	2,82
Türkeş k.Aşağı kəhr.	770,4	7,8	7,0	2,26	1,14	4,0	3,8	2,60
Badamlı k, kəhrizi	975,8	4,0	4,2	Izləri	1,75	2,4	1,6	2,0
Kənd Şahbuz kəhrizi	670,6	10,4	7,2	4,09	1,96	5,8	4,6	3,0
Nurs,orta	1034,4	11,4	8,0	4,10	1,76	6,84	4,56	2,6



Şəkil 3.12. Muxtar respublika ərazisi üzrə kəhrizlərin paylanması:  
1-Şərur, 2-Babək, 3-Ordubad, 4-Culfa, 5-Şahbuz

Beləliklə, muxtar respublika ərazisinin təbii su ehtiyatlarından (ilk növbədə kəhriz, bulaq, çeşmə suları, mineral, termal və suvarma suları) səmərəli istifadə edərək, bu regionun iqtisadi fəaliyyətini daha da canlandırmaq mümkündür.

## IV FƏSİL

### NAXÇIVAN MUXTAR RESPUBLİKASININ MİNERAL SULARI

#### 1. Yerin qaynar nəfəsi - yeraltı sular

Yer təqribən 4,5-5 milyard il əvvəl yaranmışdır. Bu həm planetin süxur və minerallarından, həm də meteoritlərin maddələrindən ayrılmış radioaktiv elementlərin izotop analizi ilə müəyyən edilmişdir. İndiki dövrdə Yerin və Günəş sistemi planetlərinin əmələ gəlməsini təsdiq edən kosmoqonik fərziyyə sovet alimi O.Y.Şmit tərəfindən irəli sürülmüşdür. Ona görə planetin əmələ gəlməsi Günəş ətrafında toplaşan soyuq buludların sıxılmasının nəticəsidir. Günəşin güclü qravitasiya sahəsinin təsirindən toz şəkilli maddələrin ilk səpələnməsi, bir qədər sıxlaşmış mərkəzlər ətrafında toplanması nəticəsində planetlərin nüvələri əmələ gəldi. Bu maddələrin sıxlaşması əhəmiyyətli dərəcədə enerjinin ayrılması ilə müşayiət olundu, bu isə öz növbəsində protoplanetin tədricən isinməsinə, onun dərinliklərində müxtəlif termokimyəvi proseslərin başlanmasına və qaz, su, mineral, süxurların əmələ gəlməsinə yol açdı. Bu proseslərin uzunmüddətli təkamülü Yerdə onun quruluşunun formalaşması ilə sonuçlandı [22]. Belə ki, Yerin səthi iki geosfera: atmosfer və hidrosferlə əhatə olunmuşdu. Hidrosfer-bu planetin 70%-dən çoxunu əhatə edən Dünya okeanı idi. Yerin bərk geosferası onun qabığı, mantiya və nüvəsini təşkil edirdi.

Yer qabığının gücü nisbətən kiçikdir, 20-dən 50 kilometrədək kontinentlər və 6-12 km okeanın üstü ilə ölçülür. Yer qabığının ümumi modeli aşağıdakı şəkildə görünür: (yuxarıdan-aşağı) 1) çökmə təbəqəsi (qum, gil, qumluq, əhəng və digər çökmə süxurlar)-5 km, nadir hallarda 10 km; 2) qranit təbəqə (qranit, kristallik slanslar) 3-20 km; 3) bazalt təbəqə (bazaltlar, qabbro, ekoqitlər) 20-35 km.

Dünya okeanının tutduğu ərazidə, çökmə təbəqəsi cüzi miqdardadır, qranit təbəqə praktik olaraq yoxdur, beləliklə okeanın yer qatı ancaq bazalt təbəqədən ibarətdir. Qatların dərinliklərinin bu nəticələri seysmik zondlaşdırma metodu ilə alınmışdır. Bu müxtəlif sıxlığa malik dağ süxurlarının təbəqələrdən keçməsi və yaranması sürətini ölçməyə imkan vermişdir. Horizontlarda maddə tərkibini hal-hazırda 6-8 km, bir çox hallarda 10-15 km dərinlikdə ölçmək mümkündür [118,119]. Yer qabığı sıxlığı  $2,5-2,9 \text{ q/sm}^3$  olan yüngül süxurlardan təşkil edilmişdir. İnsanlar üçün yer qabığı böyük əhəmiyyətə malikdir, çünki bütün faydalı qazıtılar onda toplanmışdır. Yer qabığında dərin gərginliklər baş verir, bu isə təbiətin güclü hadisələri-zəlzələ

və vulkan püskürmələri yaradır [120]. Buna görə də yer qabığının öyrənilməsi fundamental əhəmiyyətli olmaqla, insanı təbii fəlakətlərdən müdafiə etməyə və xəbərdarlıq etməyə vəsilədir.

Yer qabığı 2900 km dərinlikdə çox güclü geosfera olan mantiyaya qədər uzanır. Mantiyanın nisbətən dəqiq tərkibi-peridotit və dunitlər olan sıx silikat süxurlardan ibarətdir. Bu halda peridotitlərin sıxlığı dəmirin sıxlığına bərabərdir. Mantiya yuxarı (dərinlik 500-600 km) və aşağı (600-2900 km) hissəyə ayrılır. Yuxarı mantiyanın nüvəsində bazalt maqmalalar yaranır. Məhz burada güclü zəlzələlərin mərkəzi yerləşir. Burada hissə-hissə yuxarıya doğru alovlu maqmalalar öz yolunu tənzimləyir, lava selləri isə vulkanlar yaradır. Mantiya vulkanlaşma və dağəmələgəlmənin qlobal proseslərini idarə edir. Mantiya kütləsinin hərəkəti yer qabığının bir hissəsində boşluq yaradır, digər hissəsi yüklənmiş olur. Beləliklə yüksək dağ zəncirləri, kontinentlər arası dənizlər və vadilər əmələ gəlir. Mantiya ilə əhatə olunmuş Yer kürəsinin daxili hissəsi onun nüvəsi adlanır [121]. Nüvənin sıxlığı  $17\text{q/sm}^3$ -dan ibarətdir, tərkibi dəmir və ya silikattır. Amma adi silikatlardan fərqli olaraq bu maddə elə ion-atom "bağlamasına" malik olmalıdır ki, orada atom nüvələri sanki sıxılaraq, elektron təbəqələrinin bir hissəsindən azad edilmiş olsun [122]. Göründüyü kimi bütün bunlar tədqiqatçıların fərziyyələridir. Yer nüvəsi haqda bütün məlumatlar yalnız seysmik zondlaşmaya əsaslanır. Nə qədər ki, nüvənin tərkibi tam təyin edilməyib, bütün söyləmələr yalnız həqiqətə bənzər fərziyyə olaraq qalacaqdır. A.P.Vinoqradovun baxışlarına görə Yer qabığının əmələ gəlməsi kimyəvi və sıxılmış tərkibi ilə fərqlənən maddənin zona hərəkəti ilə baş verir. Bu çox mürəkkəb fiziki-kimyəvi prosesdir. Bu zaman asanüzücü maddələr (fiziki mənası yuxarı qalxan yüngül və aşağı yenən ağır maddələrin) arasındakı potensial və kinetik enerjinin paylaşması ilə izah edilir. Maddənin bir formadan digərinə fiziki-kimyəvi keçidləri zamanı istiliklə müşayiət olunan çox böyük miqdar enerjinin ayrılması baş verir. Bizim planetin geosferalara bölünməsi mərhələsində çox mühüm rol oynayan energetik balansda əhəmiyyətli miqdarda istiliyin ayrılması ilə müşahidə olunan radioaktiv parçalanma prosesləri gedir. Planetin differensial maddəsi birləşmələrin hərəkətliliyini təmin edən radioaktiv elementlər asanüzücü fraksiyalarla birlikdə yuxarı geosferə, əsasən qranit təbəqə olan Yer qabığına can atır [123]. Qranitlərdə radiogen istiliyin ayrılması mantiyanın süxurları peridotitlərə nisbətən min dəfə çox olur. Yer qabığının üst hissəsində əmələ gələn radiogen enerji Yer səthində müxtəlif intensivlikli istilik selləri əmələ gətirərək istilik sahəsi yaradır. Planet üzrə istilik itirmənin orta qiyməti təqribən  $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ kal/sm}^2 \cdot \text{san}$ -dır.

Yerin üst qatından başlayaraq, daha doğrusu ilk on metrərlə ölçülən "neytral təbəqədə" mövsimi temperatur dəyişmələri nəticəsində süxurların

temperaturu tədricən artır. Bu artımın sürəti geotermik qradiant və ya geotermik dərəcə ilə müəyyən edilir. Geotermik qradiant bir vahid dərinlikdə temperaturun nə qədər yüksəldiyini göstərir, geotermik dərəcəsi-geotermik qradiantın əksinə olan qiymətdir,  $1^{\circ}\text{C}$  temperatur artımında dərinliyin intervalını müəyyən edir. Müxtəlif ərazilərdə geotermik qradiantın dəyişməsi yerli istilik selinin intensivliyi və müxtəlif süxurların istilik keçiriciliyi ilə əlaqədardır. Yerın maksimum temperaturu nüvədə baş verir və təqribən  $3000^{\circ}\text{C}$  ilə ölçülür.

Yerın üst qatında istilik seli necə yaranır? Ən çox güman edilən istilik əmələ gəlməsi-vulkanik fəaliyyət nəticəsində mümkündür. Amma nə qədər qərribə görünsə də, indiki dövrdə vulkanik hadisələr Yerın yeganə istilikdaşıyıcı kanalları deyil. Birinci lava sellərinin temperaturu nə qədər yüksək olsa da, onların kütləsi yer qabığının dağ süxurlarının kütləsinin yanında çox cüzdür. Sonuncular isə dərinliklərin istilik daşıyıcıları hesab edilir. İkincisi, Yer qabığında hərəkətli və kifayət qədər istilik tutumlu enerji daşıyıcı-yuxarı geosferin istilik balansında əhəmiyyətli rol oynayan su mövcuddur [124]. Su mineral miqdarına görə digər təbii birləşmələr içərisində birinci yeri tutur. Ənənəyə görə qəbul edilməsi nə qədər çətin olsa da su-məhz mineral hesab edilir. Doğurdan da nəyə görə dəmir oksidi (hematit), qalay oksidi (kassiterit), alüminium oksidi (qlipozam), volfram oksidi (volframit) mineral hesab edilir, amma hidrogen oksidi  $\text{H}_2\text{O}$ - sadəcə su?

Akademik V.İ.Vernadski suya xüsusi substansiya kimi baxaraq, onda həll olan komponentlərin müxtəlif tərkibləri, suyun faza vəziyyəti, yer qabığında yayılmasını öyrənmişdir [125]. Məlumdur ki, su bütün süxurların çöküntü örtüyünü doydurur. O, süxurlarda, həm də mantiyanın üst qatlarında qranit və çöküntü təbəqəsi yaradır. Maye su eyni zamanda 10-15 km dərinliklərdə də mövcud olur, aşağı qatlarda qaz halında olduğu güman edilir. 50-60 km  $3 \cdot 10^4$  atm təzyiqdə fazalar arası sərhəd itir, qaz halında su maye su kimi eyni sıxlığa malik olur.

Buxar fazasında yerləşən çöküntü süxuru və su məlum dərinliklərdəki temperaturu qəbul edir. Əgər su çatlar vasitəsilə daha dərin horizontlara qalxırsa, o zaman əksinə süxurlar suyun daha yüksək temperaturunu qəbul edir. Beləliklə yerli istilik anomaliyaları yaranmış olur. Ərazinin geotermik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq bu və ya digər müəyyən dərinlikdə termal su saxlayan dağ süxurlarının kütləsi toplaşır. Bununla əlaqədar olaraq yer qabığında hidrotermal təbəqə adlanan bir zonanı ayırmaq lazım gəlir [126]. Su, yer kürəsinin hər yerində, amma fərqli dərinliklərdə toplaşır. Müasir vulkanlaşma ərazilərində hidrotermal təbəqənin suyu səthə çıxıb bilər. Burada qaynar mənbələr, qaynar qrifonlar, qeyzerlər deyil, həmçinin  $+180-200^{\circ}\text{C}$  və yüksək temperaturlu buxar qaz şırnaqları da müşahidə olunur.



Nisbətən son zamanlar formalaşan dağlıq ərazilərdə (Qafqaz, Himalay, Alp, Karpat) hidrotermal təbəqənin dərinliyi on metrdən bir neçə yüz metrə qədər dəyişir. Çöküntü süxurlarının cəmləşdiyi qədim platformaların sərhədlərində hidrotermal təbəqə artıq 1000 m və daha dərinlərə yüklənir. Kristal şitlərdə hidrotermlər səthdən bir neçə kilometrə qədər davam edir [127]. Yeraltı suların temperaturu geniş aralıqlarda dəyişilir, bu onların quruluşu, tərkibi və xassələrinə də təsir göstərir. Buna görə də temperatur yeraltı suların ayrılmasının kriteriyası hesab edilə bilər. Bu kriteriya termal və qeyri termal suların sərhədini müəyyən edir. Belə ki, termal suya  $+37^{\circ}\text{C}$  və daha yüksək temperaturu sular aid edilir. Əgər suyun temperaturu  $+100^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı olursa, normal atmosfer təzyiqində belə hidrotermlər qaynar sular adlanır. Nəhayət “hidrotermal flüid” qaynar suların böhran temperaturunun  $375^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı vəziyyətini ifadə edir.

Yeraltı termal sular çöküntü təbəqələrinin və bütövlükdə yer qabığı-  
nın istilik rejiminin tənzimlənməsində xüsusi funksiyaya malikdir. Məhz hidrotermal flüidlər mineralların, süxur və faydalı qazıntıların formalaşmasını təmin edərək istilik enerjisinin əsas hissəsini səthə daşıyır. Çöküntü süxurlarına qumsallıqlar, əhəng, dolomit, slantslar və s. daxildir. Onların bir hissəsi kontinental mənşəlidir. Amma dağ süxurlarının hamısı praktik olaraq iki növ çöküntüdə: qum və gildən formalaşmışdır. Milyon və on milyon il-  
çox böyük geoloji vaxt keçdikdən sonra temperatur və təzyiq nəticəsində termal suların təsirindən ilkin çöküntülər tədricən dağ süxurlarına çevrilir. Karbonat gillər əhəng əmələ gətirir, o da öz növbəsində dolomitə çevrilə bilər. Əhəng böyük dərinliklərdə toplaşaraq, xüsusi temperatur və təzyiqdə marmərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Fərqli kimyəvi tərkibli termal sular onlara müxtəlif növ rəng qamması verə bilər.

Ehtimal edilir ki, yeraltı termal sular neft yataqlarının əmələ gəlməsində iştirak edir [128]. Əgər dərin hövzələrin, çökəklərin qırılma proseslərində dəniz süxurlarının basdırılması 4-5 km dərinliklərə gedirsə, onlar  $120-150^{\circ}\text{C}$  temperaturla malik olur. Təzyiqin təsirindən termal buxar məhlulların üst qatlardakı cavan çöküntüləri qumlu kollektorla sıxışdırılır. Məlum temperaturda minerallaşmış məhlullar böyük kimyəvi aqressivliyə malik olur. Bu həm mineral, həm də üzvi tərkibli süxurlara aiddir. Səpələnmiş üzvi maddələr tədricən sularda həll olur, emulsiya şəklində su ilə birlikdə çıxır. Gec və ya tez su səthə qalxır. Əgər yeraltı suların yüklənməsi uzun geoloji dövrü əhatə edirsə, o zaman yuvalarda böyük miqdar ilkin üzvi maddələr toplaşır ki, bunlar da sonradan neft və qaza çevrilir. Yüksək temperaturu su-qaz flüidlərin fəaliyyəti əksər qurğuşun, sink, mis, civə, sürmə və digər metalların filiz yataqlarının əmələ gəlməsi ilə əlaqədardır. Hidrotermal məhlullar müəyyən fiziki-kimyəvi şəraitdə parçalanma

zonasında, çatlarda səpələnmiş metallik komponentləri toplayır. Göründüyü kimi, geotermalın geoloji fəaliyyəti onların müxtəlif növlərini əhatə edir. Bir növ hidrotermal məhlullar çöküntülərin, süxurların əmələ gəlməsində iştirak edir, digərləri çöküntü süxurlarını dəyişdirir, üçüncü növ hidrotermal neft-qaz əmələ gəlməsində iştirak edir və s. Mənşəyindən, kimyəvi tərkibindən və şəraitindən asılı olaraq onlar tamamilə fərqli xassələr göstərir, müxtəlif geoloji proseslərə təsir edirlər.

## 2. Yeraltı suların mənşəyi

Öz mənşəyinə görə yeraltı sular üç növə ayrılır: 1) yuvenil; 2) infiltrasiyalı; 3) sedimentasiyalı termal sular.

Birinci növ termal sular maqmatik kütlələrin dərinliklərində qırılma nəticəsində əmələ gəlir. Burada su uçucu qaz komponentləri ilə birlikdə son məhsul kimi ayrılır. Yuvenil mənşəli sular yerin dərin qatlarında maqmadan ayrılan qaz və su buxarları yer səthinə doğru hərəkət edərkən əmələ gəlir və formalaşır.

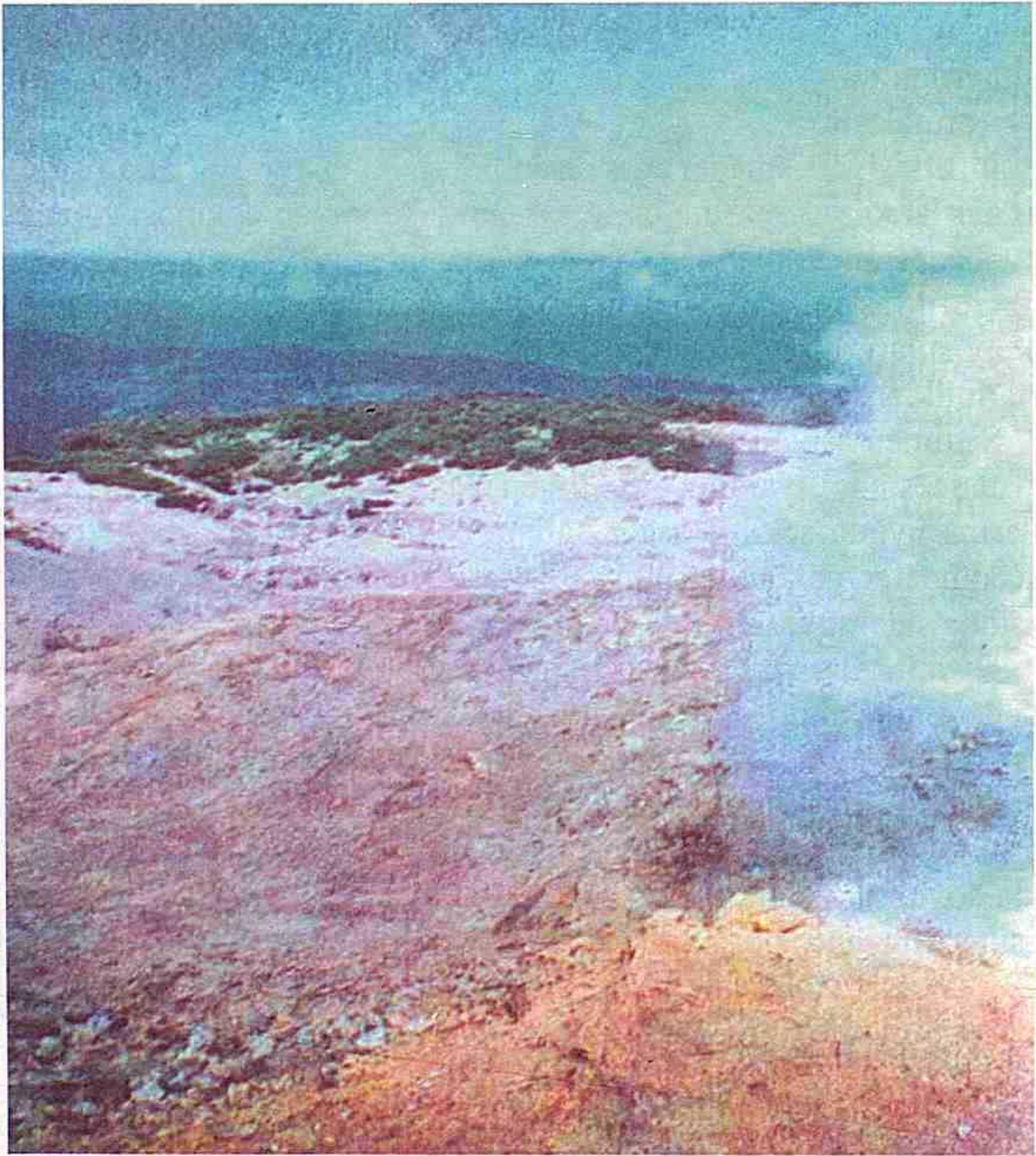
İnfiltrasiyalı sular Yerə dərinliklərində süxur və çatlardan qaz fazasından ayrılaraq yer səthinə çıxır. Ərazinin sonradan çökməsi zamanı yerin süxur təbəqəsinin toplanması nəticəsində mövcud yeraltı suların basdırılması ilə infiltrasiyalı sular əmələ gəlir. İlk mənbədə onlar atmosfer yağınları, çay suları, quyu və bataqlıq sularını toplayır. Bu sular bir neçə kilometr dərinliklərə nüfuz edir.

Sedimentasiyalı sular gilli-lilli çöküntülərdə dəniz sularının yuyulması nəticəsində yaranır. Sedimentasiya nisbətən ağır çöküntülərin sıxlıqlarına uyğun şəkildə aşağı qatlara çökməsi ilə xarakterizə olunur. Bu zaman atmosfer çöküntülərinin süxurlara süzülməsi və onların yuyulması nəticəsində sular müxtəlif tərkibə malik olur.

Əvvəllər termal suların mənşəyini yalnız vulkanik mənbələrin fəaliyyəti ilə əlaqələndirirdilər. Geoloji tədqiqatlar göstərdi ki, bu və ya digər yolla süxur layına düşən su uzun yol keçərək tədricən isinir (şəkil 4.1). Bu yalnız soyumuş maqmatik ərintilərin mövcud olduğu hallarda mümkün olur. Buxar flüidləri isti su, qaz və uçucu komponentlərlə birlikdə ərintidən ayrılır və daha soyuq üst qatlara çıxmağa can atır. 425-375<sup>0</sup>C temperaturda buxar maye suya kondensə olunur. Hidrotermal məhlulun yuvenil növü belə əmələ gəlir. Bu növə əvvəllər heç bir su dövrəsində iştirak etməmiş sular da daxil edilir. Bu hidrotermal suların həqiqi mənşəyində yeni əmələ gəlmiş sular hesab edilir [129].

İnsanlarda yer təkinin istiliyinə maraqlı çox qədimdən yaranmışdır. Qədim dövrlərdə insanlar təbii su mənbələrindən istifadə etməyə başlamış-

lar. Mineral su mənbələrinin ilk dəfə hansı ölkədə və kim tərəfindən kəşf olunduğunu demək çox çətinidir. Görünür ki, bu suların müalicəvi təsirini insanlar qəflətən və təbii yolla kəşf etmişlər. Bu insan sivilizasiyasının yarandığı dövrdə vəhşi mühitdən çıxmış paleolit insanın artıq ağıllı instinkləri qəbul etməsi, məntiqi idrakın inkişafı, təkamülün milyon illər ərzində qazandırdığı təcrübənin nəticəsi idi. Bəlkə də vəhşi heyvanlar insanları termal mənbələrə aparmış, tədricən müəyyən tip sularla müalicənin mümkünlüyünü aşılamişdır. Təbiətin nadir fenomeni sayılan termal sular məntiqi təfəkkürün töfhəsi kimi qəbul edilmiş və bu sular əfsanəvi sular adlandırılmışdır. Eramızdan əvvəl V-VI əsrlərdə qədim Yunanıstanda bulaqların çıxışları mərmər arxitektura ansamblları ilə bəzədilmiş, axımlar və hövzələrlə təchiz olunmuşdur. Epidavr ətəklərində qazıntılar zamanı müəyyən edilən belə tikililərdən biri dünyanın ən qədim kurortlarından hesab olunur.



*Şəkil 4.1. Vulkanik buxar fəvvarəsi*

Eyni zamanda ehtimal olunur ki, tibb elminin banisi Hippokrat məhz burada yaşamışdır. İsti bulaqlar qədim romalılar tərəfindən də istifadə olunmuşdur. İsti bulaqlar çağdaş Fransanın ərazisində yaşayan qədim keltlərə də məlum idi. Bunu bir sıra yaşayış məntəqələrinin adları da təsdiq edir: Burbon-Le-Ben, Burbon-Landse. Bu sözlərdəki Burbon ifadəsi Kelt allahı Borvonun adından götürülmüşdür. Qədim kelt dilində borvo – qaynayan deməkdir. Çağdaş Fransanın ərazisində arxeoloqlar müəyyən etmişlər ki, yüksək rütbəli romalılar villalarını təbii qızmar sularla qızdırırmışlar. Həmin dövrdə qızmar bulaqlarda tikilən kuptaş qurğuları termlər adlandırılmışdır. Yunan dilindən tərcümədə bu söz hamam adlanır. Buradan da qızmar bulaqlar termlər adlandırılmağa başlanmışdır [130]. Termlər həmin dövrlərdə ibadət məkanları kimi fəaliyyət göstərirdi. Bu məkanlarda yuyunma rituaları yerinə yetirilirdi. Qədimdə yaşlı insanlar üçün termlərdə yeraltı od allahı Plutonun və dəniz allahı Poseydonun (Neptunun) ram edilməz enerjisi təsəvvür edilirdi. Bu qüvvələrlə mübarizə qeyzərlərin buxar sütunları məfhumunu doğurdu. Ancaq insanların fantaziyası, izah edilə bilməyən hər şeyin ilahiləşdirilməsi və qədim insanların heyrətamiz müşahidə qabiliyyətləri onları isti bulaqlara cəlb etmişdir. Çox qədimlərdə döyüşən əsgərlər öz yaralarını hidrogen sulfidli və karbon qazlı bulaqlarda sağaldırdılar.

Qaynar yeraltı suların elmi xüsusiyyətləri XVI əsrdə termometrin kəşfi ilə öyrənilməyə başlandı. Termal suların əmələ gəlməsinin mexanizmini və yer səthində yayılma qanunauyğunluqlarını aydınlaşdırmaq üçün Yer qabığının temperaturu ilk növbədə bulaq və şaxtalarda, sonra isə quyularda ölçülməyə başlandı. Termal suların öyrənilməsi təbii buxardan mexaniki enerji alınması üçün istifadə edilməsinə zəmin yaratdı. Bu problem İtaliyada XIX əsrin sonunda həll edildi. Bu məqsədlə italyan mühəndisi Rayan xüsusi buxar maşını quraşdırdı. Bir qədər sonra 40 l.s. gücündə buxar maşını istifadəyə verildi, burada 600 m dərinlikli 200 quyuyu qazıldı. Bu quyuların hər biri saatda 200<sup>0</sup>C temperaturu 100 ton buxar verirdi. 1914-cü ildə burada ümumi gücü 8250 kVt olan ilk geotermal elektrik stansiyası işə başladı. 47 ildən sonra İtaliyada yeraltı buxarla işləyən 835 min kVt gücündə elektrik stansiyaları fəaliyyət göstərirdi. Bu İtaliyanın bir sıra yaşayış məntəqələri və parnik təsərrüfatlarını istiliklə təmin etmiş oldu.

Rusiyada ilk temperatur ölçmələri və yeraltı suların tədqiqi XVIII əsrin 30-cu illərində Sibirdə İ.Q.Hmelinin işləri ilə ərsəyə gəldi. 1768-ci ildə İ.S.Pallas yeraltı istiliklə süxurların tərkibi arasındakı əlaqəni müəyyən etdi. Məhz bu vaxtdan Rusiyada ilk kurortlar yarandı. XIX əsrin ortalarında Rusiyada dərin artezian quyularının temperatur dəyişiklikləri tədqiq edilməyə başlandı. İlk ölçmələr Moskva, Peterburq və Yakutiya yerinə yetirildi. 1877-1878-ci illərdə o dövr üçün Krimda qazılan ən dərin quyuda dəqiq

geotermik ölçmələr aparıldı (şəkil 4.2). Müəyyən edildi ki, 796 m dərinlikdə termal suyun temperaturu  $43^{\circ}\text{C}$ -yə bərabərdir.

XX əsrin əvvəllərindən neft-qaz və daş kömür yataqlarında təcrübə geotermiki tədqiqatların həcmi genişləndi. Bununla paralel nəzəri geotermik proseslər də öyrənilməyə başlandı. Bu sahədə böyük alim L.A.Yaçevskinin xidməti xüsusilə qeyd edilməlidir. Onun çox illik tədqiqatları yalnız Rusiyada deyil, dünyanın başqa ölkələrində də yerinə yetirilmiş, bu geotermik metodlar Şimali Qafqazda mineral suların axtarışı və kəşfiyyatında da istifadə edilmişdir.

Geotermik tətbiqinin əsas vəzifəsi yüksək temperaturlu yeraltı suların və buxarların axtarışıdır. Böyük energetik əhəmiyyəti ilə yanaşı belə sular həm də balneoloji və sənaye əhəmiyyətinə malikdir. Beləliklə, bəşər tarixində qızmar bulaqların suları qədim termlərdən hazırkı çağdaş geotermal elektrostansiyalara qədər uzun və əhəmiyyətli yol keçmişdir.

*Yeraltı suların növləri.* Yeraltı suların geniş və çox şaxəli "peşəsi" mövcuddur: onlar insanları sağaldır, onların köməyi ilə mənzillər və müxtəlif təyinatlı tikililər qızdırılır, elektrik enerjisi alınır, bu sulardan həmçinin kimyəvi elementlərin mənbəyi kimi istifadə olunur. Yer in istis və mülayim nəfəsi olan mineral sular ümumiyyətlə üç qrupa ayrılır:



Şəkil 4.2. Qeyzer -fəvvarə vuran isti bulaq

- 1) Sənaye suları
- 2) Müalicə suları (balneoloji)
- 3) Termal sular.

Yeraltı sənaye suları bir qayda olaraq bütün mikroelementlərə eyni anda deyil, yalnız müəyyən kompleks miqdarda malik olur. Bu səbəbdən yeraltı sənaye suları bir neçə növə ayrılır. Daha çox aşağıdakı növ yeraltı sənaye suları yayılmışlar: 1) brom-yodlu sular (Br-J), 2) borlu sular (B), 3) brom-bor-yodlu sular (Br-B-J), 4) brom-borlu sular (Br-B), 5) brom - litiumlu sular (Br-Li), 6) Stronsiumlu sular (Sr), 7) brom-yod-stronsiumlu sular (Br-J-Sr) (cədvəl 4.1).

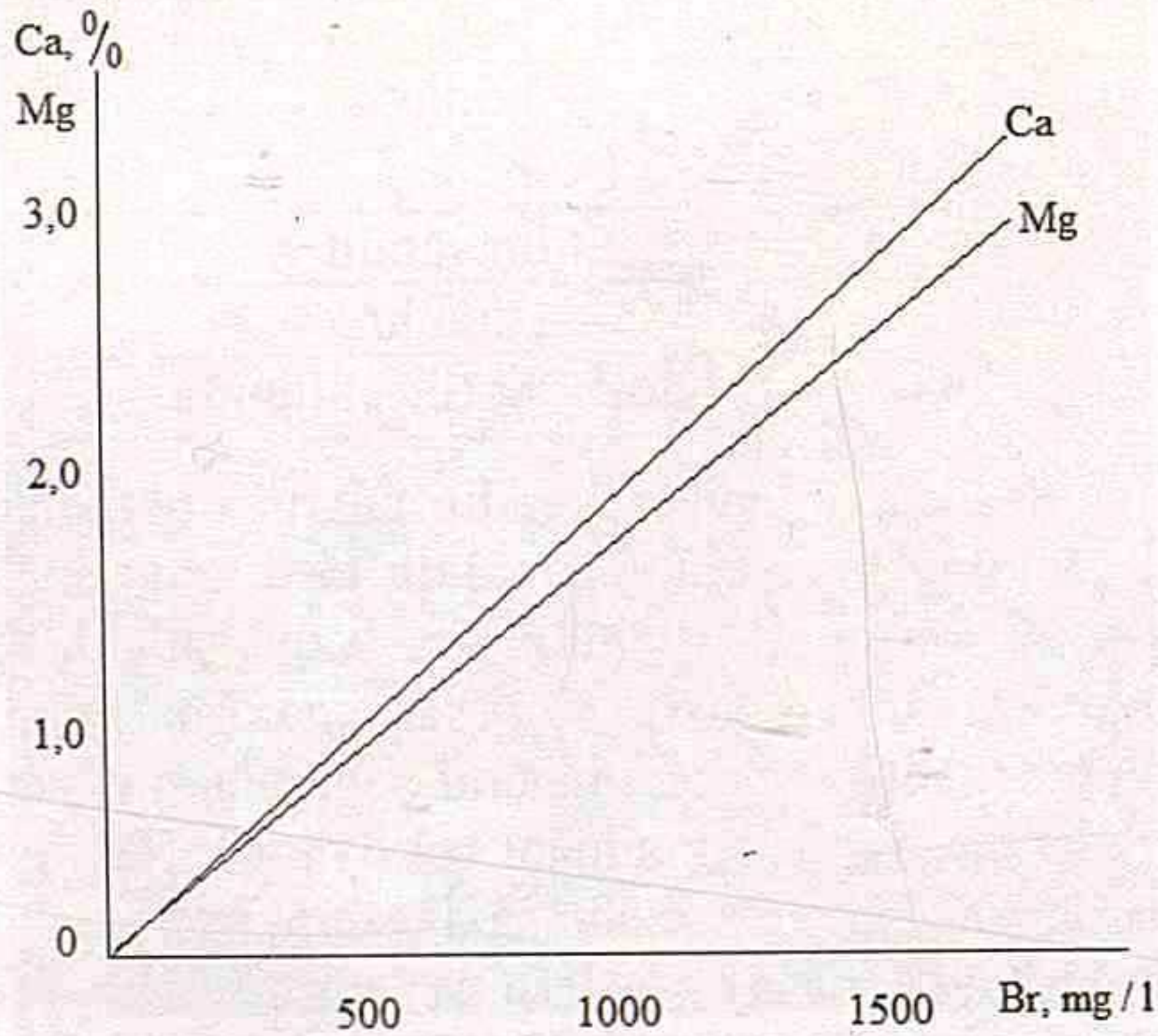
Cədvəl 4.1. Sənaye tipli yeraltı sularda mikroelementlərin əsas mənbəyi - süxur nümunələri

Mikro-elementlər	Sularda miqdarı mq/l	Sənaye sularının növləri	Süxur nümunələri
Br	500	Bromlu – yodlu - stronsiumlu	gilli
		Bromlu – borlu - yodlu	gilli
		Bromlu - borlu	qalitli
		Bromlu – borlu - litiumlu	qalitli
B	100	Borlu ,borlu - yodlu	qumlu
		Bromlu – borlu - yodlu	gilli
		Bromlu - borlu	qalitli
		Bromlu – borlu - litiumlu	qalitli
J	50	Yodlu	terrigenli gilli qarışıqlı
Sr	5	Stronsiumlu	sulfatlı
Li	80	Litiumlu	halogenidli
		Bromlu – borlu - litiumlu	qalitli

Məlumdur ki, sənaye suları yeraltı suların mikroelement mənbəyi olan süxurlarla geokimyəvi mühitdə qarşılıqlı təsir nəticəsində əmələ gəlir. Belə ki, brom-yod-stronsiumlu və brom-bor-yodlu sularda brom mənbəyi külli miqdar qumlu və karbonatlı süxurlara qarışan müxtəlif növ gilli süxurlardan ibarətdir. Brom-yod-stronsiumlu sularda stronsiumun mənbəyi olaraq əsas karbonatlı süxurlar dominant rol oynayır. Terrigen süxurlar da müxtəlif miqdarda karbonatlı sement saxlayaraq stronsiumlu minerallara daxil olur. Stronsiumlu sənaye sularında stronsiumun mənbəyi sulfat süxurlar-stronsiumun selestin mineralı ( $\text{SrSO}_4$ ) hesab edilir. Terrigen və kar-

bonatlı süxurlara malik bütün yodsaxlayan sənaye sularında yodun mənbəyi gilli hissəciklərdə sorbsiya olunmuş şəkildə yod və yod üzvi birləşmələrdir.

Borlu, bor-yodlu və brom-bor-yodlu sular üçün bor mənbəyi bor mineralları (turmalin, datolin) və gilli süxurlarda sorbsiya olunmuş bordur. Brom-borlu və brom-bor-litiumlu sənaye suları genetik münasibətdə həll olmuş və qələviləşmiş sulardır. Mikroion tərkibinə görə onlar xloridli maqneziumludur. Burada bromun kalsium və maqneziumla nisbəti düz xətlidir. Sənaye sularında bromun tərkibinin kalsium və maqneziumun qatılığından asılılığı şəkil 4.3- də verilmişdir. Şəkil 4.3- dən görüldüyü kimi bromun kalsium və maqneziumla nisbəti xətti asılıqla ifadə olunur, bu asılılıq xüsusilə də xloridli natriumlu sularda daha qabarıq hiss olunur. Bromun kalsiuma nisbəti xloridli natrium kalsiumlu sularda, maqneziuma nisbəti isə xloridli maqneziumlu sularda üstünlük təşkil edir. Hidrokarbonatlı, sulfatlı, xloridli, natriumlu sularda bromun kalsium və maqneziumla qarşılıqlı əlaqəsi zəifdir və ya yoxdur. Kalium və maqnezium saxlayan qaliteli süxurlar suya qarışan hesab edilir. Onlar brom, bor, litiumun göstərilən sənaye sularında əsas mənbə rolunu oynayır. Halogen süxurlu sularda bromun əmələ gəlməsində izomorf brom əsas götürülür. Halogenli süxurlarda litium qaliteli izomorf qarışıqlar şəklində, həm də silvinit və digər duzların ikinci mineral birləşmələri formasında çıxış edir. Halogenli süxurların gilli hissəciklərində litium sorbsiya olunmuş bromu yaxındır. Litiumun mineral birləşmələrinin yüksək həll olma qabiliyyətinə görə sonuncular litiumun sənaye sularının əmələ gəlməsində əhəmiyyətli rol oynayır. Brom-yodlu, borlu və brom – bor-yodlu yeraltı sənaye suları genetik münasibətdə terrigenli və karbonatlı



Şəkil 4.3. Bromun tərkibinin Ca və Mg-un qatılığından asılılığı

süxurların mürəkkəb qarşılıqlı təsirindən əmələ gələn sülardır. Brom - borlu, brom - bor- litiumlu, stronsiumlu sənaye suları genetik münasibətdə sulfat və halogenli süxurların həll olmuş və qələviləşmiş süxurlarıdır. Brom – yod - stronsiumlu sənaye suları genetik münasibətdə yuxarıda sadalanan hər iki tipə aiddir. Onlar terrigen və karbonatlı, habelə sulfatlı süxurların qələviləşməsi nəticəsində əmələ gəlir.

Süxurlara mikroelementlərin mənbəyi kimi baxıldıqda süxurların üzvi və mineral hissələrini fərqləndirmək lazımdır. Bir sıra mikroelementlərin, məsələn yodun yeraltı sülardakı üzvi birləşmələrdə miqdarı çoxdur. Bu isə həmin elementlərin sülarda, eləcə də süxurlarda olan üzvi birləşmələri ilə əlaqədardır.

Müəyyən edilmişdir ki, xloridli hidrokarbonatlı natriumlu gilli məhlullar üzvi birləşmələrin hesabına borla zənginləşir. Xüsusi hallarda yeraltı sülarda bor əhəmiyyətli dərəcədə neftli və digər üzvi birləşmələrlə əlaqədar olur. Borun üzvi birləşmələrlə yaxın əlaqəsindən yararlanaraq neft və qaz axtarışlarında duzlu və şoraba tipli yeraltı sulara müraciət etmək məsləhətdir. Oxşar sözləri üzvi birləşmələrlə sıx bağlı olan yod haqqında da demək olar. Əgər nisbi olaraq yeraltı sülarda yodun əsas mənbəyinin üzvi birləşmələr olduğunu qəbul etsək, onda digər mikroelementlərin üzvi birləşmələrlə kifayət qədər zəif əlaqədə olduğu ortaya çıxar.

Brom, bor, litium, stronsium, rubidium və seziumun yeraltı qrun və lay sularında əsas mənbəyi süxurların mineral hissəsi hesab edilir. Praktik olaraq bütün süxurlar mikroelementlərə malikdir, amma süxurlarda onların miqdarı müxtəlifdir. Borun miqdarına görə çöküntü süxurları terrigenli, halogenli, karbonatlı və sulfatlı süxurlara ayrılır. Territli qumlu süxurlarda borun əhəmiyyətli hissəsi çətin həll olan turmalin və datolit minerallarının tərkibində yerləşir. Sonuncu süxur turmalinlə müqayisədə yeraltı sularla təmasda daha çox dağılmağa məruz qalır. Hər iki mineral müxtəlif tərkibli sülarda fərqli davamlılıq nümayiş etdirir. Onlar az minerallı natriumlu hidrokarbonatlı sülarda yaxşı həll olur, xloridli natrium - kalsiumlu güclü minerallaşmış sülarda isə çox zəif həll olurlar.

Gilli süxurlar kifayət qədər sorbsiya olunmuş bora malikdir. Müəyyən edilmişdir ki, dəniz lillərinin borla zənginləşməsi yalnız üzvi birləşmələrin hesabına deyil, həm də sorbsiya proseslərinin hesabına baş verir. Bor  $H_3BO_3$  formasında pH= 4- 7 intervalında çöküntüdə sorbsiya olunur. pH 9 olduqda sorbsiya hissədiləcək şəkildə azalmağa başlayır, pH 11- 12-də isə yaranan ion formasına görə 3- 5%- ə yenir.

Sorbsiya proseslərinə suyun ion tərkibi əhəmiyyətli təsir göstərir. Rəqabətli udulmaya görə sulfat ionları borun sorbsiyasını ləngidir. 100 mq/l sulfat ionu saxlayan məhluldan bor dəmir hidroksidlə nə turş, nə də qələvi



mühitdə sorbsiya olunur. Halogenid süxurlarda bor adətən boratlar şəklində mövcud olur.

Litium böyük miqdarda gilli süxurlarda, dolomitdə, az miqdarda halogenli süxurlarda və əhəngdə olur. Bütövlükdə terrigenli karbonatlı süxurlarda brom və bor sorbsiya olunmuş şəkildə, yod üzvi birləşmələrdə, stronsium karbonat süxur və karbonat qarışıqlarla zənginləşmiş stronsiumlu minerallarda rast gəlir. Bordaşıyan suların əmələgəlməsi zamanı süxurlarda sorbsiya olunmuş borun rolu minerallaşmış xloridli natrium - kalsiumlu sularda bor ilə litium arasında olan yüksək korrelyasiya əlaqəsini təsdiq edir. Amma az minerallaşmış hidrokarbonatlı sularda bu elementlərin korrelyasiya əmsallarının qiymətləri çox aşağıdır.

Yeraltı sularda mikroelementlərin paylanmasına struktur-tektonik şəraitdən asılı olaraq iki aspektdə baxmaq lazımdır: 1) Yer qabığının rəqsi hərəkəti və onların sularda mikroelement tərkibinin formalaşmasında rolu; 2) sudaşıyan komplekslərin struktur vəziyyətləri və onların mikroelementlərinin su komplekslərində toplanmasına təsiri.

Tektonik hərəkətlərin xarakteri yeraltı sularda mikroelementlərin formalaşmasına əhəmiyyətli təsir göstərir. Məsələyə bu baxışdan yanaşdıqda üç tip regionu fərqləndirmək lazımdır. Birinci tip regiona mənfi tektonik hərəkətlərin üstünlük təşkil etdiyi zonalar daxildir. Burada sudaşıyan komplekslər əsasən yüklənmə xarakterli, sular isə atmosferlə zəif əlaqədə olurlar. Buraya platformaların daha çox yüklənmiş hissələri, dağlararası çökəklər və sınımlar daxildir. Regionların sularında mikroelementlərin toplanması üçün əlverişli şərait yaranır.

İkinci tip regionlara müsbət hərəkətlərin üstünlük təşkil etdiyi zonalar daxildir. Burada daimi buxarlanma ilə əlaqədar sudaşıyan komplekslər atmosfer amillərinin fəal təsiri altında yeraltı suların nisbətən intensiv formalaşması ilə xarakterizə olunur. Bu halda duzlu və şoraba sular müəyyən qədər şirinləşir və mikroelementlərin miqdarı nəzərə çarpacaq dərəcədə azalır. Buraya dağlararası sahələr, platformaların sınma strukturları və kristallik massivlər daxildir.

Üçüncü tip regionlarda isə daha mürəkkəb hidrogeoloji şəraitin səbəb olduğu müsbət və mənfi hərəkətlərin nizamlanması baş verir. Bu sularda mikroelementlərin müxtəlif dərəcədə miqdarları müşahidə olunur. Buraya platformaların kənar hissələri və dağyönü sınımlar daxildir.

Birinci tip regionlarda yüksək minerallıqlı xloridli natriumlu və xloridli natriumlu - kalsiumlu(maqneziumlu) tərkibli sular geniş yayılmışdır. Belə sularda yüksək miqdarda nəzərdə tutulan mikroelementlərin böyük miqdarı rast gəlir. Brom 300- 2000 mq/l və daha çox, bor 30- 100 mq/l və daha çox, litium 20- 100 mq/l və daha çox, yod 10- 60 mq/l və daha çox,

rubidium və seziyum isə 1 litrdə bir necə mq tərtibində dəyişilir. İkinci tip regionlarda qrunut suları geniş yayılmışdır, onlar əsasən şirin sular olub tərkiblərində brom, bor, yod, litium və stronsiumun miqdarı 1 litrdə milliqramın hissələrindən bir necə milliqrama qədər olur, rubidium və seziyumun isə izləri rast gəlir. Üçüncü tip regionlar birinci və ikinci tip region sularının arasında yerləşir. Bu regionlarda zəif minerallaşmış hidrokarbonatlı natriumlu və orta minerallaşmış xloridli natriumlu sular üstünlük təşkil edir. Belə sularda stronsium 300 mq/l-ə qədər, brom 40-50 mq/l, bor xloridli natriumlu sularda 100 mq/l-ə qədər, yod isə 10-20 mq/l-ə qədər rast gəlir. Sudaşıyan komplekslərin mürəkkəb quruluşu hidrogeokimyəvi şəraitin mürəkkəbliyini müəyyən edir.

Naxçıvan Muxtar Respublikası üçün birinci tip region Ordubadın dağlıq ərazilərinə aiddir. Buradakı Zəngəzur silsiləsinin Ayçınqıl aşırımından başlayan eyni adlı çayın üzərində yerləşən Pəzməri şlaləsi su sərfi axımının sürəti və gücünə görə Azərbaycanda ən iri şlalələrdən biridir. Pəzməri şlaləsinin tərkibi hidrokarbonatlı kalsiumlu, minerallaşma dərəcəsi 90 mq/l-ə bərabərdir. Kanionvari dar dərələrdən keçən şlalənin nisbi hündürlüyü 16 m-ə, orta illik su sərfi 1,34 m<sup>3</sup>/san-yə çatır. Muxtar respublikanın digər əraziləri üçün birinci tip region xarakterik deyil. Şahbuz dağ qırıq əraziləri üçün ikinci tip region xüsusiyyətləri üstünlük təşkil edir. Bu ərazilərdə sudaşıyan komplekslər yüklənmə xarakterlidir, bu regionun təbii sularında özünü daha qabarıq şəkildə büruzə verir. Regionun çox saylı bulaq suları şirin və aşağı minerallaşma dərəcəsi ilə xarakterizə olunur. Üçüncü tip regionlara Culfa və Şərur-Sədərək ərazilərinin yeraltı suları, artezian hövzələri və onların tərkibindəki zəngin mikroelement miqdarı aiddir. Bu regionun Culfa rayonu ərazisi sularında brom, yod, borun yüksək miqdarı bunun əyani sübutudur. Mikroelementlərin minimal miqdarı platformaların qübbə strukturlarının inkişaf etdiyi sərhədlərdə, maksimal miqdarları isə platforma çuxurları sərhədlərində rast gəlir. Hər iki qrup strukturlar içərisində ikinci qrup xüsusi önəm daşıyır.

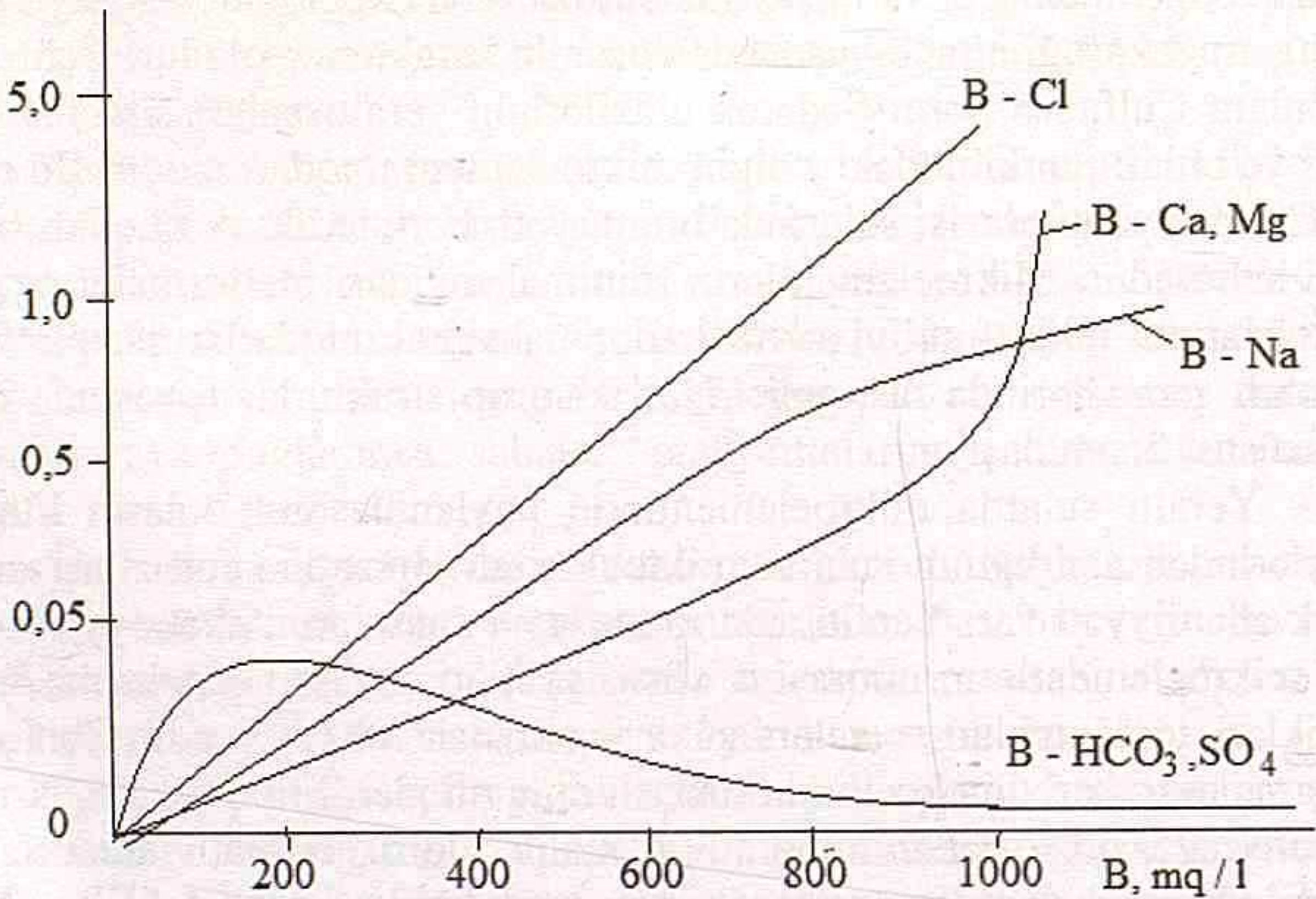
Yeraltı sularda mikroelementlərin paylanması onların kimyəvi xassələrindən asılılığının suların mikroelement tərkibinin formalaşmasında böyük əhəmiyyəti var. Yeraltı suların kimyəvi xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə mikroelementlərin miqrasiya xüsusiyyətləri, onların səpələnməyə meyillilikləri, toplanmaları və sulardan xaric olmaları müəyyən edir. Zəif minerallaşmış hidrokarbonatlı sularda stronsiumun miqdarı litiumun miqdarından çox olur. 25 q/l-ə qədər minerallığa malik hidrokarbonatlı sular tərkiblərindəki brom, bor, və yoda görə iki qrupa ayrılır: 1) B > Br > J, 2) B = Br = J.

Duzlu və şoraba xloridli natriumlu-kalsiumlu yeraltı sular elementlərin nisbət xarakterinə görə xloridli natriumlu sulara yaxındır, lakin belə

sularda hər bir mikroelement əhəmiyyətli dərəcədə fərqli miqdardadır. Xloridli natriumlu-kalsiumlu sularda bütün mikroelementlərin miqdarı onlarda kalsiumun miqdarının artması ilə artır.

Müxtəlif kimyəvi tərkibli sularda bromun sulfat və hidrokarbonat ionlarına qanunauyğun nisbəti yoxdur. Bromun sulfat və hidrokarbonat ionlarına korrelyasiya əmsalları tərs işarəli və kiçik qiymətlidir. Bromun miqdarının yüksəlməsi ilə sularda sulfat və hidrokarbonat ionlarının miqdarı azalır. Bor isə müxtəlif hidrogeokimyəvi mühitlərdə qeyd edilən paylanma qanunauyğunluqları ilə müşayiət olunur. 100 mq/l - dən yüksək maksimal qatılıqları xloridli maqneziumlu şorabalarda, minimal (2,50 mq/l ) miqdarı isə duzlu sulfatlı və xloridli natriumlu sularda rast gəlinir. Onun aralıq qatılığı (80 mq/l-dən yüksək) xloridli natriumlu-kalsiumlu, xloridli natriumlu-kalsiumlu maqneziumlu və zəif minerallaşmış hidrokarbonatlı sularda rast gəlinir. Borun sularda minerallaşma dərəcəsinə və xlorla nisbəti müxtəlif tərkibli sularda düzxətlidir. Borun minerallaşma dərəcəsi ilə və xlorla münasibəti müsbət korrelyasiya xarakterlidir. Əksər hallarda natriumla belə münasibət tərs xarakter daşıyır. Yeraltı sularda makrokomponentlərdən asılı olaraq borun yayılması şəkil 4.4-də verilmişdir.

Şəkil 4.4-dən görüldüyü kimi borun xlorla korrelyasiya nisbəti düzxətli, natriumla isə qanunauyğunluq əksinədir. Sulfat və karbonat ionları ilə bu qanunauyğunluq minerallaşma dərəcəsinin artması ilə kiçilir.



Şəkil 4.4. Yeraltı sularda makrokomponentlərdən asılı olaraq borun paylanması

Yeraltı sulara makroelementlərə münasibətdə mikroelementlərin paylanması cədvəl 4.2-də verilir.

Cədvəl 4.2. yeraltı suların makroelement tərkibindən asılı olaraq mikroelementlərin yayılması qanunauyğunluqlarını əks etdirir. Cədvəldən

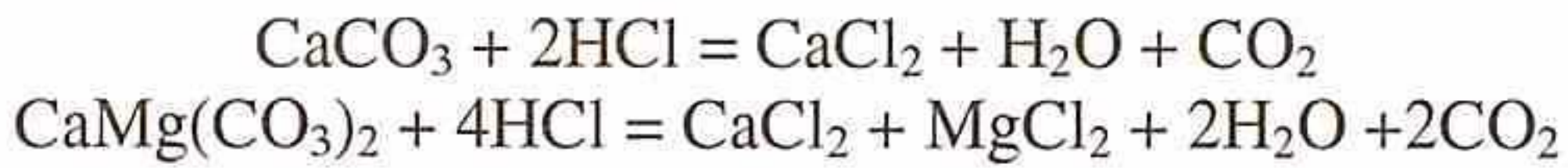
Cədvəl 4.2. Yeraltı sulara makroelementlərə münasibətdə mikroelementlərin paylanması

<b>Mikro elementlər</b>	<b>Makro elementlər</b>	<b>Suyun tərkibi</b>	<b>Mikro elementlərin paylanması</b>
Br	Cl	Sulfatlı, xloridli-natriumlu, xloridli-natriumlu-kalsiumlu, xloridli-maqneziumlu	çox
	Na	Hidrokarbonatlı, sulfatlı, xloridli-natriumlu-kalsiumlu, xloridli-maqneziumlu	çox az
	Ca	Xloridli-natriumlu-kalsiumlu	çox
	Mg	Xloridli-maqneziumlu	çox
	Ca, Mg	Hidrokarbonatlı, sulfatlı, xloridli-natriumlu	az
B	Cl	Sulfatlı, xloridli-natriumlu	az
	Na	Sulfatlı, xloridli-natriumlu Xloridli-natriumlu-kalsiumlu, xloridli-maqneziumlu	az
	Ca, Mg, Ca, Mg, Na, Cl, HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub>	Xloridli-natriumlu Xloridli-maqneziumlu Kalsiumlu-hidrokarbonatlı –	çox az
J	Sulfat ion	Xloridli-natriumlu-kalsiumlu, xloridli, maqneziumlu	az

Li	Mg,	Xloridli-maqneziumlu	çox
	Cl,	Xloridli-maqneziumlu	çox
	Na,	Xloridli-maqneziumlu	az
	Ca	Xloridli-maqneziumlu	az

göründüyü kimi, müxtəlif tərkibli sularda bromun miqdarının dəyişmə tendensiyası minerallaşma dərəcəsinə və xlorə görə təxminən eynidir. Bromun miqdarı minerallaşma dərəcəsi və xlorun miqdarının artması ilə yüksəlir. Araşdırmalarla müəyyən olunmuşdur ki, borun kalsium və maqneziumla qarşılıqlı əlaqəsi minerallaşmış xloridli natriumlu, xloridli natriumlu-kalsiumlu və qüvvətli minerallaşmış xloridli maqneziumlu sularda düz xətlə ifadə olunur. Natriuma münasibət isə minerallaşmış xloridli natriumlu-kalsiumlu və maqneziumlu sulardan başqa (belə sularda bu nisbət tərsinədir) bütün tərkibli sularda bu nisbət düz xətlidir.

Yeraltı termal sular haqqında danışmaq üçün Yer daxili quruluşu, onun istilik sahəsinin xarakteri, Yer maqmatizmi, vulkanizm və digər məsələlərlə tanış olmaq, habelə ayaqlarımız altındakı gözəgörünməz qızmar okeanın əsrarəngiz dünyasına səyahət etmək lazımdır. Yuvenil sular yerin çox dərinliklərində yaranır. Dərin qatlardan səthə qalxarkən onlar qeyri-maqmatik sularla birləşirlər. Bu zaman lavalarda ayrılan suların və termal suların tərkibinin eyni olmadığı ortaya çıxır. Vulkanik kanallarla ayrılan maqmatik kütlələr öz yolunda daha yüksək layların sularını da aparır. Maqmadan ayrılan yuvenil termal suların temperaturu  $+500-900^{\circ}\text{C}$  olur. Bu yüksək təzyiqdə sıxlığı maye suyun sıxlığına yaxın olan buxar-qaz qarışığıdır. Yuvenil buxar uçucu birləşmələr, xüsusən də halogenidlər - HCl, HF, HBr, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub> və kükürlü birləşmələr- SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S ilə zəngindir. Təcrübələrin nəticələri göstərir ki,  $+375^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı temperatura malik olan qaynar buxar və maye suda praktiki olaraq həll olmayan kvarts belə yaxşı həll olur. Beləliklə, yuvenil flüid kifayət qədər aqressiv mühitdir. Halogenid turşuların yüksək qatılıqlarını təmin edən bu məhlul qarışıq süxurlardan alüminium, silisium, dəmiri çıxarır və bu elementləri uçucu birləşmələr AlF<sub>3</sub>, SiF<sub>4</sub>, FeF<sub>2</sub>, FeF<sub>3</sub> şəklinə sala bilir. Daha soyuq qatlara qalxan yuvenil buxar tədricən soyuyur və kondensləşir. Yolüstü uçucu birləşmələrin böyük hissəsi yuvenil sularda həll olur və o, xlorid, sulfat turşularının varlığına görə turş mühitə malik olur. Göründüyü kimi (bir turşudan ibarət olan) belə məhlul, uzun müddət mövcud ola bilməz. Nəzərə almaq lazımdır ki, o, həmişə böyük qələvi ehtiyatına malik müxtəlif süxurlarla əlaqədə olur. Belə ki, əhəng və dolomitlər kalsium xlorid, maqnezium xlorid və karbon qazı əmələ gətirərək bu turş məhlullarla qarşılıqlı təsirdə olur. Proseslərin kimyəvi sxemini belə təsvir etmək olar:



Flüoridlər silikatlı minerallarla qarşılıqlı təsirdə olur, onların silisium və alüminium əsasını dağıdaraq qələvi metalları, natrium və kaliumu azad edirlər. Beləliklə, yuvenil hidrotermlər tədricən turş məhluldan natrium, kalium, maqnezium, dəmirin xlorid duzlarına malik güclü minerallaşmış məhlullara çevrilir. Yerin səthinə yaxın yuvenil suların digər mənşəli sularla qarışması ehtimalı artır. Belə ki, müasir geoloji dövrdə Yer qabığının su təbəqəsinin əsas həcmi yuvenil olmayan sularla zənginləşir.

Yuvenil yeraltı suların əksi olan infiltrasiyalı sular yuxarı qalxmır, əksinə aşağı dərinliklərə qaydır. Bu suların mənbəyi atmosfer yağıntıları və yuxarı axınlardır. Buxar fazasındakı süxurlar və ya çat zonalar bu suları daha dərin horizontlara filtrasiya edir. Hərəkət zamanı yolda onlar müxtəlif duzlarla doyur, yeraltı qazları həll edir, su keçirən süxurlardan istiliyi qəbul edərək isinir. Dərinliklərdən asılı olaraq infiltrasiyalı sular az və ya çox dərəcədə qaynarlıq əldə edir. Orta geotermik şəraitdə infiltrasiyalı suların termal sulara keçməsi üçün  $+37^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı temperatur və onların dərinliklərə sızması üçün 800-1000 m məsafə lazımdır. Hər şey süxurların sukeçirmə xassəsindən və məlum ərazinin tektonik (struktur) quruluşundan asılıdır. Süxurun buxar fazasında hərəkəti açıq məsamələrin ümumi həcmi təmin edir. 2,5-3km dərinlikdə sıxılmış qum və hissəciklərin kristallaşması mineralların yaranmasına şərait yaradır [131]. Artıq Yerin 3 km dərinliyində qumlarda filtrasiyalı suların hərəkəti çətinləşir. Bu dərinlikdə suyun təzyiqi 300 atm təşkil edir, eyni vaxtda süxur lövhələri bu təzyiqi artıq 1 km dərinlikdə hiss edir. Elə hallar olur ki, filtrasiyalı sular daha böyük dərinliklərə sızırlar. Bu qaya süxurları ilə zəngin dağlıq ərazilərdə baş verir. Tektonik fəaliyyət süxurların geniş sahəsinin dağılmasına gətirib çıxarır. Dağılma zonası çox böyük gücə malik olur və bir neçə kilometr dərinliklərə yayıla bilir. Dərinlik artdıqca çatların həcmi azalır, filtrasiyalı sular 8-10 km dərinliyə yenə bilir. Adətən bu suların qidalanma mənbəyinin sahəsi dəniz səviyyəsindən çox yüksəkdə olan dağlıq ərazilərdir. Xüsusi hidrodinamik rejimdə atmosfer yağıntıları məhz belə dərinliyə çata bilir. Filtrasiyalı hidrotermlər qaynar mənbələr şəklində səthə qalxır. Bu, təbəqələrin nisbi qidalanma sahəsinin aşağı olduğu hallarda baş verir, su bu halda termal vəziyyətdə qalmalı, onun səthə qalxması çox sürətli olmalıdır. Asta qalxma zamanı hidrotermlər soyuyur, özlərinin topladığı istiliyi süxurlara verir. 3000-4000 m dərinlikdə quyu qazılan zaman, onun termal suyunu bir anda yuxarı çəkmək mümkün olarsa,  $+100^{\circ}\text{C}$  temperatura malik termal məhlul

almaq olar. Bütün bunlar orta geotermiki göstəriciləri olan sahələri əhatə edir və vulkanik yaxud yeni dağəmələgətirici zonalara aid deyil.

Termal suların vulkanik növlərini xüsusi qeyd etmək lazımdır. Deyildiyi kimi, vulkanik ərazilərin qaynar mənbələrini tamamilə yuvenil sular hesab etmək olmaz. Tədqiqatların nəticələri göstərir ki, vulkanik term suları səthi infiltrasiyalı mənşəyə malikdir. Vulkanik termal suların əmələ gəlməsi mexanizmi müxtəlifdir. Vulkanik mənbələr daim hərəkətli fəvvarələr şəklində də mövcud ola bilər (şəkil 4.3).

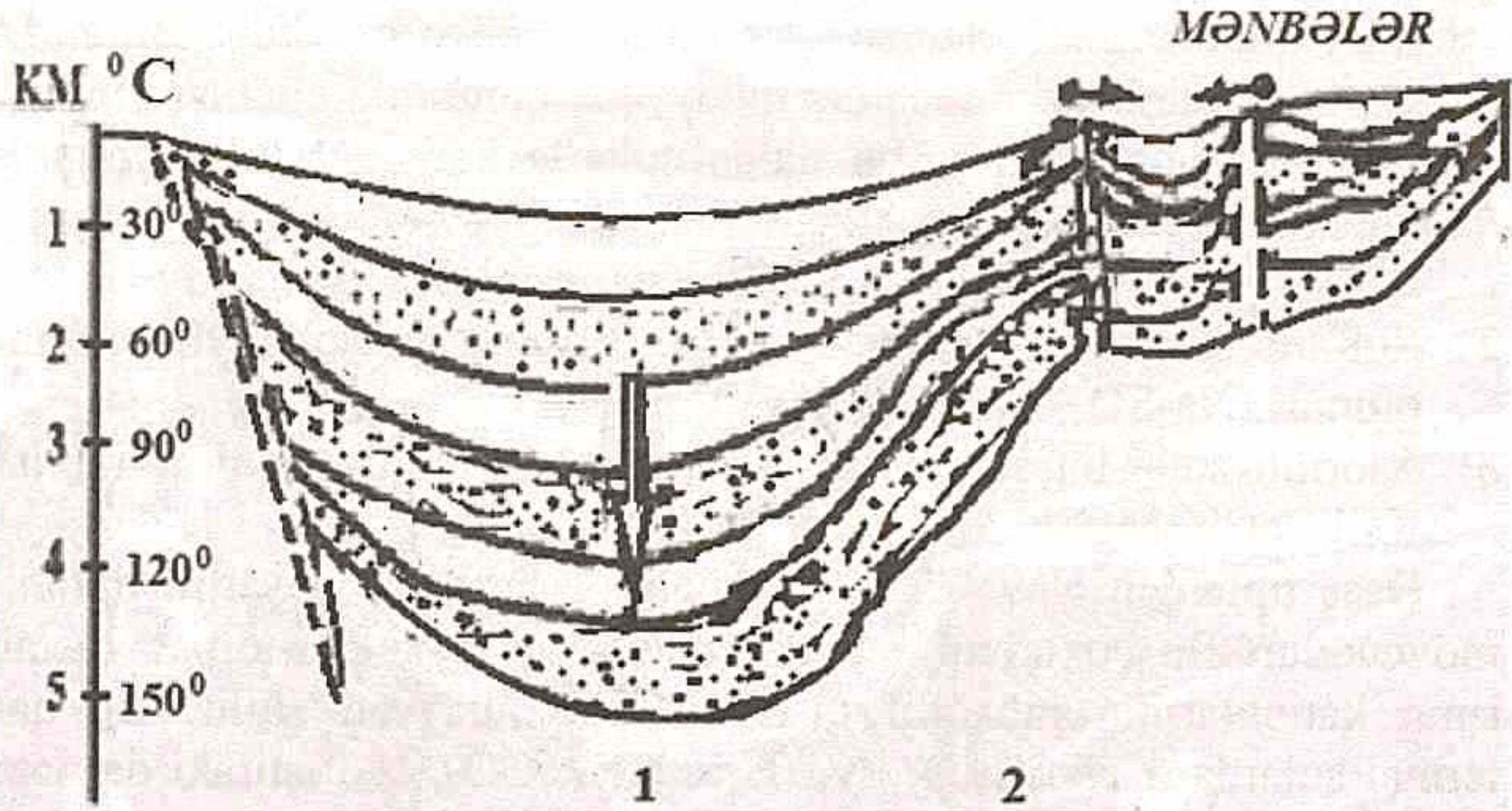
Bu zaman isti və soyuğun güclü toqquşması baş verir, nəticədə isti qalib çələngini qəbul edərək, buzlu suları  $+100-120^{\circ}\text{C}$ -yə qədər qızdırır. Beləliklə, 1-2 m hündürlükdə qaynar fəvvarələr əmələ gəlir və inanmaq olmur ki, bir neçə addımlıqda atəş və buz döyüşü baş vermişdir.

Təbii hidrotermlərin mənşəyinə nəzər saldıqda sedimentasiyalı sular daha böyük maraq doğurur. Yuvenil və infiltrasiyalı termal sulardan fərqli olaraq sedimentasiyalı sular dəniz çöküntü yığımlarına malik, nisbətən cavan və tez dağılan hövzələrdə rast gəlir. Buna misal olaraq Cənubi Xəzər hövzəsini göstərmək olar [23]. Bu hövzə 0,1 milyon il ərzində 2-2,5 km məhvə məhkum olmuşdur, bu isə 100 ildə 25 sm-ə bərabərdir. Adətən dənizin dibinin azalması çöküntülərin toplanması ilə kompensə olunur, beləliklə dənizin dərinləşməsi baş vermir. Çöküntülərlə birgə qum, alevrolit və lillər dəniz sularında qalır. Buxar məhlulların aktiv hidrodinamik əlaqələri sona yetir və dənizin buxar məhlullarının uzun müddətli təkamülü başlayır.



*Şəkil 4.5. Koşalev vulkanında fəvvarə*

Sedimentasiyalı suların hərəkətliliyi ilk anlarda az olur. Bu proses sularla doymuş dəniz çöküntülərinin hesabına baş verir. Sedimentasiyalı suların az mütəhərrikliyi su keçirən qatlar və dəniz hövzəsinin dibinin quruluşu ilə əlaqədardır. Nəhayət sedimental məhlulların böyük hissəsi uzun müddət kollektorlarda, qum və alevrolitlərdə deyil, suyu pis keçirən lil və gillərdə yerləşir. Milyon və on milyon illər keçsə də sedimental suların məsaməli gil sahəsindən qum, qumsallıq və çatlı qaya süxurlarına keçməsinin kompleks geoloji şəraiti yarana bilməz (şəkil 4.6).



Şəkil 4.6. Sedimentasiyalı hidrotermlərin əmələ gəlmə modeli. 1-gillərdən buxar məhlulların sıxılma zonası; 2- sınımlar üzrə sedimental hidrotermlərin yüklənmə zonası

Şəkildən də aydın olur ki, sedimentasiyalı suların keçirici kollektora keçməsi üçün təzyiq və temperatur olmalıdır. Bu hadisənin mexanizmini aşağıdakı şəkildə təsvir etmək olar. Dənizin məhv olması prosesində çöküntülərin miqdarı və gücü tədricən artır. Bu yuxarı qatların sıxılaraq təzyiqi aşağı qatlara verməsinə gətirib çıxarır, müəyyən dərinlikdə sudaşıyıcı lillər suyu saxlaya bilir. 300-500 atm. təzyiqində çöküntülərin gücü 1,5-2 km-ə uyğun gəldiyindən, onlar suyu itirməyə başlayır və daha məsaməli və bərkiməmiş kollektorlara can atır. Belə dərinlikdə temperatur  $+60-80^{\circ}\text{C}$ -yə çatır, normal geotermik qradientlərdə, sedimental sular hidrotermlərə çevrilir. İstənilən təbii su həll olmuş şəkildə müxtəlif duz və qazlara malikdir. Nisbətən duzun az miqdarı atmosfer yağıntılarında, ərimiş sularda və qarda müşahidə olunur. Belə sularda ümumi minerallaşma (duz saxlama) adətən bir litrdə 0,1 qramdan yuxarı olmur.



Duzların sulara miqdarı onların fiziki, eləcə də kimyəvi xassələrini müəyyən edir. Duzların miqdarının artması ilə məhlulun qaynama temperaturu artır, donma temperaturu əksinə azalır. Duzlu sular qazları pis həll edir, həllolma zamanı onların aqressivliyi süxur və minerallara münasibətdə əhəmiyyətli dərəcədə artır. Xloridli şor sular ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ) praktiki olaraq kimyəvi təmiz suda həll olmur. Məsələn, qurğuşun sulfid ( $\text{PbS}$ ) distillə suyunda həll ola bilir, onun həll olması 0,000001 q/l-ə bərabərdir, amma xloridli şor sulara (minerallaşması 300 q/l) 0,9 q/l  $\text{PbS}$  həll olur, bu isə həll olmanın qiymətinin təqribən milyon dəfə artmasını göstərir. Bütün yeraltı sular kimi termal sular üç əsas kimyəvi növə malikdir. Bu təsnifat komponentlərin anion tərkibinə görə müəyyən olunur:

- 1) Hidrokarbonatlı sular- bu halda sulara karbonat turşusunun həll olan duzları üstünlük təşkil edir:



- 2) Sulfatlı sular - bu sulara sulfat duzlarının üstünlüyü müşahidə olunur: ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ )
- 3) Xloridli sular-bu sulara xlorid duzları üstünlük təşkil edir ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ).

Əsas tiplərdən əlavə yeraltı termal suların bir çox yarım tipləri də mövcuddur. Bu çoxnövlü yarım tiplər qələvi və qələvi-torpaq metallarının kationlarının müxtəlif nisbətləri ilə müəyyən edilir. Bu halda termal sulara qazların ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ) iştirakı da nəzərə alınır.

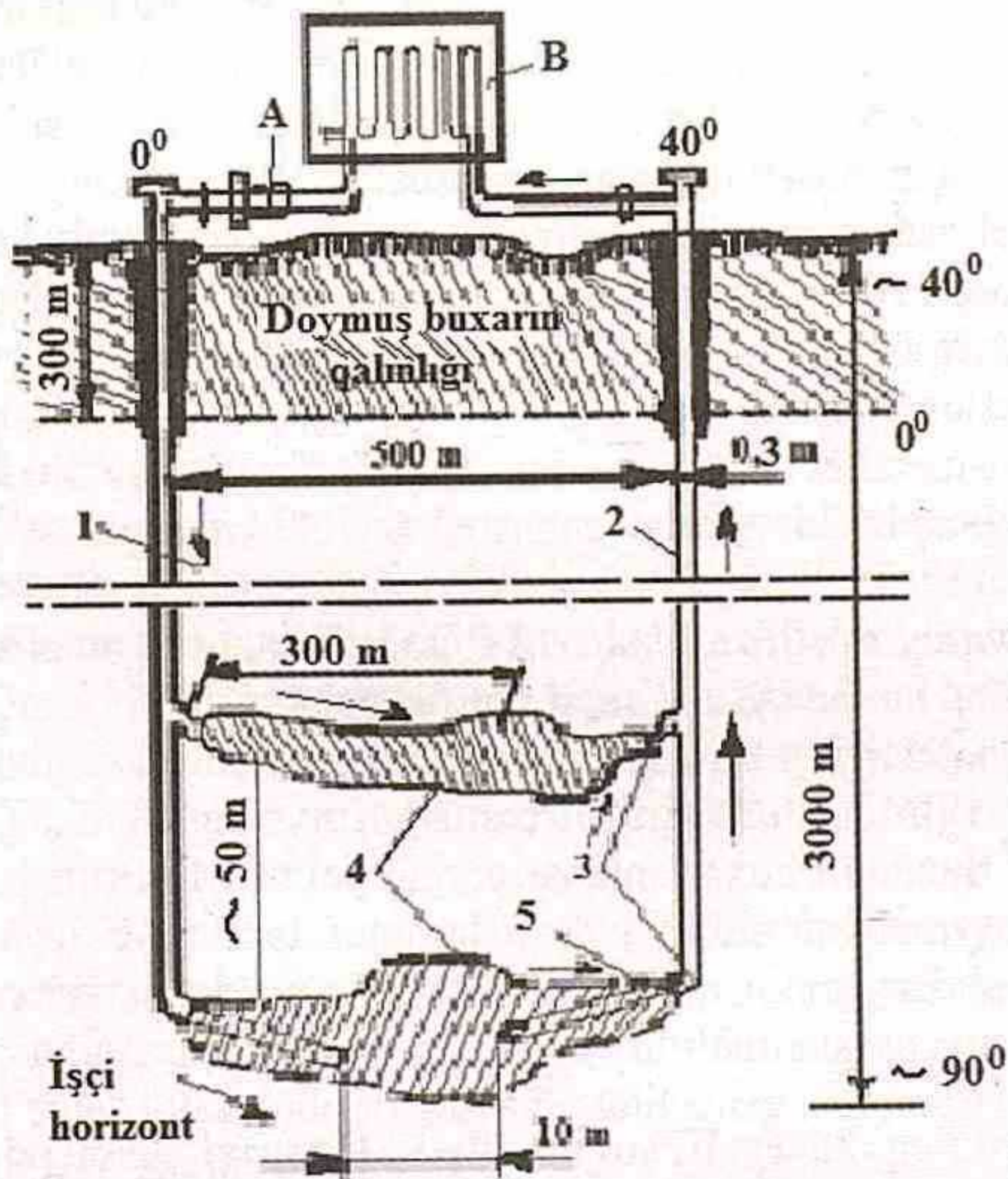
Komponentlərin anion tərkibinə görə suların tipləri cədvəl 4.3-də verilmişdir.

Cədvəl 4.3. Termal suların tipləri

Nö	Termal suların tipləri (Kimyəvi nöqteyi nəz.)	Tiplərdə üstünlük təşkil edən komponentlər
1.	Hidrokarbonatlı	$\text{NaHCO}_3$ ; $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
2.	Sulfatlı	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ , $\text{CaSO}_4$ , $\text{K}_2\text{SO}_4$
3.	Xloridli	$\text{NaCl}$ , $\text{KCl}$ , $\text{CaCl}_2$ , $\text{MgCl}_2$

Hidrologiyada yeraltı suların bir çox kimyəvi təsnifatı mövcuddur. Daha tipik duz və qaz komponentlərinin hidrotermlərdə miqdarlarını müəyyən etməyə çalışaq. Müəyyən qanunauyğunluq əldə etmək üçün şirin sulardan ifrat şor sulara keçid zamanı onların tərkibindəki duz miqdarının dəyişməsinə baxmaq lazımdır. İndiyədək ancaq unikal vulkanik hidrotermlərlə tanış olduq. Qeyd etdiklərimiz keçmiş sovetlər birliyinin termal su balansının 10

faizə qədərini təşkil edir. Nisbətən aşağı temperatura malik hidrotermlər böyük təsərrüfat əhəmiyyətinə malikdir. Təqribi hesablamalarla termal suların  $+40-200^{\circ}\text{C}$  temperaturda 3500 m dərinlikdə proqnoz ehtiyatları hesablanmışdır. Onların təqribi yekun debiti  $19750 \text{ min.m}^3/\text{sutka}$  təşkil edir. Amma göstərilən miqdar və ehtiyatlar tam deyil. Sözsüz ki, geotermik energetika gözlənilən debiti tam öyrənib, problemin həlli yollarına aydınlıq gətirəcək, ehtiyatların artımını bir qədər də dəqiqləşdirəcəkdir. Əksər termal su yataqları ( $+60 - 80^{\circ}\text{C}$ ) kimi aşağı temperatura və aşağı təzyiqə malikdir. Maraqlı sual ortaya çıxır ki, aşağı temperaturu hidrotermin enerjisini mexaniki və elektrik enerjisinə necə çevirmək olar? Termal sulardan bu məqsədlə istifadə etmək üçün buxarın istiliyindən imtina edib, suyu istilik dəyişdiricidən keçməyə məcbur etməklə istiliyi freona - aşağı temperaturda qaynayan kimyəvi birləşməyə vermək məqsədəuyğundur. Su qaynayaq buxara çevrilir və boruya daxil olur.



Şəkil 4.7. Süni termal suların alınma sxemi. 1-soyuq su quyusu; 2- qaynar suyu səthə çıxaran quyuyu; 3-parçalanmanın birləşdirmə zonası; 4-sirkulyasiyalı nasos; 5-qaynar suyun istehlakçıya verilməsi

Maili qazma yolu ilə künc qanadın yaxınlaşması nəticəsində əldə edilən hidravlik əlaqə müəyyən şəraitdə iki dərin quyunun qazılmasına imkan yaradır. Quyularda hərəkət və uzununa kəsiyin filtrasiyası zamanı yüksək temperaturlu dağ süxurlarının istilik mübadiləsi nəticəsində təzyiqlə vurulan su qızdırılır. Quyuların sayı istehlakçıya lazım olan qaynar suyun miqdarı ilə müəyyən edilir. Güman etmək olar ki, dərin işçi horizontlarda dağ süxurlarının soyuq sularının intensiv yayılması həmin ərazinin alt qatlarını daha tez soyudur. Təqribi hesablamalar göstərir ki,  $1 \text{ km}^3$  dağ süxurunun 3-5 km dərinlikdə  $1^\circ\text{C}$  soyuması zamanı alınan istilik təqribən 1000 t mazutun yanmasından alınan istiliyə bərabərdir. Əvvəlcə yeraltı qazan səviyyəsində süxurun temperaturu  $100^\circ\text{C}$  yüksəlir. Lakin  $650^\circ\text{C}$  - də su ancaq buxar halında olduğundan, belə həddən artıq qızmış buxar yüksək təzyiqlə nəticəsində sıx flyüidə çevrilir. Onun filtrasiya qabiliyyəti maye suyunkundan dəfələrlə yüksəkdir. Oxşar flyüid çox kiçik məsamələr və çatlarla hərəkət edə bilir ki, adi şəraitdə suyun belə hərəkəti mümkünsüzdür. Bəlkə də bu səbəbdən suyu daha aşağı qaynama temperaturuna malik buxar-su qarışığı ilə əvəz etmək yerinə düşərdi. Hal-hazırda termal sulardan elektrik enerjisi almaq üçün bir sıra texnoloji proseslər tətbiq olunur.

Termal sular və filizlər arasındakı qanunauyğunluqları öyrənmək üçün ilk növbədə filiz haqqında məlumatlara ətraflı nəzər salmaq. Hər şeydən əvvəl mineral və filizlər sənaye üsulu ilə faydalı elementləri çıxarmaq üçün lazımdır. Filizlər metallik dəmirli, misli, qurğuşunlu və s. olmaqla yanaşı həm də qeyri-metallik məsələn, daş duz, fosforitlər şəklində olur [132]. Müəyyən edilmişdir ki, termal suların bəzi növlərini maye filizlər hesab etmək olar.

*Süni yataqların yaradılması.* Təbiətdə yataqların əmələgəlmə qanunlarını bilməklə, bu prosesləri modelləşdirmək və yeni yataqlar yaratmaq olar. Belə ki, hələ qədim zamanlardan quraqlıq ölkələrdə dənizlərin sahil zonaları təcrid edilir, süni laqunlar (dənizdən ayrılmış kiçik göl) yaradılır, burada xörək duzunun buxarlanması yerinə yetirilirdi. Prinsipcə süni metal filizi yataqları yaratmaq mümkündür. Bu proseslərin nəzəriyyəsi təbii ki, təbii suların geokimyasının, xüsusən də geokimyəvi baryerlərin nəzəriyyəsinin qanunlarına əsaslanmalıdır.

### **3.Yeraltı suların fiziki-kimyəvi xassələri**

Yeraltı suların yayılma coğrafiyasına səyahət etməzdən əvvəl onların fiziki və kimyəvi xassələrinə ətraflı nəzər salmaq.

Yeraltı suların fiziki xassələri suyun növündən, tərkibindən, həll olan maddələrin qatılığından, temperatur və təzyiqdən asılıdır. Əgər şirin yeraltı sular  $1 \text{ q/sm}^3$ -ə yaxın sıxlığa malikdirsə, qatılaşmış şor suların sıxlığı 1,3-1,4

$q/sm^3$ -ə bərabərdir. Suların temperaturu yer qabığının termiki rejimini əks etdirir. Müxtəlif ərazilərin suları temperaturuna görə fərqlənirlər. Yeraltı suların temperaturu və təzyiqi dərinlikdən asılı olaraq dəyişilir. Hər 100 metr dərinlikdə orta hesabla temperatur  $3^{\circ}C$  artır. Hidrostatik təzyiq də eyni qaydada, hər 10 metr dərinlik üçün 1 atmosfer artır. Daha özlü şorabalar üçün bu gradient müvafiq surətdə artır. Dərin qatlarda suların geostatik təzyiqi süxurun qalınlığından asılı olaraq dəyişilir.

Bu zaman yeraltı suların təzyiqi hər 10 metr üçün 2,3 atmosfer artır. Temperaturun artması yeraltı suların sıxlığının azalmasına səbəb olur. Şirin suların sıxlığı  $100^{\circ}C$ -üçün  $0,958 q/sm^3$ ,  $250^{\circ}C$  üçün  $-0,799 q/sm^3$ -ə bərabərdir. Təzyiqin artımı suyun sıxlığını artırır. Şirin suların sıxılma əmsalı  $5 \cdot 10^{-5} l/at$ -ə bərabərdir. Bu 200 atmosfer təzyiqdə suyun 1% sıxıldığını göstərir, eyni zamanda təzyiq də müvafiq qaydada artır. Suyun elastiklik xassəsi yeraltı hidrodinamikada əhəmiyyətli rol oynayır. Temperaturun artması yeraltı suların özlülüyünün azalması ilə müşahidə olunur, bu isə kiçik məsamə və çatlarda suyun filtrasiyasını asanlaşdırır.

Sərbəst halda yeraltı sular öz fiziki xassələrinə görə qarışıq sulardan fərqlənir. Qarışıq suların sıxlığı süxurun nəmliyindən asılıdır və  $2 q/sm^3$ -ə bərabərdir. Ona görə də belə suyun sərbəst suya keçməsi həcm artması ilə müşahidə olunur. Möhkəm rəbitəli sular yüksək özlülüyü ilə fərqlənir, onların donma temperaturu  $-78^{\circ}C$ -dir. Şirin suların kritik temperaturu  $374^{\circ}C$ , sulu məhlullarınkı isə  $400-450^{\circ}C$  - dir, bu zaman maye və buxarın fiziki xassələrindəki fərq itir.

Yeraltı sular rəngi, dadı, qoxusu, şəffaflığı və s. ilə səciyyələnir. Yeraltı sular adətən rəngsiz olur, bəzi hallarda mavi rəngli sulara da rast gəlinir. Suların rənginə onların tərkibində həll olan maddələr də təsir göstərir. Yeraltı sular əksər içməli sular kimi dadsız və iysizdir. Bəzi hallarda mineral suların tərkibində çöküntü üzvi maddələrin və bakteriyaların olması onların iyinə təsir göstərir. Məsələn, mineral suyun tərkibində hidrogen sulfid varsa, o, lax yumurta qoxusu verir.

Aşağı özlülük yeraltı suların miqrasiya qabiliyyətini yüksəldir. Dağ süxurları ilə təmasda olan yeraltı sular daha artıq miqdarda kimyəvi elementlərlə zənginləşir.

Yeraltı sular tərkibində ionlar, müxtəlif duzların molekulları, kolloid birləşmələr, qazlar saxlayan mürəkkəb təbii məhlullardır. Yeraltı suların tərkibindəki bərk maddələr həll olan şəkildə (yeraltı suların ümumi minerallaşması) çox geniş intervalda dəyişilir. 1 litr suda həll olan kimyəvi maddə və birləşmələrin miqdarı suyun minerallaşma dərəcəsini göstərir. Yeraltı sular minerallaşmasına görə fərqlənir: şirin sular üçün 1 q/l, az duzlu sular 1,3 q/l, duzlu sular 3-35 q/l. Minerallaşması yuxarı olan, məsələn, dəniz

suları (35 q/l) artıq şor sulara aid edilir. Daha qatı şor sular 600 q/l və ondan da yüksək minerallaşma dərəcəsinə malik olur. Belə şor sular Abşeron yarımadasında daha çox təsadüf edilir. Xəzər dənizinin bəzi hövzələrində şor sular 1 litrdə 626 q kalsium və maqneziumun xloridlərinə malik olur. Bəzi hallarda yeraltı sular çox aşağı minerallaşmaya- 0,1 q/l-ə malik olur. Onlar adətən yüksək dağlıq ərazilərdə, Quba, Qusar rayonları zonasında yayılmışlar.

Əksər hallarda yeraltı sular müəyyən ion dəstinə malik olur. Bu ionların məhlulda birləşməsi yeraltı suların kimyəvi növünü müəyyən edir. Onların hamısı müxtəlif yayılma, tapılma intensivliyi və qatılıqları ilə fərqlənirlər. Buna görə də yeraltı sularda eyni element müxtəlif qatılıqlarla xarakterizə oluna bilər. Bütövlükdə makroelementlər yeraltı suların ümumi minerallaşmasının 95- 96%-ni təmin edir. Mikroelementlərin yeraltı sularda miqdarı 5- 10% arasında dəyişir. Bu paylanma mineral birləşmələrin litosferdə də yerləşməsinə müvafiq gəlir, onların həll olması isə yeraltı suların kimyəvi tərkibinin formalaşmasında əsas rol oynayır. Yeraltı suların minerallığının artması ətraf süxurlardan onların tərkibinə daha çox həll olan birləşmələrin keçməsi ilə gerçəkləşir. Şirin sularda adətən hidrokarbonat-kalsium qruplaşması baş verir. Orta qatılıqlı şor sular xloridli, natriumlu növə, şor sular xloridli, kalsiumlu və maqneziumlu növə aid edilir.

Yeraltı sularda duzların toplanması iki əsas mənbəyə əsaslanır. Birinci, dağ süxurlarının yuyulub çıxarılması, ikincisi, buxarlanma və qatılaşdırılma əsasında formalaşır. Nisbətən intensiv qatılıq, yeraltı suların süxurlarla təması zamanı quraqlıq ərazilərdə baş verir. İkinci dərəcəli komponentlərə dəmir, silisium, alüminium, kalium, stronsium, bor, bir sıra karbonatlar, nitratlar və s. aiddir. Mikrokomponentlər içərisində anion əmələgətirən (As, Se, Mo, Br, Y), qələvi metallar (Li, Rb, Cs), xalkofil elementlər (Zn, Cu, Pb, Ag), səpələnmiş elementlər (Be) və radioaktiv elementlər (U, Ra) xüsusi yer tutur. Məsələn, şimal ərazilərdə zəif minerallaşmış qrunut sularının tərkibində silikat turşusu mövcuddur. Karbonat turşusu daha çox qələvi reaksiyaya malik sularda rast gəlir. Dərin horizontların sularında mikroelementlərin miqdarı 10-100 mq/l-ə çatır. Spesifik komponentlər mineral suların kimyəvi tərkibinin formalaşmasına təsir etməsələr də, onların müalicəvi əhəmiyyətinin qiymətləndirilməsində mühüm rol oynayırlar.

Məlumdur ki, mineral sularda qazların həll olması təzyiqin yüksəlməsi ilə artır (Henri qanunu), temperaturun yüksəlməsi ilə azalır. Bu sularda qazların həll olması dərinliklə də əlaqədardır. Dərin horizontların sularında bir litrdə bir neçə yüz kub santimetr qaz həll olur. Yeraltı suların qaz və ion tərkibi bir-biri ilə sıx bağlıdır. Həll olan duzların qatılığının artması onlarda qazların həll olmasını müvafiq surətdə azaldır. Eyni zamanda suların qazsız-

laşdırılması duzların həll olmasına təsir edir, onların çöküntüyə keçməsinə təmin edir.

Yeraltı suların kimyəvi tərkibinin formalaşması müxtəlif təbii faktorların və geoloji proseslərin qarşılıqlı təsiri nəticəsində baş verir. Yeraltı suların mənşəyi, hərəkət sürəti, suyaqarışan süxurların xarakteri, temperatur və təzyiqi və s. onların tərkibinin müəyyən edilməsində xüsusi rol oynayır. Adətən belə hallarda dəqiq vertikal hidrokimyəvi zonallıq müşahidə edilir, dərinlikdən asılı olaraq yeraltı suların ümumi minerallığı artır və onların kimyəvi tərkibi dəyişilir. İntensiv su mübadiləsi baş verən dərin horizontlardakı hidrogeoloji strukturlarda bu horizontlar yaxşı yuyulur və yuxarı laylara nisbətən az minerallığa malik sular saxlayır.

Yeraltı suların kimyəvi tərkibi bir sıra geoloji proseslər, o cümlədən seysmik proseslərlə sıx bağlıdır. Ona görə də bu sulara müəyyən komponentlərin qatılıqları zəlzələlər nəticəsində dəyişilə bilər və ya zəlzələlərə hazırlığın indikatoru rolunu oynaya bilər.

Yer qabığının müxtəlif zonalarında və mantiyanın yuxarı hissəsində olan su haqqında müasir təsəvvürlərə nəzər salmaq. Elm Yerinin təkinin tərkibinin və müxtəlif dərinliklərdə maddələrin vəziyyətinin öyrənilməsi sahəsində böyük arsenala malikdir. Müxtəlif dərinliklərdə dağ süxurlarının nümunələri, geoloji bölümlərdə olan qaz və mayələrin vəziyyəti, temperatur və təzyiqi haqqında tam məlumat əldə etmək üçün etibarlı vasitə qazma hesab olunur. Yeraltı sular və onların tərkibinə daxil olan dağ süxurları qapalı quyularda geofiziki üsullarla təyin edilir. Faydalı qazıntıların ehtiyatları tükəndiyindən qazma dərinliyi fasiləsiz olaraq artır. Neft və qaz artıq 7-10 km dərinlikdən çıxarılır. Məhz bu üsullar bizim planetin nüvəsini, mantiyanın xarakterini və quruluşunu müəyyən etməyə imkan verir. Təcrübələrin nəticələri Yerinin dərin qatlarında baş verən proseslərin gedişini və bu zonalarda yerləşən suyun vəziyyətini müəyyən etməyə kömək edir. Yerinin tərkibindəki suyun və digər birləşmələrin komponentlərinin vəziyyəti termodinamik parametrlərlə, temperatur və təzyiqlə müəyyən edilir. Yer qabığının yuxarı hissəsinin temperatur xüsusiyyətləri kifayət qədər yaxşı öyrənilmişdir. Dərinliklərdə dağ süxurlarının temperatur artımı, geotermiki qradienti müxtəlif geoloji strukturlar üçün fərqlidir. Bir qədər yüksək qradient müasir vulkanik və hidrotermal fəaliyyətli zonalarda qeydə alınmışdır. Bəzi ərazilərdə termal suların 80-100°C temperaturu bir metr dərinlikdə qeydə alınsa da, bir sıra geotermal zonalarda 300°C izotermlər 1-3 km dərinlikdə yerləşir. Vulkanik fəaliyyət müşahidə olunmayan ərazilərdə yüksək geotermik qradient 4-4,5°C/100m bir qədər cavan platformalarda qeydə alınmışdır. Aşağı qradient 1-1,5°C/200 m isə qədim kristallik lövhələrdə müşahidə olunur.

Müxtəlif geoloji strukturlarda temperatur sahəsindəki müxtəliflik vahid zamanda müəyyən sahədən keçən istilik selinin müxtəlif qiymətləri ilə əlaqədardır. Yer kürəsinin dərin qatlarında temperatur necə dəyişir? Akademik B.A. Maqnitskinin rəyinə görə kontinent və okeanlarda müxtəlif dərinliklərdə temperatur aşağıdakı kimi paylanır (cədvəl 4.4).

Bu və ya digər geoloji strukturlarda temperatur sahəsi fərqi bütün Yer kürəsi üzrə paylanır. Geofiziki məlumatlara görə temperatur artımı Qafqazın nisbətən cavan dağlıq ərazilərində də müşahidə olunur [24].

Cədvəl 4.4. Kontinent və okeanlarda temperatur dəyişmələri

	Kontinent			Okean		
	20	40	50	10	40	50
Dərinlik, km	20	40	50	10	40	50
Temperatur, °C	380	650	700	130	850	1100

Termodinamik şəraitdən asılı olaraq yeraltı suların daxili quruluşu və xassələri dəyişir. Bu isə müxtəlif geokimyəvi proseslərdə yeraltı suların dağ süxurları ilə qarşılıqlı təsirinin xarakterini və suyun rolunu müəyyən edir. Suların tərkibinə daxil olan zəruri elementlərin fiziki-kimyəvi xassələri cədvəl 4.5-də verilmişdir. Bu cədvəl suların tərkib diapozonunun müxtəlifliyini təsdiq edir.

Muxtar respublikanın mineral su bulaqları öz litoloji və kimyəvi tərkiblərinə görə tektonik hərəkətli sudaşıyan süxurlara borcludurlar. Xüsusi fiziki-geokimyəvi mühitdə yaranan mineral sular yer qabığının yuxarı qatlarının çat və qırışıqları boyu cərəyan edir və ətraf süxurlardan müxtəlif mikrokomponentlərlə zənginləşirlər.

Mineral suların əmələ gəlməsi prosesində və kimyəvi tərkiblərinin formalaşmasında onların mənsub olduğu ərazinin geoloji inkişaf tarixi əsas rol oynayır. Bu proses muxtar respublikada ərazinin faydalı qazıntılarının genezisi, uzun geoloji dövrdə onları əhatə edən su təbəqəsinin həcmi, tərkibi və temperaturu ilə əlaqədardır [25].

Muxtar respublika ərazisindəki mineral sular infiltrasiyalı sular növünə aiddir. Ərazinin sonradan çökməsi zamanı yeni süxur təbəqəsinin toplanması nəticəsində mövcud yeraltı suların basdırılması baş verir. Naxçıvan Muxtar Respublikasının mineral su yataqları uzun və mürəkkəb hidrogeoloji proseslərin formalaşdırdığı qırılma zonalarında atmosfer sularının süzülməsi və çatlar vasitəsi ilə suların yer səthinə qalxması ilə xarakterizə olunur. Darıdağ, Badamlı, Sirab, Nəhəcir, Vayxır və s. mineral su yataqları dərin qırılma zonalarında aşkarlanmışlar.

Cədvəl 4.5. Suların tərkibinə daxil olan zəruri elementlərin fiziki-kimyəvi xassələri

Zəruri elementlər	Atom nömrəsi	Atom kütləsi	Orqanolep tik xassələri	Sıxlığı $\text{kg/m}^3$	Ərimə $T, ^\circ\text{C}$	Qaynama $T, ^\circ\text{C}$	Oksidləşmə dərəcəsi	İonlaşma potensialı, ev	Xarici elektron təbəqəsi
H <sub>2</sub>	1	1,00794	rəngsiz, dadsız, iy-siz, yüngül qaz	0,0899	-259,2	-252,7	-1, +1	13,598	1s <sup>2</sup>
O <sub>2</sub>	8	15,999	rəngsiz və iysiz qaz	1,129	-218,8	-182,97	-2	13,618	2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>
C <sub>12</sub>	6	12,011	rəngsiz kris.mad də (almaz şəklində)	3510 almaz	>3500 105atm tezyiğin -dən yuxarı da	4830 eyni şəraitdə	-4, +2,+4	11,267	2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>
N <sub>2</sub>	7	14,0067	rəngsiz, iy-siz, dadsız qaz	1,2506	-209,86	-195,8	-3-dən +5-ə	14,549	2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>
Na	11	22,9898	gümüşü-ağ metal	971	97,8	890	+1	5,139	3s <sup>1</sup>
Mg	12	24,305	gümüşü-ağ metal	1738	650	1107	+2	7,646	3s <sup>2</sup>
K	12	39,102	gümüşü-ağ yüngül metal	862	63,7	777	+1	4,341	4s <sup>1</sup>



Cədvəl 4.5-in ardı

Ca	20	40,08	gümüşü- ağ metal	1550	850	1490	+2	6,113	4s <sup>2</sup>
Cl <sub>2</sub>	17	35,453	sarı-yaşıl ağır qaz	3,214	100,98	-34,6	-1, +1,+3	13,02	3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup>
Sb	51	121,75	ağ rəngli kris.mad də	6684 (25°C -də)	630,5	1380	+4,+5, +6,+7	8,641	5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>
As	33	74,92	metal parıltılı boz rəngli kristallar	5720	817 (28 atm. təzyiqin də)	613	-3, +3,+5	9,815	4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>
Sn	16	32,06	sarı rəngli amorf maddə	2070	119,5	444,6	-3, +3,+5	10,36	3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup>
Ra	88	226	gümüşü- ağ parıltılı metal	5500	700	1529	-2,+2, +4,+6	5,279	7s <sup>2</sup>
F <sub>2</sub>	9	18,9984	Kəskin iyli rəngsiz qaz	1,696	-219,6	-188,1	+2	17,426	2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>
Br <sub>2</sub>	35	79,904	Tünd qonur ağır maye	3119	-7,2	58,78	-1	11,85	4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>

Cədvəl 4.5-in ardı

J <sub>2</sub>	53	126,90	Metal parıltılı qara kris. mad	4930	113,6	184,35	-1,+1, +3,+5, +7	10,457	5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>
B <sub>2</sub>	5	10,81	rəngsiz kristal maddə	2340	2200	3800	+3	8,298	2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>
Fe	26	55,847	gümüşü-ağ metal	7874	1574	3000	+2,+3, +6	7,91	3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>
Li	3	6,941	yüngül, gü müşü-ağ metal	534	180,5	1320	+1	5,392	2s <sup>1</sup>
P <sub>n</sub>	15	30,97	ağ rəngli amorf maddə	1820	44,2	280	-3, +3,+5	10,980	3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>
Al	13	26,98	gümüşü-ağ metal	2702	660,2	2400	+1,+3	5,986	3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>
Sr	38	87,62	gümüşü-ağ metal	2600	770	1384	+2	5,694	5s <sup>2</sup>
Si	14	28,086	Tünd-boz rəngli metallik m.	2330	1410	2355	-4,+4	8,151	3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>

Muxtar respublika ərazisindəki mineral su bulaqları yüksək hərarətli deyil, temperatur diapazonu  $8^{\circ}\text{C}$ - $27^{\circ}\text{C}$  intervalında dəyişilir. Bəzi hallarda buruq quyularından çıxan suların hərarəti  $50^{\circ}\text{C}$  və daha yuxarı ola bilər. Buna Darıdağ termal suyu və Sirab mineral suyunun bəzi bulaqlarını misal göstərmək olar. Soyuq bulaqlar ərazinin dağlıq hissəsində yerləşir və kimyəvi təmiz sular hesab edilir, onların minerallaşmaları 0,1-0,5 q/l arasında dəyişir, suları şəffaf və tamlı olur.

Şübhə yoxdur ki, mineral hidrotermlərin müalicəvi effekti onların tərkibindəki qazlar və kimyəvi komponentlərlə əlaqədardır. Adi içməli su ilə müalicəvi mineral suları müqayisə etdikdə bunun şahidi oluruq (cədvəl 4.6 - 4.7).

Hər iki cədvəldən göründüyü kimi, mineral hidrotermlər adi suya nisbətən böyük miqdar qiymətli komponentlərlə zəngindir. Muxtar respublika ərazisindəki mineral su bulaqları zəngin duz tərkibinə və müalicəvi təsirə malik mikrokomponentlərə malikdir.

Cədvəl 4.6. Adi su və mineral suyun tərkibindəki kationların müqayisəli xarakteristikası

Kationlar	İçməli su, mq/l	Mineral su, mq/l
Natrium	100-dək	100 000-dək
Kalium	10	1 000
Maqnezium	50	5 000
Kalsium	200	20 000
Dəmir	0,5	50
Barium	0,1	5-10
Ammonium	0,1-dək	10
Stronsium	0,1-dən az	50
Litium	0,1-dən az	10
Manqan	0,1	5,0
Alüminium	0,1	1,0
Ümumi minerallaşma	500-1000	300 000

Cədvəl 4.7. Adi su və mineral suyun tərkibindəki anionların müqayisəli xarakteristikası

Anion və turşular	İçməli su mq/l	Mineral su mq/l
Xlorid	100-dək	180 000
Sulfat	300	40 000
Hidrokarbanat	400	4 000
Bromid	1	600
Yodid	0,08	100
Flüorid	1,0	20

Fosfat	1,0	100
Silikat turşusu	60	120
Karbonat turşusu	100	4 000
Metaborat turşusu	0,0005	0,005

*Mineral suların qaz tərkibi.* Mineral suların qaz tərkibi onların əmələ gəlməsini göstərən əsas faktorlardan biridir. Qazlar mineral suların ion tərkibinə təsir edir, onların bu və ya digər məqsədlər üçün istifadə sərhədlərini müəyyənləşdirir. Mineral suların müalicəvi xüsusiyyətləri onların qaz və kimyəvi tərkiblərindən asılıdır. Bu baxımdan sovet hidroloqları mineral suları karbon qazlı, hidrogen sulfidli, mikrokomponentli və radioaktiv sulara ayırmışlar. Prof. Ə.N.Əsgərov isə mineral suların kimyəvi tərkibləri və müalicə xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq beş mineral su növünü müəyyənləşdirmişdir. Bunlar karbon qazlı, hidrogen sulfidli, metanlı, azotlu, radonlu sulardır. Muxtar respublika sularının əksəriyyəti karbon qazlıdır. Mineral sularda əsas qazlardan əlavə, oksigen, hidrogen, arqon, helium və bir sıra nadir qazlar da rast gəlir. Az miqdar təşkil etdiklərindən bu qazlar mineral suların qaz tərkibini xarakterizə etmir. Qazlar mineral suların tərkibində həll olmuş və ya sərbəst halda iştirak edirlər. Mineral suların əsas xarakterik göstəricilərindən biri qaz faktorudur.

Qaz faktoru 1 litr sudan ayrılan qaz miqdarının suyun debitinə olan nisbətidir. Qaz faktoru ( $D_{qaz}/D_{su}$ , həcm vahidi) ilə ifadə olunur ki, bu da faktiki hər bir yatağın mənsub olduğu yerin xüsusiyyətləri ilə müəyyən edilir. Qaz faktoru sıfırdan on və daha böyük rəqəm arasında dəyişilir.

R.İ. Əliquliyev və M.M.İsmayılova nadir qazların analizindən və V.P.Savçenko düsturundan istifadə edərək Naxçıvan MR ərazisində əsas mineral suların təxmini yaş hədlərini hesablamışlar. Verilən cədvəldən göründüyü kimi, Darıdağ mineral suyunun yaşı 1231 mln, Sirab 1001 mln, Badamlı 454 mln il müəyyənləşdirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, Sirab və Vayxır mineral su yataqları eyni tektonik strukturda yerləşdiyindən yaş

Cədvəl 4.8. Qazların izotop analizlərinin nəticələri

Yatağın adı	He	Ar	He/Ar	He/Ar $77 \cdot 10^6$ il
Darıdağ	0,011	0,686	0,016	$1,232 \cdot 10^6$
Sirab	0,007	0,518	0,013	$1,001 \cdot 10^6$
Badamlı	0,011	0,184	0,059	$4,543 \cdot 10^6$
Əshabi-kəhf	0,024	0,882	0,027	$2,075 \cdot 10^6$
Vayxır	0,006	0,488	0,012	$0,924 \cdot 10^6$

hədləri də təxminən bir-birinə yaxındır.

Mineral suların formalaşma dərinliyini müəyyən etmək üçün Ovcinnikov düsturundan istifadə olunur:

$$T_H = t_h + \frac{H - h}{G},$$

burada  $T_H$ - hər hansı bir dərinlikdə temperatur;  $t_h$ -havanın orta temperaturu (tədqiq etdiyimiz ərazidə orta temperatur  $+23^{\circ}\text{C}$ -dir);  $H$ -müəyyən temperaturda suyun formalaşma dərinliyi;  $h$ -layın daimi illik temperaturu;  $G$ -geotermik pillə  $33 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ . Geotermik qradient süxurların yaşından asılı olaraq qırılma zonasına yaxınlaşdıqca yüksəlir. Naxçıvan MR ərazisində mineral suların tərkibinin formalaşma dərinliyi 2000 m-ə bərabərdir [26].

Naxçıvan MR- nın ərazisində ən əlverişli geotermik şərait Darıdağ mineral su yatağında müşahidə olunur. Darıdağ mineral su yatağında geotermik qradient təqribən  $12,5 \text{ m}^{\circ}\text{C}$ -ə bərabərdir. Burada, 662 m dərinliyində  $53^{\circ}\text{C}$  temperatura malik mineral su bulağı aşkar edilmişdir.

Mikrokomponentli suların tərkibində alüminium, dəmir, arsen, stibium, bismut, brom, yod, flüor və s. ionlar mövcuddur. Onlardan bəziləri çox, bəziləri az, digərləri isə cüzi miqdardadır. Sonuncular spesifik və ya ultra mikroelementlər adlanır. Satışa buraxılan mineral suyun etiketinə baxsaq, sağ tərəfdə əsas ionlarla bərabər mikroelementlərdən dəmir, arsen, flüor, yod, brom, litium və s. sadalandığını görürük.

İnsan orqanizminə müalicəvi təsir göstərən və spesifik xassələr nümayiş etdirən yeraltı sular müalicəvi sular qrupuna aid edilir. Spesifik xassələrə yeraltı suların fiziki xassələri (iyi, dadı), radioaktiv maddələrin müəyyən miqdarı, üzvi maddələr, qazlar, makro və mikroelementlərin tərkibi, minerallaşma dərəcəsi, qələvi-turşu xassələri aid edilir. Müalicəvi sularda faydalı komponentlərin kondisiyası quyunun debitindən, suların yerləşmə dərinliyindən, temperaturundan və ümumi duz tərkibindən asılılıqla müəyyən edilir. Aşağı debit və böyük dərinliklərə nüfuz etməsi bu suların istifadə imkanlarını çətinləşdirir. Bu halda yeraltı suların istismar ehtiyatları onlara olan tələbatı ödəməlidir. Bu sular müvafiq olaraq çıxarıldıqları mənbələrdə (kurort, sanatoriya və s.) və onların hududlarından kənardə istifadə edilə bilər. Balneoloji müəssisələr üçün tələb olunan müalicəvi suların miqdarının təqribi həddi bir prosedur üçün  $0,25 \text{ m}^3$  müəyyən edilmişdir. İldə 1 milyon şüşə və polietilen butılkanın doldurulması müalicəvi suyun  $4,0 \text{ m}^3$  /sutka debitilə təmin edilir. Müalicəvi mineral suların kəmiyyət və keyfiyyət göstəricilərinə suların ümumi minerallaşması, kom-

ponent və qaz tərkibi, radioaktivlik, suların pH- ı və temperaturu daxildir. Ümumi minerallaşması 1- 10 q/l-ə bərabər olan sular xaricə qəbul üçün istifadə olunur. 5-15q/l minerallığa malik sular qanın plazmasında osmotik xüsusiyyətləri tənzimləyir. 15-35 q/l minerallığa malik sular nadir hallarda daxilə dəbul edilir.

Müalicəvi suların makrokomponent tərkibi onlardakı əsas komponentlərlə qiymətləndirilir. Bu məqsədlə suların kimyəvi tərkibinə görə təsnifatından istifadə edilir. K.E.Pitevaya görə əsas komponentləri hidrokarbonat və natrium ionları olan yeraltı sular orqanizmdə turşu-əsas tarazlığını dəyişdirmək üçün istifadə olunur. Hidrokarbonatlı kalsiumlu sular isə orqanizmə spazmatik təsir göstərir. Xloridli natriumlu və xloridli kalsiumlu sular mübadilə proseslərini intensivləşdirir, mədə və mədəaltı vəzin sekresiyasını yaxşılaşdırır. Sulfatlı sular qanın zərdabında biokimyəvi prosesləri tənzimləyir, yağlanmanın müalicəsində istifadə edilir. Makrokomponentli hidrokarbonatlı xloridli sular gastritdə, xloridli sulfatlı sular mədə xəstəliklərində, karbonatlı sulfatlı sular isə mədənin sekresiya funksiyasının yüksəlməsində tətbiq edilir.

Müalicəvi baxımdan yeraltı sularda mikroelementlər dörd qrupa bölünür:

- 1) Fe, Co, As, J, Br farmokoloji xassələrinə görə,
- 2) Cu, Mo, Zn, Co, Mn, J mübadilə proseslərinə təsirinə görə,
- 3) As, Se, Hg, V, Pb, F zəhərliliyinə görə,
- 4) Ti, Zr, İr, Cs bioloji roluna görə.

Müxtəlif ölkələrdə əsas mikroelementlərin gözlənilən qatılıq həddinin qiymətləri bir-birindən fərqlənir. Məsələn, müalicəvi sularda bromun balneoloji qatılıq həddi xaricdə 5 mq/l, Rusiyada 25m /l qəbul olunur. 1961- ci ildə Rusiyada radioaktiv elementlərin müalicəvi sularda yol verilən həddi aşağıdakı kriteriyaya uyğunlaşdırılmışdır (Maxse vahidi ilə).

- 1) Zəif radonlu sular 14-100,
- 2) Orta radonlu sular 110-550,
- 3) Yüksək radonlu sular 550-dən yuxarı.

Balneoloji məqsədlər üçün yüksək turş sular pH=1,0-2,0 və güclü əsasi suların pH-ı 8,0-9,5 qəbul edilir. Belə suların temperaturu öz-özünüdə müalicə amili deyil, o, maddələrin həll olmasına əhəmiyyətli təsir göstərir, sonuncu faktor isə suların müalicəvi tiplərinin təsnifatlaşmasına səbəb olur.

Aşağıda yeraltı sularda yayılan bəzi mikroelementlərin miqrasiya xarakteristikası verilmişdir. Yod yeraltı sularda yodid (J) və yodat ( $JO_3$ ) formada, sərbəst şəkildə ( $J_2$ ), qeyri-üzvi və üzvi birləşmələrin müxtəlif kompleksləri şəklində yayılmışdır. Yodid ionları reduksiyaedici, yodat ionları isə oksidləşmə şəraiti üçün xarakterikdir. Oksidləşmə şəraiti ilə xarakterizə

edilən yeraltı suların intensiv su mübadiləsi zonasında yod üçün əsas miqrasiya forması yodat forma hesab olunur. Yeraltı sulara yodat forma kalium, maqnezium, kalium, stronsium və bariumla müsbət yüklü kompleks ionlar əmələ gətirir. Reduksiyaedici şəraitlə xarakterizə olunan artezian hövzələrinin yüklənmiş hissələrində isə yodid ionları daha çox yayılmışlar. Yodlu mineral sular adətən dənizlərin qumlu-lilli çöküntülərinə uyğunlaşmışdır. Dəniz suları və yosunları yodla daha zəngindir. Dəniz kənarında havanın tünd büzüşdürücü iyi Günəşin təsirindən daha kəskinləşir. Məhz yod sahil küləyinin gətirdiyi büzüşdürücü iyi təmin edir. Yosun çöküntülərindəki yod yeraltı sulara, xüsusən sedimental dəniz sularına xüsusi fərqlilik verir. Lilli çöküntülərdən yod yuxarı temperatur və təzyiqin təsirindən tədricən sedimentasiyalı sulara keçir. Yodlu sular adətən termal sulara aiddir, dərinliklərdə onların temperaturu  $+100^{\circ}\text{C}$ -dən yuxarı olur. Üzvi maddələrin çürüməsindən alınması güman edilən neft yataqlarını müşayiət edən suların daimi komponentlərindən biri yoddur. Yodla zəngin hidrotermlər Azərbaycanda ən çox Neftçalada təsadüf edilir. Bu hidrotermin 1 litrində 45-48 mq/l yod olduğu müəyyən edilmişdir. Bu termal su müalicəvi məqsədlər üçün tam yararlıdır. Məlum olduğu kimi yod insan orqanizmi üçün çox böyük əhəmiyyətə malikdir, hər şeydən əvvəl o, qalxanvari vəzin normal fəaliyyəti üçün lazımdır. Buna görə də yodun azlığı orqanizmdə ciddi fəsadlara səbəb olur. Muxtar respublikada yodlu sular qrupuna Xoşkesin, Aza mineral suları aiddir. Bu mineral suların bir stəkanından orqanizmə 2-3 mq yod daxil olur. Deməli bizə lazım olan yodu yodlu mineral sular vasitəsi ilə asanlıqla ala bilərik. Neftçalada buruq sularından yod və bromun hava desorbsiyası texnologiyası ilə sənaye istehsalı yüksək çıxımla mənimsənilib.

Brom yeraltı sulara çox zaman yodu müşayiət edir. Bu element əksər hallarda dəniz sularının qatılmasında məhsulları-şorabalarda toplaşır. Şorabaların qatılığı yüksək olduqca onların tərkibində bromun miqdarı da artır. Termal şorabalarda bromun maksimal qatılığı bəzən 1-2 q/l-dən yuxarı olur. Yod və brom hidrokimyəvi cəhətdən qohum mikroelementlər olduğundan demək olar ki, bütün yodlu su yataqlarını eyni dərəcədə bromlu su yataqları da hesab etmək olar. Bu elementlərin birliyi kimyəvi tərkibi tamamilə fərqli olan xüsusi tip yodlu-bromlu mineral su yataqları əmələ gətirir. Yeraltı sulara brom ən çox bromid ionları formasında miqrasiya edir. Amma bəzi yerlərdə bu üstünlük sərbəst brom və bromat ionlarına keçir. Yodid ionları kimi, bromid və bromat ionları da çoxlu sayda geyri-üzvi və üzvi komplekslər əmələ gətirirlər. Bromid ionları mis, dəmir, sink və digər metallarla komplekslər əmələ gətirir. Sərbəst brom turş mühitdə, bromat ionları isə güclü qələvi mühitdə miqrasiya edir. Bromid ionları və onun kompleksləri üçün neytral və neytrala yaxın mühit xarakterikdir. Şübhəsiz

ki, bromun miqrasiya formaları hər konkret halda yeraltı suların pH-nın qiymətlərindən asılı olacaqdır. Məlumdur ki, brom əsəb sisteminin müalicəsində sakitləşdirici qabiliyyətə malikdir. Buna görə də mineral su yataqlarında bromlu sular xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bəzi sulara brom kifayət qədər çox olduğundan bu sular ancaq həkim təyinatı ilə verilməlidir. Onun daxilə qəbulu xörək qaşığından bir stəkana qədər dəyişə bilər. Bəzi bromlu mineral sular isə müalicəvi mətbəx suyu kimi istifadə edilir. Müəyyən edilmişdir ki, xlorid ionları az olan, ümumiyyətlə minerallığı aşağı olan suyun brom təsiri daha güclüdür. Belə suların bir stəkanında 6 mq brom olduğu müəyyən edilmişdir.

Digər halogen - flüor termal sulara nadir rast gəlir. Onun termal sulara miqdarı adətən 1-2 mq/l-dən çox olmur. Bəzi vulkanik rayonların yüksək temperaturlu mənbələri və dərin formalaşma laylarında azot-qələvi termlərinin suları istisna təşkil edir. Buna kristallik süxurlarla zəngin dağlıq ərazilərin infiltrasiyalı sularını misal göstərmək olar. Yeraltı sulara flüor sadə flüor anionları  $F^-$ , alüminium, dəmir, qalay və s. ilə flüorkomplekslər, hidrogenlə hidrogen flüorid kompleksi HF, silisiumla  $SiF_6^{2-}$  və s. birləşmələr əmələ gətirir. Flüorun kompleks əmələgətirməsi və su miqrasiyası formaları əhəmiyyətli dərəcədə suların turşu-əsas şəraitini müəyyən edir. Flüorun sulara yüksək qatılığı maqnezium, barium, qurğuşun, manqan və s. metallarla kompleks əmələgətirməsinə əlverişli şərait yaradır.

Stronsium müalicəvi sulara sadə kationlar və komplekslər  $SrSO_4$ ,  $SrOH^+$ ,  $SrNO_3^+$  və s. əmələ gətirir. Su - miqrasiya nisbəti stronsiumun sulfat kompleksləri üçün xarakterikdir. Onlar ən çox xlorid tipli sulara, bir qədər də sulfat tipli sulara yayılmışlar. Hidrokarbonat tipli sulara stronsiumun sulfat kompleksləri praktik olaraq rast gəlmir, bu sulara stronsiumun əsas yerləşmə forması  $Sr^{2+}$  kationları şəklindədir.

Barium suda  $Ba^{2+}$  kationları formasında rast gəlir. Bundan əlavə sulara bariumun müxtəlif kompleksləri  $BaSO_4$ ,  $BaOH^+$ ,  $BaNO_3^+$  və s. formada yayılmışlar. Sulara bariumun kompleks formalarından ən çox barium sulfat üstünlük təşkil edir. Bariumun sulfat komplekslərinin miqrasiya xassələrinin yüksəlməsi bu mikroelementin yüksək minerallaşmış sulfat və xlorid tipli sulara qatılıqlarını təmin edir.

Mis üçün müxtəlif növ miqrasiya formaları xarakterikdir.  $Cu^{2+}$  sadə kationları ilə bərabər mis sulfat, xlorid, hidrokarbonat və hidroksonium kompleksləri əmələ gətirə bilər. Misin bu və ya digər formalarda miqrasiyası yeraltı suların kimyəvi tərkibindən və pH-ın qiymətindən asılıdır. Hidrokarbonatlı sulara pH 6-7 olduqda mis  $Cu^{2+}$  kationu və cüzi miqdarda  $CuOH$  və  $CuSO_4$  kompleksləri formasında miqrasiya edir. Daha qələvili



hidrokarbonatlı sulara ( $\text{pH}=7,5$ ) mis karbonat və hidroksonium kompleksləri  $\text{CuCO}_3$  və  $\text{Cu}(\text{CO}_3)^{2-}$  formasında yayılmışdır.

Manqan Yer qabığının üst hissəsinin yeraltı sularında oksidləşdirici şəraitlə xarakterizə olunur və iki valentli formada yerləşir. Manqanın çox az hissəsi  $\text{MnOH}^+$ ,  $\text{MnSO}_4$  şəklində təzahür edir. Sulara manqanın müxtəlif formalarının tərkib nisbəti  $\text{pH}$ -ın qiymətindən və suların geokimyəvi tipindən asılıdır. Hidrokarbonat tipli sulara manqan  $\text{pH}$ -ın 6,5- 7,5 qiymətlərində iki valentli kationlar və sulfat kompleksləri şəklində yerləşir. Suların  $\text{pH} > 8,5$  qiymətlərində manqanın sulfat və hidroksonium kompleksləri üstünlük təşkil edir. Sulfat və xlorid tipli sulara əsas rolunu iki valentli manqan oynamaqla, sulfat komplekslərinin miqrasiya qabiliyyəti yüksəlir. Muxtar respublika ərazisində Şərur və Sədərək rayonlarının sulfatlı sularında iki valentli manqanın birləşmələri təzahür edir.

Beləliklə, mineral sular çox komponentli mürəkkəb məhlullar kimi özlərini təsdiq etmişlər. Onların tərkibində bir maddə ion, digəri həll olmayan molekul, bəziləri kolloid hissəciklər şəklində mövcud olur. Həll olan duzlar elektrik yüklü hissəciklər-ionlar şəklindədir, məlum olduğu kimi, ionlar mənfi və müsbət yüklü olmaqla müvafiq olaraq kation və anionlara ayrılır. Bu müalicə sularının insan orqanizminə təsiri mexanizmi 1970-80-ci illərdə daha intensiv öyrənilmiş, bu günə qədər tədqiqatların həcmi genişləndirilmişdir.

İndi isə yeraltı suların kimyəvi tərkibinin muxtar respublika üzrə regional formalaşmasına ətraflı nəzər salaq. Hidrokarbonat və natrium ionları sulara üstünlük təşkil edərsə, bu sular hidrokarbonatlı - natriumlu sular növünə aid edilir, məsələn "Sirab", "Teyvaz", "Nəhəcir" mineral suları buna aiddir. Bu növ sulara Ordubad ərazisinin "Ələhli", Culfa rayonunun "Həvi", Şahbuz rayonunun "Biçənək" mineral suları daxildir. Eyni natrium ionlarının hidrokarbonat və xlor ionları ilə birləşməsi tamamilə yeni bir növü-xlorlu-hidrokarbonatlı-natriumlu qruplaşmasını ön plana gətirir. Bu sulara "Xoşkeşin", "Biləv", "Armutlu" mineral suları aiddir. Şahbuzun "Girdəsər" suyu isə maqnezium, kalsium, hidrokarbonat və sulfat ionlarının birləşməsindən əmələ gəlmişdir. Şahbuzun "Karvansara", "Sələsüz", Culfanın "Dingə", "Nəsirvaz", "Qızılvəng" mineral suları da bu qrupa daxildir. Bu sular daxili xəstəliklərin müalicəsində geniş istifadə edilir.

Mineral su mənbələrində olanlar bu suların sanki qaynadıqlarının şahidi olmuşlar. Bu suların köpüklənib daşmaları və qaynamaları onların tərkibindəki karbon qazı ilə əlaqədardır. Səthə çıxdığı zaman karbon qazı ilə doymuş sular daha aşağı təzyiqli zonaya düşürlər. Bu səbəbdən karbon qazı köpüklənən suyun içərisindən sanki azmış yolçu kimi uçmağa can atır. Sürətlə hərəkət edən karbon qazı ətraf süxurlara təsir edərək natrium,

kalsium və maqneziumun hidrokarbonatlarını əmələ gətirir. Ona görə də “Sirab”, “Badamlı”, “Ərəfsə”, “Gülüstan” kimi sular varlıqlarına görə məhz bu qaza borcludurlar. Hər hansı bir səbəbdən yeraltı qoruqda karbon qazı tükənərsə, mineral sular öz müalicəvi əhəmiyyətlərini itirmiş olurlar. Suyu xoşagəlim, qazlı dad verən bu qaz həmçinin mineral içkilərin kimyəvi tərkibinin stabilləşməsi üçün lazımdır. Elə bu səbəbdən də satışa buraxılan su əlavə qazlaşdırılır. Bu isə mineral suların müalicəvi xassələrinin uzun müddət qorunub saxlanmasına kömək edir. Karbon qazı muxtar respublika ərazisindəki əksər mineral suların əvəzəlməz peyki sayılır.

Hidrogen sulfidli sulara hidrogen sulfid həm sərbəst, həm də həll olmuş haldadır. Müəyyən edilmişdir ki, bir litr suda hidrogen sulfidin miqdarı 10 mq-dan çox olduqda belə sular müalicəvi əhəmiyyət daşıyır. Elə sular mövcuddur ki, onların tərkibində hidrogen sulfidin miqdarı 10-500 mq-a qədər dəyişir. Bakının Şıx müalicə sularında 400 mq/l, Suraxanı müalicə sularında 130 mq/l hidrogen sulfid var. Muxtar respublikada hidrogen sulfidli bulaqların əksəriyyəti Şahtaxtı ərazisindədir. Hidrogen sulfidli sular vasitəsilə yel, dəri, daxili üzvlərin iltihabı və s. xəstəliklər müalicə olunur.

Qafqazın bir çox mineral suları dəmir ilə zəngindir. Mineral suyun tərkibində 20 mq/l dəmir varsa, bu yeraltı sular dəmirli sular hesab edilir. Bu sular qanazlığından zərərçəkən xəstələrə müsbət təsir göstərir. “Darasun”, “Turşsu” belə müalicəvi sular qrupuna daxildir. Culfa rayonunun “Qazançı” mineral suyunda 37 mq/l dəmir vardır. Müəyyən edilmişdir ki, bütün turş sular dəmirə malikdir. Bu yataqların üst hissəsində suyun tərkibində durulaşmış hidrogen xlorid və sulfat turşularının qarışığı mövcuddur. Soyuq süxurlarla qarşılıqlı təsirdə bu məhlullar dəmir və alüminiumla zənginləşir. Bu səbəbdən belə suların mənbələrində dəmir və alüminium oksidlərindən ibarət olan pasə oxşar boz-sarı rəngli çöküntülər müşahidə olunur. Bəzi sulara sulfidli filizlərlə bərabər dəmir də olur. Bu zaman dəmir sulfidin piritə oksidləşməsi baş verir ki, bu da oksigen saxlayan yeraltı sulara müşahidə olunur. Bu proses istiliyin ayrılması ilə gedir. Oksidləşmə reaksiyası nəticəsində tərkibində dəmir olan zəif sulfat turşusu məhlulu əmələ gəlir. Məhz bu yolla “Qazançı” mineral suyu əmələ gəlmişdir.

Dəmirli sular əksər hallarda karbon qazlı su tiplərində təsadüf edilir. Suda həll olan karbon qazı turş mühit yaradır, bu mühiddə dəmir davamlıdır, o məhluldan çöküntüyə keçmir. Bu səbəbdən belə mineral sular dəmir ilə zənginləşmiş olur. Culfa rayonunun Dəmirli məntəqəsinin suları tərkiblərindəki xeyli dəmir hidrokarbonatlara görə belə sular qrupuna aiddirlər.

Mendeleyev cədvəlinin 33-cü elementi arsen zərərli və müalicəvi xüsusiyyətləri ilə kəskin fərqlənən elementdir. Bu baxımdan mineral sulara

arsenin miqdarı 0,7 mq/l və ondan çox olarsa, o, spesifik müalicəvi təsir gücünə malik olur. Arsen həyat fəaliyyətini sürətləndirən fermentlərə təsir edir, onları aktivləşdirir, beynin fəaliyyətinə və qan dövranına müsbət təsir edir. Belə sular müxtəlif xəstəliklərin, o cümlədən əsəb, mədə-bağırsaq, dəri xəstəliklərinin müalicəsində istifadə edilir. Müəyyən edilmişdir ki, bir sıra mineral suların yerləşdiyi ərazinin tektonik strukturu və geotermik xüsusiyyətləri burada asan hərəkət edən arsen-bor minerallarının toplanması və formalaşması üçün əlverişli şərait yaradır. Buna Sirab, Vayxır, Darıdağ sularının yerləşdikləri əraziləri misal göstərmək olar. Arsenin artıq miqdarı orqanizm üçün zərərli olduğundan arsenli sular həkim təyinatı ilə qəbul edilməlidir. İçməli süfrə sularında arsenin miqdarı adətən 1,6 mq/l-dən çox olmamalıdır. Məsələn Turşsu, İstisu, Vayxır-6,9 bulaqları, Sirab-10 belə sulara aiddir. Bəzi mineral sularda arsenin miqdarı bundan xeyli artıq olur. Culfada Darıdağ suyu belə mərgümlü sulara aiddir. Darıdağ suyunda arsenin miqdarı 18-22 mq/l aralığında dəyişir.

Radonlu mineral su bulaqları təbiətdə radioaktiv elementlərin geoloji müddət ərzində parçalanması ilə bağlı olaraq yaranır. Uran və digər radioaktiv elementlərin ən yaxın parçalanma məhsulu hipotetik qələvi metal-fransium və ağır qaz radon olmalıdır. Parçalanma məhsullarına qurğuşun da aid edilir. Məlumdur ki, radonlu bulaqlar radioaktiv elementlərə malik metasomatik qranitli ərazilərdə müşahidə olunur. Canlı orqanizmlərdə radonun özünə nisbətən daha çox parçalanma məhsulları toplanır. Buna görə də kurortologiya və fizioterapiya arsenalında xüsusi yer tutur. Ultramikro miqdarlarda suda həll olan radon mərkəzi əsəb sistemə müsbət təsir göstərir. Müəyyən edilmişdir ki, bu müalicə prosesində radon-222-nin rolu çox kiçikdir. O ancaq alfa hissəcikləri buraxır ki, bunun da böyük əksəriyyəti mineral sular tərəfindən tutulur və bu şüalar dəriyə təsir etmir. Əksinə radonun parçalanma məhsullarının orqanizmə təsiri müalicə proseduru qurtardıqdan sonra da davam edir. Radon vannaları ürək-damar, dəri və əsəb sistemi xəstəliklərində effektiv təsir göstərir. Bəzən radonlu mineral sular həzm orqanlarına təsir etmək üçün daxilə də qəbul edilir. Cüzi miqdar radona malik palçıqlar və azacıq radonla doymuş hava ilə tənəffüs də effektiv təsire malikdir. Amma bu sular çox dəqiq dozada, həkim nəzarəti ilə qəbul edilməlidir.

Azərbaycanda radonlu müalicə bulaqları yalnız muxtar respublikada təsadüf edilir. Culfa rayonu ərazisində Dərəlik mineral suyu və Babək rayonu ərazisində Əshabi-kəhf mineral suyu radonla zəngindir. Bu, hər iki su mənbəyinin Şimali Qafqazdakı Pyatigorsk mineral suyunun analoqu olduğunu təsdiq edir. Bu sular sinir, ürək-damar və revmatizm xəstəliklərinin müalicəsinə müsbət təsir göstərir. Revmatik xəstələrə bu suların az

miqdarının daxilə və həkim təyinatı ilə vannalar şəklində qəbulu müsbət təsir göstərir.

Ərazinin mineral sularında bor, stronsium, barium, sürmə, bismut və s. elementlər də mövcuddur. Dərin laylardakı sulara onların miqdarı litrdə on və ya yüz milliqramdır. Ağır metalların miqdarı isə sulara yüz mikroqramdan min mikroqrama qədər dəyişir. Amma filiz yataqları ilə zəngin ərazilərdə (Ordubad rayonu) ağır metalların miqdarı kəskin surətdə artır.

Yeraltı sular mineral maddələrdən əlavə üzvi maddələrlə də zəngindir. 1933-cü ildə V.İ.Vernadski yazırdı: "Mineral sulara üzvi birləşmələr, sözün əsl mənasında naməlum varlıqlardır. Az miqdarda olmalarına baxmayaraq onların orqanizmə təsiri çox böyükdür". Mineral sulara üzvi komponentlərin qatılığı litrdə on və ya yüz milliqram təşkil edir. Muxtar respublikada bu sulara Culfa rayonunun Ləkətağ mineral suyu, Babək rayonunun Cəhri və Qızılvəng mineral su yataqları aiddir. Müxtəlif üzvi maddələr (karbohidrogenlər, üzvi turşular və s.) mineral sulara dağ süxurlarının qələviləşməsi, neft-qaz yataqlarının işlənməsi, biokimyəvi proseslər nəticəsində daxil olur. Mineral sulara üzvi maddələrin təsiri kifayət qədər ətraflı öyrənilməmişdir.

#### 4. Naxçıvan Muxtar Respublikasının mineral suları

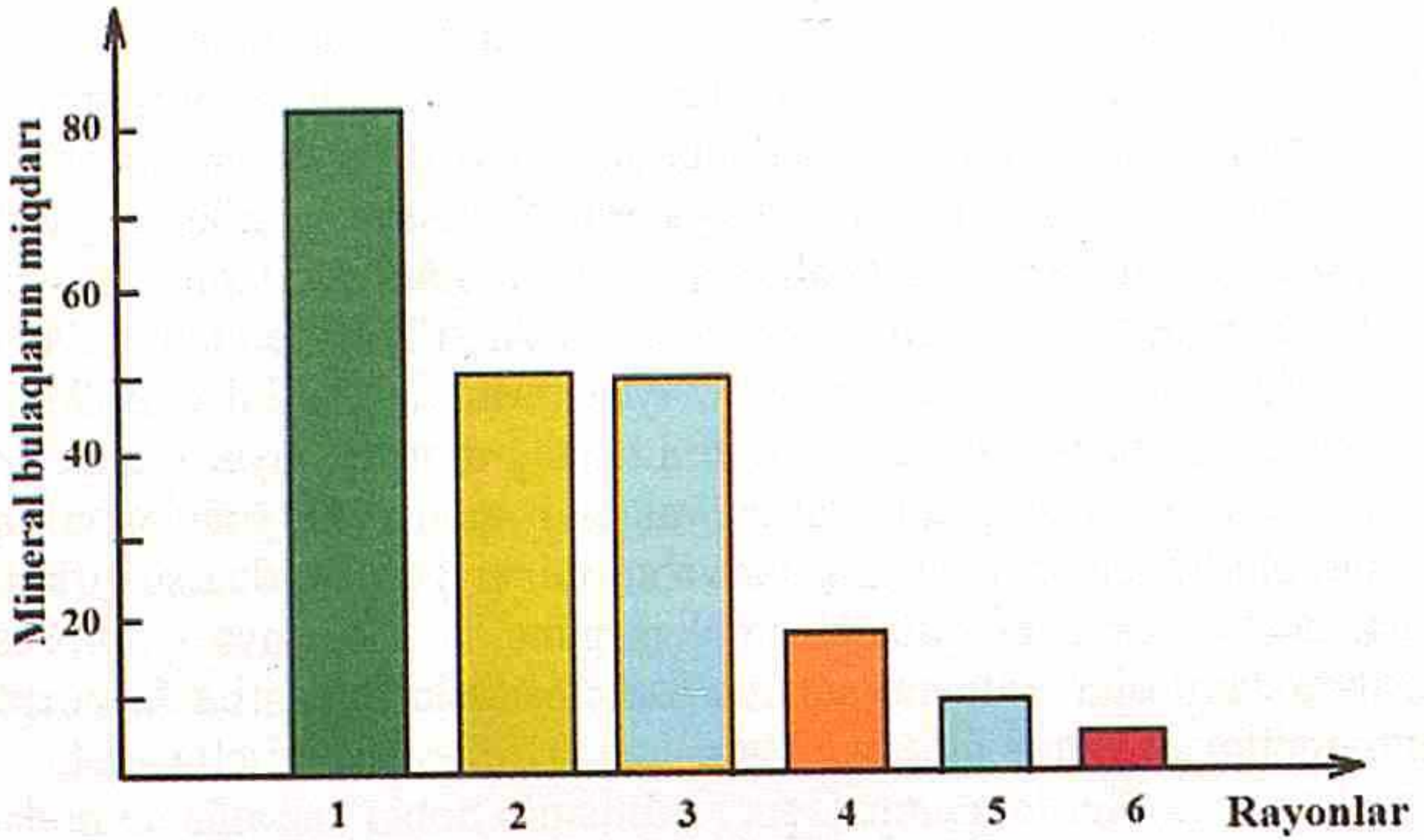
Naxçıvan Muxtar Respublikası dünyanın ən zəngin mineral su ehtiyatlarına malikdir. Qeydiyyatata görə Muxtar Respublikada 250 mineral su mənbəyi mövcuddur. Müəyyən edilmişdir ki, bu sular geniş çay vadilərində, yerin dərin qatlarında yaşlı çöküntülərdə tektonik proseslər nəticəsində formalaşmışlar. Bura Şərqi Arpaçay, Naxçıvançay, Gilançay, Əlinçəçay, Ordubadçay, Qurudərə və Əylis çay vadiləri daxildir.

Naxçıvan Muxtar Respublikası üzrə mineral su bulaqlarının əsas fiziki- kimyəvi xüsusiyyətləri öyrənilmiş və sistemləşdirilmişdir. Naxçıvan Muxtar Respublikasında mineral su bulaqlarının rayonlar üzrə paylanması şəkil 4.8-də verilmişdir. Şəkil 4.8-dan görüldüyü kimi, Culfa rayonunda-85, Şahbuz rayonunda-50, Babək rayonunda-50, Ordubad rayonunda-29, Şərur-Sədərək rayonları ərazisində-7 mineral su bulağı aşkarlanmışdır. Bu suların 6 tipi, 16 qrupu və 33 müxtəlif növü mövcuddur.

$$M_{5,3} \frac{HCO_3 50 Cl 30 SO_4 20}{Na 50 Mg 25 Ca 25} \text{ pH7 T30 D500 m}^3/\text{gün}$$

Burada M-in indeksi ümumi minerallaşmanı ifadə edir, kəsr xətti ilə ion tərkibi ifadə edilir. Xəttin yuxarisında anionlar (mənfi yüklü ionlar), aşağısında kationlar (müsbət yüklü ionlar) yerləşir. Onların miqdarı %-ekvi-

valentlə ifadə olunur, az olan sıra ilə yerləşir. pH-suyun aktiv reaksiyasının hidrogen göstəricisi, T-suyun  $^{\circ}\text{C}$ -ilə ifadə olunan temperaturu, D-suyun günlük  $\text{m}^3$ -ilə ölçülən debitidir.



Şəkil 4.8. Mineral su bulaqlarının rayonlar üzrə paylanması.  
1-Culfa, 2- Babək, 3-Şahbuz, 4- Ordubad, 5-Sədərək, 6-Şərur rayonu

Müasir analiz metodları sulara mövcud olan elementləri  $10^5$ -  $10^7$  q/l və daha az olduqda təyin etməyə imkan verir. Bu zaman analizlərin bir hissəsi bilavasitə su məntəqələrində (çaylar, bulaqlar quyular, buruqlar) daşınan çöl laboratoriyalarının köməyi ilə, bir qismi isə hidrogeokimyəvi partiyaların bazasındakı laboratoriyalarda yerinə yetirilir. Darıdağ termal suyunda arsen yarımqrupu elementlərinin təyini atom-adsorbsiya və ekstraksiyalı-fotometriya metodları ilə yerinə yetirilmiş, müəlliflik şəhadətnaməsi və patent alınmışdır. Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisindəki mineral su bulaqlarının kompleks araşdırılması bir tərəfdən onların təsnifatlaşdırılmasına, digər tərəfdən isə rayonlar üzrə müqayisəli xarakteristikasına imkan verir. Rayonlar üzrə mineral su bulaqlarının fiziki-kimyəvi xarakteristikası cədvəl 4.9- 4.13- də verilmişdir.

Babək rayonu ərazisində 50 mineral su mənbəyi aşkar edilmişdir. Bunlardan 27-si buruq quyuları vasitəsilə yer səthinə çıxır. Sahələr üzrə Sirab-23, Kəlbəağıl-3, Qahab-4, Vayxır-9, Qızılvəng-8, Quyuludağ-1, Cəhri-1, Əshabi-kəhf-1 mineral su bulaqları paylanmışdır. Bunlar müalicəvi xüsusiyyətlərə malikdirlər (şəkil 4.9-4.10).



*Şakil 4.9. Cəhri mineral su yatağı*



*Şakil 4.10. Dərəşam mineral su bulağı*

Cədvəl 4.9. Şərur, Sədərək bölgəsindəki mineral su bulaqlarının fiziki-kimyəvi xarakteristikası

Mineral su bulaqları	Kimyəvi tərkibi	Temp eratu m, °C	Mineral laşma M	pH	Debiti m <sup>3</sup> /gün
Armudlu	$\frac{HCO_3}{Ca71 Mg 15 (Na+K) 14}$	25,5	1,8	6,1	22
Şaxtaxtı	$\frac{H_2S 10mq/l}{SO_4 60 HCO_3 30}$ $\frac{Ca 40 (Na+K) 30 Mg 30}{CO_2 0,1 \frac{HCO_3 56 Cl 30}{Mg 45 (Na+K) 38}}$	20	2,8	6,1	50
Bahadursu	$\frac{CO_2 0,1 \frac{HCO_3 56 Cl 30}{Mg 45 (Na+K) 38}}{SO_4 45 Cl 30 HCO_3 25}$	18	3,9	6,5	150
Dəhnə	$\frac{CO_2 1,1 \frac{SO_4 45 Cl 30 HCO_3 25}{(Na+K) 40 Ca 30 Mg 30}}{HCO_3 56 SO_4 32}$	16	7,1	6,9	120
Sədərək	$\frac{CO_2 1,3 \frac{HCO_3 56 SO_4 32}{Ca 48 (Na+K) 35}}{HCO_3 60 Cl 30}$	18	4,1	6,4	500
Şərur	$\frac{CO_2 10 \frac{HCO_3 60 Cl 30}{Mg 48 (Na+K) 30}}{HCO_3 86}$	18	4,5	7,5	1000
Danzik	$\frac{Ca71 Mg 15 (Na+K) 14}{HCO_3 86}$	25,5	1,5	6,1	90

Cədvəl 4.10. Babək rayonu ərazisindəki su bulaqlarının fiziki-kimyəvi xarakteristikası

Mineral su bulaqları	Kimyəvi tərkibi	Temperaturu, °C	Minerallaşma	pH	Debiti m <sup>3</sup> /gün
Badamlı 5 sayılı bulaq	CO <sub>2</sub> 0,4 $\frac{HCO_3 65, SO_4 21, Cl 13}{(Na+K) 41, Ca 35, Mg 24}$	17	1,2	6,4	650
Badamlı 4 sayılı bulaq	CO <sub>2</sub> 1,2 $\frac{HCO_3 71, Cl 24, SO_4 5}{(Na+K) 54, Ca 34, Mg 12}$	22	4,7	6,5	172
Cəhri	CO <sub>2</sub> 1,3 $\frac{HCO_3 53, Cl 26, SO_4 21}{(Na+K) 47, Ca 33, Mg 20}$	18	4,1	6,5	26
Əsabi-kəhf	CO <sub>2</sub> 1,0 $\frac{HCO_3 38, Cl 33, SO_4 32}{(Na+K) 56, Ca 28, Mg 16}$	22	4,7	6,3	259
Qızılvağ	CO <sub>2</sub> 0,7 $\frac{SO_4 80, Cl 20}{(Na+K) 35, Mg 35, Ca 30}$	18	5,2	6,8	5,0



Cədvəl 4.10-nun ardı

Quyuludag	$\text{CO}_2$ 0,8 $\frac{\text{HCO}_3 43, \text{Cl} 29 \text{SO}_4 27}{(\text{Na} + \text{K}) 78 \text{Mg} 15}$	18	5,5	6,6	172
Sirab-12	$\text{CO}_2$ 1,0 $\frac{\text{HCO}_3 79, \text{SO}_4 11}{\text{Ca} 52(\text{Na} + \text{K}) 27 \text{Mg} 21}$	20	3,0	6,5	1470
Sirab-8	$\text{CO}_2$ 1,2 $\frac{\text{HCO}_3 80, \text{Cl} 19}{(\text{Na} + \text{K}) 82 \text{Ca} 15}$	26	6,0	6,8	160
Sirab-10	$\text{CO}_2$ 0,9 As 2,1 mq/l $\frac{\text{Cl} 54 \text{HCO}_3 45}{(\text{Na} + \text{K}) 95 \text{Mg} 3}$	29	29,7	6,6	95
Vayxir-2	$\text{CO}_2$ 1,3 $\frac{\text{HCO}_3 49 \text{Cl} 41 \text{SO}_4 9}{(\text{Na} + \text{K}) 65 \text{Ca} 23 \text{Mg} 12}$	19,9	6,9	6,5	270
Vayxir-7	$\text{CO}_2$ 1,3 $\frac{\text{HCO}_3 79, \text{SO}_4 18 \text{Cl} 13}{\text{Ca} 44(\text{Na} + \text{K}) 39 \text{Mg} 17}$	20,4	4,5	6,5	175

Cədvəl 4.11. Ordubad rayonu ərazisindəki mineral su bulaqlarının fiziki-kimyəvi xarakteristikası

<i>Mineral su bulaqları</i>	<i>Kimyəvi tərkibi</i>	<i>T, °C</i>	<i>M</i>	<i>pH</i>	<i>Debiti m<sup>3</sup>/gün</i>
<i>Biləv</i>	$\frac{HCO_3 75 SO_4 14}{CO_2 1,5 (Na + K) 51 Ca 32}$	18,5	2,0	5,9	20,0
<i>Bist</i>	$\frac{HCO_3 76 SO_4 14}{CO_2 1,1 Ca 61 Mg 33}$	18	3,9	5,6	35
<i>Dəstə</i>	$\frac{CO_2 0,7 HCO_3 61 SO_4 32}{Ca 61 (Na + K) 21 Mg 18}$	18	1,4	6,5	15
<i>Ələhi</i>	$\frac{CO_2 1,3 HCO_3 79 SO_4 12}{(Na + K) 38 Ca 33 Mg 28}$	13,5	3,6	6,1	21
<i>Gənzə</i>	$\frac{CO_2 0,22 HCO_3 53 SO_4 30 Cl 17}{(Na + K) 41 Mg 38 Ca 21}$	15	5,6	7,5	160
<i>Kilit</i>	$\frac{HCO_3 87}{CO_2 0,7 Ca 60 Mg 30}$	16	2,2	6,5	20
<i>Kotam</i>	$\frac{HCO_3 91}{CO_2 1,0 Ca 85 (Na + K) 10}$	15	1,8	7,7	25
<i>Nəzirvaz</i>	$\frac{CO_2 1,4 HCO_3 68 SO_4 21}{(Na + K) 36 Ca 35 Mg 29}$	15	1,5	6,2	330
<i>Nis-nüs</i>	$\frac{HCO_3 87 SO_4 10}{CO_2 0,8 Ca 81 Mg 17}$	12	0,6	6,2	100
<i>Parağa</i>	$\frac{SO_4 85 HCO_3 13}{CO_2 1,8 Ca 77 Mg 20}$	13	1,7	6,5	90

**Cədvəl 4.12. Culfa rayonu ərazisindəki mineral su bulaqlarının fiziki-kimyəvi xarakteristikası**

Mineral su bulaqları	Kimyevi tərkibi	Temp eratur u, °C	Minerallaşma M	pH	Debiti m <sup>3</sup> /gün
Başkənd	CO <sub>2</sub> 1,3 ————— HCO <sub>3</sub> 85 SO <sub>4</sub> 11 Ca 49 (Na+K) 26 Mg 25	16	2,0	7,0	16
Darıdağ	As 22mq/l CO <sub>2</sub> 0,8 ————— Cl 64 HCO <sub>3</sub> 29 (Na+K) 93	50	22	6,6	4507
Dərəlik	CO <sub>2</sub> 1,3 ————— HCO <sub>3</sub> 72 Cl 18 (Na+K) 38 Ca 37 Mg 25	20	3,6	6,4	150
Dərəşəm	CO <sub>2</sub> 1,3 ————— HCO <sub>3</sub> 62 SO <sub>4</sub> 20 Ca 18 Ca 47 Mg 29 (Na+K) 24	22	2,5	6,6	200
Dingə	CO <sub>2</sub> 0,7 ————— HCO <sub>3</sub> 72 SO <sub>4</sub> 25 Mg 39 Ca 33 (Na+K) 28	17	1,2	6,3	15
Ərefse	CO <sub>2</sub> 1,3 ————— HCO <sub>3</sub> 87 (Na+K) 58 Ca 22 Mg 21	14,5	4,3	6,3	25

Cədvəl 4.12-nin ardı

Gülüstan	CO <sub>2</sub> 2,0 $\frac{HCO_3 71.Cl 16}{(Na+K)38Ca 37.Mg 25}$	21	3,4	6,4	250
Həvi	CO <sub>2</sub> 1,7 $\frac{HCO_3 79.SO_4 14}{Ca 42(Na+K)38.Mg 18}$	12	2,0	6,6	70
Xoşkeşin	CO <sub>2</sub> 1,5 $\frac{Cl 37.HCO_3 34.SO_4 29}{(Na+K)71.Mg 15Ca 13}$	25	8,6	6,4	35
Qazançı	CO <sub>2</sub> 1,5 $\frac{HCO_3 71.SO_4 20}{(Na+K)38Ca 36.Mg 27}$	19	4,5	6,4	15
Ləkətəğ	CO <sub>2</sub> 2,3 $\frac{HCO_3 92}{Ca 76.Mg 21}$	17	1,7	6,7	400
Nəhəcir	CO <sub>2</sub> 1,1 $\frac{Cl 50.HCO_3 42}{(Na+K) 84.Mg 12}$	26,3	5,4	6,6	30
Teyvaz	$\frac{HCO_3 69.Cl 18.SO_4 13}{(Na+K)69 Ca 19.Mg 13}$	13	7,3	6,6	10

Cədvəl 4.13. Şahbuz rayonu ərazisindəki mineral bulaqların fiziki-kimyəvi xarakteristikası

Mineral su bulaqları	Kimyəvi tərkibi	Temperaturu, °C	Minerallaşma, M	pH	Debiti, m <sup>3</sup> /gün
Ametist dərəsi mineral su bulağı	$\frac{HCO_3 72 SO_4 14}{Ca 45 (Na+K) 31 Mg 24}$	12,8	3,2	6,5	12
Badamlı bulaq - 5	$\frac{CO_2 0,4 HCO_3 65 SO_4 21 Cl 13}{(Na+K) 41 Ca 35 Mg 24}$	17	1,2	6,4	650
Badamlı bulaq - 4	$\frac{CO_2 1,2 HCO_3 71 Cl SO_4 5}{(Na+K) 54 Ca 34 Mg 12}$	22	4,7	6,5	172
Biçənək mineral su bulağı	$\frac{CO_2 0,7 HCO_3 85 SO_4 20}{(Na+K) 74 Ca 19}$	10	4,1	6,7	12
Batabat mineral su bulağı	$\frac{CO_2 0,7 SO_4 65 HCO_3 30}{Ca 39 (Na+K) 36 Mg 25}$	8,0	1,3	6,7	3,8
Girdəsar mineral su bulağı	$\frac{CO 1,2 \quad SO_4 7 HCO_3 5}{Mg 47 Ca 31 (Na+K) 21}$	17	10	6,4	3,7
Gömtür mineral su bulağı	$\frac{CO 1,3 \quad HCO_3 74 Cl 15}{Ca 33 (Na+K) 32 Mg 30}$	20	230	6,6	3,9
Karvansara mineral su bulağı	$\frac{SO_4 78 HCO_3 21}{Ca 58 (Na+K) 21 Mg 21}$	80	50	8,0	1,4

Culfa rayonu ərazisində 85 mineral su bulağı aşkar edilmişdir, onlardan 42-si buruq quyuları vasitəsilə yer səthinə çıxarılır. Mineral bulaqlar aşağıdakı qaydada paylanmışlar: Darıdağ-37, Nəhəcir-10, Ləkətağ-5, Qazançı-2, Başkənd-2, Ağsal-2, Nevi-2, Dərəşam-2, Teyvaz-2, Xoşkeşin-1, Gülüstan-1. Darıdağ mineral su bulağı yüksək temperaturlu arsenli, sürməli sulara aiddir. Bu elementlər Darıdağ suyunun əsas müalicə xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirir. Bundan əlavə mineral sularda arsen və stibiumla birlikdə assosiasiya edən arsen yarımqrupunun digər elementi bismutun da cüzi miqdarı müəyyən edilmişdir. Culfa rayonunda bismutlu sular Darıdağ və onun qonşuluğundakı Kərimqulu - Dizə adlanan ərazidə aşkar edilmişdir. Hər iki termal su yatağındakı sularda arsen yarımqrupu elementləri ilə bərabər, borun da olduğu müəyyən edilmişdir. Darıdağ termal suyunda borun miqdarı  $B_2O_3$ -ə görə hesablandıqda 800-850 mq/l aralığında dəyişir.

Ordubad rayonu ərazisində 29 mineral su bulağı aşkar edilmişdir. Qızıl, gümüş, mis, molibden, volfram və digər metalların təzahürləri və faydalı filiz yataqları bu rayonda yerləşdiyindən, ərazinin mineral suları da bunlarla zəngindir. Ərazi üzrə bulaqlar Ələhi-2, Bist-2, Dəstə-1 bulaq və 2 buruq quyusu, Nəzirvaz-5, Kotam-4, Tivi-5, Biləv-1, Kilit-1, Gənzə-1 sırası ilə paylanmışlar. Ordubad mineral bulaqlarının demək olar ki, əksəriyyəti zəif minerallığı, qazlılığı ilə seçilir. Suları soyuq və tamlıdır. Bu suların tərkibində (Na+K) ionları mühüm rol oynayır və suların müalicəvi xassələrini müəyyənləşdirir. Bölgənin suları qələvili və hidrokarbonatlıdır, öz müalicəvi xüsusiyyətlərinə görə secilirlər.

Şərur və Sədərək rayonları ərazisi mineral su bulaqları ilə zəngin deyil. Burada cəmi 7 bulaq: Şahtaxtı, Danyeri, Dəhnə, Başnoraşen və Quşçu bulaqları öyrənilmişdir. Suların ion tərkibi təmasda olduqları süxurların litologiyasını əks etdirir. Zəif minerallaşmış hidrokarbonatlı-kalsiumlu sularda maqnezium da var. Bu da suların yerin dərinliklərində maqnezitli çöküntülərlə təmasından irəli gəlir. Mineral suların tərkibi bir-birindən kəskin fərqlənir. Sulfat anionları gips, əhəng və dolomit yataqlarının varlığından xəbər verir. Şərur bulağının suyu üzərində qaz qabarcıqları təzahür edir. Bu da suyun qazlılığı ilə əlaqədardır. Bu sulardan yel xəstəliyinin müalicəsində müvəffəqiyyətlə istifadə edilir. Müalicəvi əhəmiyyətinə görə üstünlük təşkil edən mineral su bulaqlarına daha ətraflı nəzər salaq.

*Badamlı mineral su yatağı*—Şahbuz rayonu ərazisindəki mineral bulaqlar arasında məşhur Badamlı mineral sular qrupu xüsusi yer tutur. Badamlı mineral su yatağı Naxçıvan şəhərindən 33 km şimalda, Badamlı kəndindən 3 km cənub-qərbdə yerləşir. 28 bulaqdan ibarət olan qrupun yerləşdiyi ərazi dəniz səviyyəsindən 1274 m hündürlükdədir. Badamlı mineral su yatağının belə adlandırılması onun badam ağacı meşələrinə yaxın yerdə

aşkar edilməsi ilə əlaqədardır. Badamlı mineral suları çatlar vasitəsi ilə hərəkət edərək şimal–şərq istiqamətində, qırılma xətti zonasında boşalırlar. Təzyiqli, karbon qazlı mineral sular müxtəlif ion tərkibinə və minerallaşma dərəcəsinə malikdir. Eyni mənbənin sularında bu kəskin fərq diapozonu suların alevqoritli-gilli və çatlı-gilli süxurlardan alınması və müxtəlif dərinlik intervalına malik olması ilə izah edilir [27]. 1972–ci ildə yatağın istismar ehtiyatı təsdiq edilmişdir. Badamlı karbon qazlı mineral suyunun istismar ehtiyatı V kateqoriyası ilə keçmiş SSRİ Nazirlər Soveti Dövlət Ehtiyat Komissiyası tərəfindən təsdiq olunmuşdur ( $1070 \text{ m}^3/\text{gün}$ ).

Suyun balneoloji və kimyəvi tərkibi, minerallaşma dərəcəsi, temperaturu öyrənilmişdir. Kimyəvi tərkibinə görə Badamlı mineral bulaqları üç qrupda cəmləşdirilir:

1. Zəif minerallaşma dərəcəsinə malik hidrokarbonatlı–natriumlu–kalsiumlu (6/68 və 4/68);
2. Zəif minerallaşma dərəcəsinə malik hidrokarbonatlı–sulfatlı, natriumlu–kalsiumlu (5/59 və 8/69);
3. Az və orta minerallaşma dərəcəsinə malik hidrokarbonatlı–xlorlu, natriumlu–kalsiumlu (quyu 1/68 və 4/69).

İkinci qrup Badamlı mineral suyu əhəngli–maqneziumlu olub “Borjomi” tipli sulara aiddir, əsasən dolomitlər və əhəng daşlarının endo və ekzokinetik çat sistemləri ilə bağlıdır.

Üçüncü qrup Badamlı mineral su yatağının 1/68, 2/68, 4/69 quyularının sularında  $6 \cdot 10^{-6}$ – $9 \cdot 10^{-6}$  q/l miqdarında yod vardır. Yoda yaxın qohum sayılan brom bu buruq quyularının sularında 0,001–0,00139 q/l miqdarındadır.

Həqiqətən elə kimyəvi elementlər var ki, onları ancaq termal sular-dan çıxarmaq olur. Məsələn, yod həm tibbdə, həm də kimya sənayesində çox lazımlı elementdir. Çilidən başqa əksər dünya ölkələrində yod–yüksək minerallaşmış termal sular–şor məhlullardan alınır. Çünki təbiətdə yodun məxsusi mineralları çox nadir halda mövcud olur. Yodlu birləşmələr yaxşı həll olduğundan, süxurlarda yod toplaşmır. İstisna halda yod böyük miqdarda dəniz sututarlarında qatılaşa bilər, amma bu sututarlardan yodu sənaye üsulu ilə çıxarmaq nadir hallarda mümkün olur. Yodun homoloqu olan digər element–brom haqqında da eyni sözləri demək olar. Bromu bir sıra duzlardan, sututarlardan almaq mümkün olsa da, onun ən səmərəli alınma üsulu yüksək qatılıqlı xloridli şorabalar (neft suları) və bromla zəngin termal sular-dan çıxarmaqdır. Brom və yod XX əsrin əvvəllərindən termal şorabalar-dan alınmağa başlanmışdır. Məşhur Nobel qardaşları Bakıda və Xəzər boyu sahillərdə neft quyuları ilə bərabər, şərqİ Türkmənistanın Çeleken adasında bir sıra dayaz quyular qazdırmış və yüksək debitli şor sular-dan kустar yolla yod və brom almağa nail olmuşdular. Bu proses zamanı gölün

bir hissəsi əsas hövzədən təcrid edilir, sonrakı proses günəş şüaları tərəfindən buxarlanma yolu ilə yerinə yetirilir.

Naxçıvan MR-də sənaye əhəmiyyətli yodlu-bromlu sular aşkar edilməmişdir. Lakin Badamlı yatağının sularında yod-bromun olması onu digər mineral sulardan fərqləndirir. J/Br =1:10 nisbəti Badamlı mineral suyunun əhəmiyyətini artırır, onun balneoloji keyfiyyətini yüksəldir.

Badamlı mineral suyu (5 sayılı bulaq) Arşan bulağının suyuna yaxın olub, Kislovodsk “Narzan” tiplidir. 4 sayılı bulaq isə “Lostoçkin” bulağının suyuna yaxın olub Gürcüstan Respublikasındakı “Saqveri” mineral su tipinə aiddir. Badamlı mineral suyunu mədə və bağırsağın xroniki xəstəlikləri, sidik yolları katarat xəstəlikləri, qara ciyərin qan ifrazı azaldığı zaman içmək faydalıdır.

İlk dəfə 1941-ci ildə Badamlı mineral suyu Bakıya içməli su kimi gətirilmişdir. Əsası 1947-ci ildən qoyulan Badamlı mineral su doldurma zavodu tam mexanikləşdirilmiş və 1987-ci ildə 110 mln. şüşədən artıq su buraxılmışdır. Hazırda müstəqil zavod kimi fəaliyyət göstərən müəssisə yeni texnoloji avadanlıqlarla təhziz edilmiş və istehsal gücü xeyli artırılmışdır (şəkil 4.11). 1980-cı ildə Badamlı mineral sudoldurma zavodu əsasında balneoloji müalicəxana tikilib istifadəyə verilmişdir. Badamlı təbii mineral süfrə suyunun daha müasir texnologiya əsasında emalı üçün yeni zavod inşa edilmiş və 2009-cu ilin avqustunda Azərbaycan Prezidenti İlham Əliyevin iştirakı ilə istifadəyə verilmişdir.



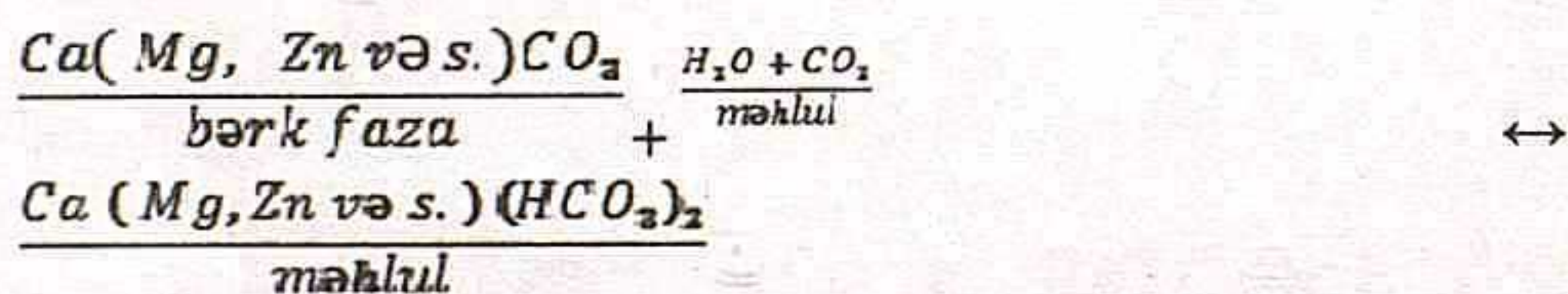
*Şəkil 4.11. Badamlı mineral su zavodu*

Zavodda Fransanın məşhur “SIDEL” şirkətinin avadanlığı quraşdırılmışdır. Zavodun sudoldurma sexində qazlı və qazsız mineral sular şüşə və polietilen butıkalarda buraxılır.

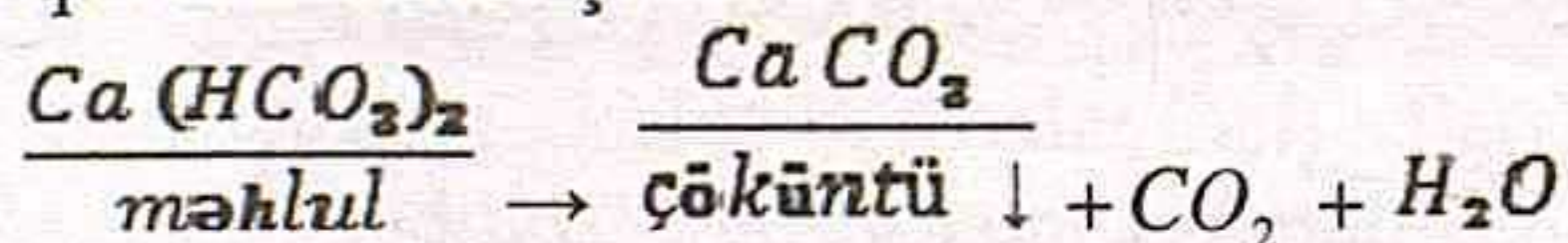


Badamlı mineral su zavodunda polietilen və şüşə xətlərinin hər birinin istehsal gücü saatda 24 000 butıldadır. Onun gündəlik debiti 2750640 l/gündür. Badamlı mineral suyunda dissosiasiya etməyən molekullardan karbon qazının miqdarı quyulardan asılı olaraq dəyişilir. Badamlı 4 - də sərbəst CO<sub>2</sub> az olduğu halda, Badamlı 5- də sərbəst karbon qazı—700 mq/l-dir. Sulardakı kation, anion və dissosiasiya olunmayan molekulların 1 litrdəki miqdarları cədvəl 4.14- də verilmişdir. Cədvəl 4.14- dən görünür ki, Badamlı mineral su mənbəyi quyularının sularının komponent tərkibi onun minerallaşma dərəcəsinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Ərazinin müalicəvi suyu sayılan Badamlı mineral su bulaqları yerli sakinlərə çox qədimdən məlum idi. Onun sirli təsiri və içməli su kimi istifadəsinin şöhrəti nəsil-dən-nəslə keçmiş, istifadə miqyası ildən-ilə artmışdır.

Keçən əsrin əvvəllərində rus balneoloqu A.N.Qavrilov Badamlı su mənbəyinə gəlmiş və onu “təbiətin möcüzəsi” adlandırmışdır. Təbiətin bu sehrili suyu öz gücünə, təmizliyinə və təsirinə görə karbon qazına borcludur. Karbon qazı sayəsində suyun daxilə qəbulu insana gümrahlıq gətirir, enerjisini artırır, həyat fəaliyyətini yüksəldir. Badamlı mineral suyu yerin dərinliklərində yerin səthinə nisbətən daha yüksək miqdar karbon qazı saxlayır. Təzyiqin aşağı düşdüyü an suda həll olmuş elementlər bərk fazaya keçir, termodinamik baryerə uyğun yayılır. Bu proses karbon qazının təzyiqinin yuxarı olduğu zonalarda özünü daha çox büruzə verir. Sularda onun miqdarının yüksəlməsi kalsit və digər karbonatların asan həll olmasına şərait yaradır. Bu proses aşağıdakı tənliklə ifadə edilə bilər:



Bu vəziyyət yerin dərinliklərində suların yüksək təzyiqi, həm də karbon qazının topladığı yerin üst qatlarında gedən yuxarıdakı sistemə müvafiq proseslərlə əlaqədardır. Termodinamik baryerdə kalsit və digər karbonatların sudan çökməsi nəticəsində reaksiya əks tərəfə meyl edir, karbon qazı atmosfərə çıxır.



Bu baryerə uyğun olaraq Badamlı mineral su quyularının çıxışında karbon qazının miqdarı artır, suyun təmizliyi və müalicəvi effekti yüksəlir. Oxşar mexanizmin geokimyəvi mahiyyəti sərbəst karbon qazına malik digər sularda da eynidir [28].

Akademik A.B.Siderenko “Yeraltı suların qazlı nəfəsi”nin onların sirlərinin açarı olduğunu göstərir və bunu bütün geoloji dövrlərdə mineral suların qaz miqrasiyasının özünəməxsusluğu ilə əlaqələndirir. Nəticədə əksər mineral sularda olduğu kimi “Badamlı” mineral suyunun da yol göstərən peykinin karbon qazı olduğu müəyyən edilmişdir. *Sirab mineral su yatağı* - Babək rayonu ərazisində Naxçıvan şəhərinin 5 km şimal-şərqində, Sirab kəndindən 3 km şimalda, dəniz səviyyəsindən 1100 m hündürlükdə yerləşir. Yüz illərin tarixləşən yaddaşından qopub gələn “Sirab” sözü “sirli su” deməkdir. Kütandağ ərazisidir. 23 müalicə su bulağından 14-nün yer səthinə təbii çıxışı var, 9-u isə buruq quyuları vasitəsi ilə aşkar edilmişdir. Qələvili hidrokarbonatlı suların daxilində kalsium-maqnezium təzahürləri mövcuddur. Maqneziumun bu tip sularda miqdarı kalsiuma nisbətən az olur.

Cədvəl 4.14. Badamlı mineral suyununun 1 litrində komponentlərin miqdarı

Badamlı -4		Badamlı -5				
Kationlar	1 litr suda miqdarı		Kationlar	1 litr suda miqdarı		
	mq	mq - ekv	ekv %	mq	mq-ekv	ekv %
(Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> )	1002	43,56	58,75	154,1	6,7	58,3
Ca <sup>2+</sup>	3730	18,80	28,35	80,2	4,0	34,8
Mg <sup>2+</sup>	1301	10,70	14,42	9,2	0,8	6,9
Fe <sup>2+</sup>	175	0,63	0,85			
Cəmi	1534	74,18	100,00	244,0	11,5	100,00



Şəkil 4.12. Şüşə və polietilen butulkaların qablaşdırılması

Cədvəl 4.15. Sirab mineral suyunun kimyəvi xarakteristikası

Sulu horizont	Kateqoriya		Suyun kimyəvi tərkibi və minerallaşma dərəcəsi, q/l	Karbon qazının miqdarı q/l	Quyunun nömrəsi	İstismar olunan interval, m
	B m <sup>3</sup> /sut	C m <sup>3</sup> /sut				
Gilli qum daşı	178	-	Hidrokarbonatlı-kalsiumlu və natriumlu kalsiumlu 5,5 - 6,5	0,9 - 1,2	8	450 - 455
					10	304 - 400
Gilli qum daşı	95	-	Hidrokarbonatlı-xlorlu-natriumlu 23 - 24	0,9 - 1,3	10	1075 - 1080
Alevrolitli-gilli	548	-	Hidrokarbonatlı kalsiumlu-natriumlu 2,6 - 3,0	1,0 - 1,5	9	132 - 225
					12	145 - 150
						180 - 210

Cədvəl 4.15- dən göründüyü kimi, Sirab mineral su yatağının duz tərkibinin formalaşmasında əsas rolunu  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ionları oynayır. I tip su 9 və 12 sayılı quyularda alevrolitli, çatlı və gilli

süxurlardan alınmış, dolomitli, “Narzan” tipli suyun analoqudur, balneoloji və kimyəvi xarakteristikası cədvəl 4.16-da verilmişdir.

Təbii sulara kalsiumun iştirakı onun Yer qabığında geniş yayılması ilə əlaqədardır. Ərazinin kalsiumlu-natriumlu və kalsiumlu-maqneziumlu-natriumlu mineral sularının kimyəvi tərkibi kalsium və maqnezium saxlayan alümosilikat məhsullarının aşınması və yuyulub həll olması və karbonatlı süxurlardakı dolomitin və mergelin həll olması ilə bağlıdır.

8 saylı quyuyu vasitəsilə mineral sular iki horizontalda açılmışdır (225 və 445 m). Quyunun 445-450m dərinliyindən mineral su fontan vurmuşdur (şəkil 4.15). 8 saylı quyuda 531 m dərinlikdən alınan II tip su kimyəvi tərkibi hidrokarbonatlı– xlorlu natriumlu olub, “Borjomi” tipli suya yaxındır. III tip su 10 saylı quyuda 1075 –1080 m dərinlikdən alınır, kimyəvi tərkibinə görə hidrokarbonatlı – xlorlu natriumlu olub, Saxalindəki Sineqorsk və Culfadakı Darıdağ tipli sulara uyğun gəlir. Ərazinin demək olar ki, bütün sularında hidrokarbonat ionları üstünlük təşkil edir, bu minerallaşma dərəcəsi aşağı olan sular üçün xarakterikdir. Müəyyən edilmişdir ki, minerallaşma dərəcəsinin artması ilə əlaqədar olaraq hidrokarbonat ionu öz yerini xlor ionuna verir. Bəzi hallarda bu suların anion tərkibi sulfat ionları ilə zənginləşir. Sirab mineral sularının eyni ərazinin çöküntülərindən formalaşmalarına baxmayaraq, yer səthinə qalxana qədər ilkin tərkibləri tamamilə dəyişilir. Kəlbəəğil dərəsindəki 15 saylı bulaqlara aid 9 və 12 saylı quyuların suyunda maqnezium yoxdur. Quyuların debiti aşağıdır. Maraqlı bir fakt dərinliyin müxtəlif qiymətlərində qeydə alınmışdır. 10 saylı quyuyu gilli- qumdaşlı horizontu 254 m dərinlikdə müəyyən edilmişdir. Suyun debiti 114-150 m<sup>3</sup>/gün, temperaturu 28-30<sup>0</sup>C olmuşdur.

Cədvəl 4.16. Açma dərinliyindən asılı olan Sirab mineral suyunun xarakteristikası

Açma dərinliyi, m	Debit, m <sup>3</sup> /sutka	Təzyiq, atm	Temperatur, <sup>0</sup> C	Kimyəvi tərkibin düsturu
254	114	6,0	28	CO <sub>2</sub> 0,95 M 23 $\frac{Cl\ 58\ HCO_3\ 41}{(Na+K)93}$
400	130	6,5	29	CO <sub>2</sub> 1,1 M 25 $\frac{Cl\ 55\ HCO_3\ 44}{(Na+K)94}$
1080	150	6,7	30	CO <sub>2</sub> 1,2 M 29 $\frac{Cl\ 50\ HCO_3\ 49}{(Na+K)80\ Ca\ 16}$

Yatağın hidrogeoloji kəsilişində mineral suların kimyəvi zonallığı öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, dərinlik artdıqca suların minerallama

dərəcəsi artır. Müxtəlif dərinliklərdə mineral suların kimyəvi zonallığının öyrənilməsi yataqların daha səmərəli istifadəsinə zəmin yaradır.

“Sirab” mineral su yatağının müalicəvi-İçməli (süfrə suyu kimi) və balneoloji (tibbi) məqsədlər üçün istismar ehtiyatı 1966–cı ildə 1053 m<sup>3</sup>/sut. müəyyən edilmişdir. 1950–ci ildən fəaliyyət göstərən Sirab mineral sudoldurma sexi (ildə 1200 şüşə) sürətlə inkişaf etmiş, illik gücü 10 milyon şüşə olan müasir zavod 1968 –ci ildən fəaliyyətə başlamışdır. 1987-ci ildə gücü



*Şəkil 4.13. Yeni avtomat sudoldurma xətti*

saatda 24 min şüşə olan yeni avtomat sudoldurma xətti quraşdırılıb istismara verilmişdir (şəkil 4.16). Zavodda texniki cəhətdən köhnəlmiş avadanlıqlar yeniləri ilə əvəz edilmişdir. 1979–cu ildə “Sirab” su anbarı yaxınlığında 300 yerlik sanatoriya kompleksi tikilmişdir “Sirab” mineral suyu həm süfrə, həm müalicəvi məqsədlər üçün: mədə-bağıracaq, qaraciyər və s. xəstəliklərin müalicəsində istifadə olunur. Sirab mineral suyunun tədqiqi onun həm içmək, həm də müalicəvi məqsədlər üçün yararlı olduğunu təsdiq edir. III tip–10 Nəli quyunun balneoloji tərkibində müəyyən miqdar arsenin olması onun Culfa rayonu ərazisindəki “Darıdağ” tipli sulara uyğun gəldiyini göstərir. Ona görə də bu tip sudan həm də xarici orqanların müalicəsində istifadə edilir. Bioloji aktiv mikroelementlərdən arsen su müalicəsində xüsusi maraq doğurur ki, dəyişkən valentli arsenat/arsenit cütlüyünün oks./



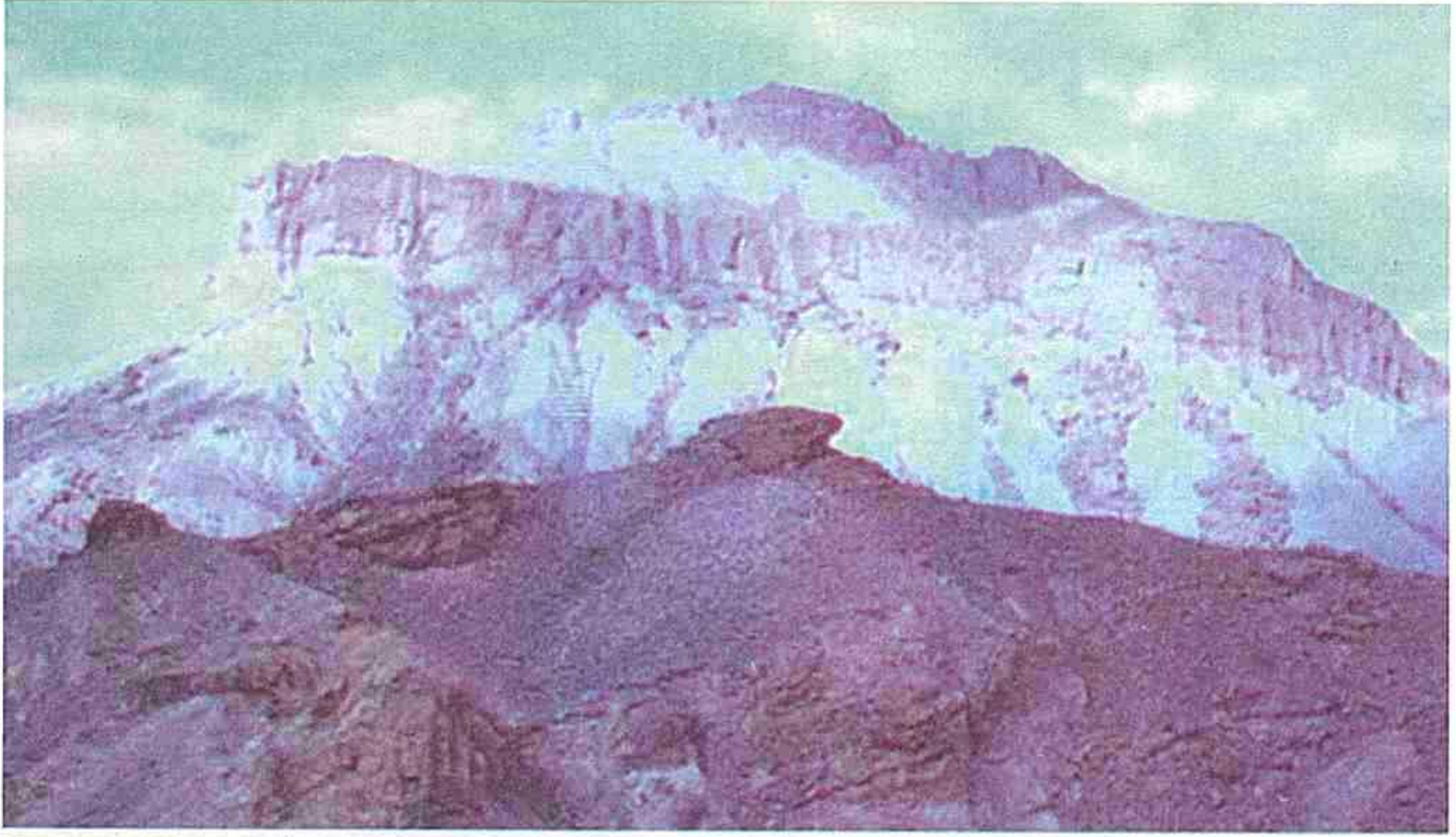
*Şəkil 4.14. 8 sayılı quyuda fontan*

red. potensialı 0,57 v-dur.

Ərazinin sularının kimyəvi analizi göstərir ki, Sirab mineral sularında arsen, yod, mis, sürmə, stronsium, bismut kimi mikroelementlər onun farmokoloji təsirini artırır. Qüvvətli mikrokomponent kimi arsen suyun balneoloji aktivliyini artırır, daxili xəstəliklərin müalicəsində istifadəsini təmin edir. Sadalanan mikrokomponentlərə malik karbon qazlı Sirab mineral suyu həzm yollarının iltihabı, xroniki gastrit, kolit, mədə və onikibarmaq bağırsağın yaraları, qara ciyər, öd kisəsi və digər xəstəliklərin müalicəsində effektiv təsir göstərir [29].

*Darıdağ termal suyu.* Darıdağ arsenli, karbon qazlı mineral su yatağı Culfa şəhərinin şimal-şərqində, ondan 8 km məsafədə yerləşir. Buranın sıldırım qayaları qeyri-adi forma alır, onların rəngləri, həmçinin mineral suların çıxışında travertin fiqurları qəribə bir mənşərə yaradır (şəkil 4.17). Darıdağ termal su yatağının adı ilə bağlı iki mülahizə irəli sürülür. Birinci mülahizəyə görə Darıdağ sönmüş vulkanının krater hissəsində çox qədim zamanlarda dəmyə olaraq darı əkilərmiş, dağın adı da elə buradan götürülmüşdür. İkinci mülahizə Darıdağ “darı” sözündən götürülmüş, mənası dərman deməkdir. Bu dağın sərvətləri olan sulardan müxtəlif xəstəliklərin müalicəsində, mərgümdən ziyanvericilərə qarşı mübarizədə, anti-monit mineralından boya kimi, dolomitdən gəc istehsalında istifadə olunur.

Darıdağ mineral su yatağı hidrogeoloji cəhətdən içməli suların deyil, mineral suların bolluğu ilə səciyyələnir. Mineral sular dərin tektonik qırılma boyu yaşlı alevrolit, mergel və qumdaşlarından sızılaraq, burada asan hərəkət edən arsen və bor minerallarının toplanması və formalaşması ilə səciyyələnir [30]. Darıdağ suyunun kimyəvi tərkibi, ayrı-ayrı komponentlərin mütənasiblik əmsalları, qaz tərkibi öyrənilmiş, tədqiqatlar nəticəsində mineral suyun hidrokarbonatlı-xlorlu, natriumlu olduğu müəyyən edilmişdir.



*Şəkil 4.15. Darıdağın ümumi mənzərəsi.*

Əsas kimyəvi komponentlərinə görə Darıdağ mineral suları karbon qazlı, arsenli, xlorlu, hidrokarbonatlı natriumludur, temperaturu  $40-53^{\circ}\text{C}$ -dir. Yatağın istismar ehtiyatı  $4197 \text{ m}^3/\text{sut}$ -dir. Darıdağ termal suyunun kimyəvi tərkibi cədvəl 4.17- də verilmişdir. Moskva Kurortologiya institutunun verdiyi məlumata əsasən vanna qəbulu şəklində Darıdağ suyu müxtəlif ürək-damar, oynaq, əsəb sistemi, dəri və bir çox xəstəliklərin müalicəsi zamanı istifadə olunur. Bu su Fransadakı Lya- Burbul, Polşadakı Kudovi, Saxalindəki Sineqorsk sularının analoqudur. Lakin suyun tərkibindəki mineral duzların miqdarına görə Darıdağ suyu öz analoqlarından üstündür.

Müəyyən edilmişdir ki, Darıdağ termal suyunda spontan karbon qazından əlavə, həll olmuş formada  $0,9 \text{ q/l}$  və  $5,3 \text{ q/l}$  əlaqələnməmiş karbon qazı mövcuddur. Termal suyun kompleks emalı prosesində bu formaların karbon qazı tam sərbəstləşir. Bu isə asan və səmərəli texnoloji emal yolu ilə



Cədvəl 4.17. Darıdağ termal suyunun kimyəvi tərkibi

Kationlar	1 litr suda miqdarı		
	mq	mq-ekv	Ekv %
(Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> )	6994	30,42	94,67
Ca <sup>2+</sup>	137	6,85	2,13
Mg <sup>2+</sup>	125	10,29	3,20
Cəmi	7256	321,3	100,00
Anionlar	1 litr suda miqdarı		
	mq	mq-ekv	Ekv %
Cl <sup>-</sup>	7467	210,60	65,53
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	814	16,96	5,23
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5724	93,80	29,19
Cəmi	14000	321,3	100,00
Sərbəst karbon qazı - 0,91 q/l			
Silikat turşusu - 0,080 q/l			
180 <sup>0</sup> C-də quru qalıq - 18,54			

Darıdağ termal suyundan külli miqdarda karbon qazının alınmasına şərait yaradır. Hesablamalar göstərir ki, karbon qazının mineral və termal sulardan alınması ucuz və sərfəlidir. Bu səbəbdən 1979–80–ci illərdə karbon qazı istehsal edən sex istifadəyə verilmiş, hazırda Darıdağ mineral su bazası əsasında müasir tələblərə cavab verən karbon qazı zavodu fəaliyyət göstərir (şəkil 4.18). 1978–ci ildə mineral su yatağı əsasında Darıdağ balneoloji müalicəxanası yaradılmışdır (şəkil 4.19). Sevindirici haldır ki, ana təbiət yerin dərin qatlarından süxur və minerlların müalicəvi gücünü özündə birləşdirərək dağlarımızın ətəklərindən sızıb gələn mineral suların bütöv bir dəstini muxtar respublikamıza bəxş etmişdir.

Keçən əsrin 50–ci illərində rus alim, mühəndis və balneoloqları Darıdağ mineral suyu ilə maraqlanmış, onun kimyəvi və balneoloji tərkibi öyrənilmişdir. Darıdağ suyunun quru qalığı alınmış və bir sıra xəstəliklərin müalicəsində müvəffəqiyyətlə istifadə olunur. Darıdağ mineral sularından Orqanizmdə mineral suyun dəridə azacıq qızartı əmələ gətirməsi və qıcıqlandırması orqanizmin isti suyun tərkibindəki qazların və mikrokomponentlərin təsirinə cavab reaksiyası ilə izah edilir. Bu zaman insan bədənində olan əzələlər genişləndiyindən orqanizmə oksigen və qan asan daxil olur, bu isə qan dövranının yaxşılaşmasına zəmin yaradır [31]. Darıdağ suyu bir sıra daxili xəstəliklərin müalicəsinə müsbət təsir göstərir. Balneoloqlar müəyyən etmişlər ki, Darıdağ suyunun tərkibinə daxil olan üçvalentli arsen



*Şəkil 4.16. Karbon qazı zavodu*



*Şəkil 4.17. Darıdağ Arsenli Su Müalicəxanası*

quru qalıqın alınması, suların buxarlanması, soyudulması, qazla işlənməsi və qurudulması yolu ilə əldə olunur. Kurortologiya və fiziki üsullarla müalicə institutunda Darıdağ mineral sularının quru qalıqı ilə aparılan müalicə üsulları müsbət effekt vermişdir. Darıdağ mineral suyu bir s

bioloji aktivdir. İnsanlarda əsəb xəstəlikləri zamanı əzələlərlə birlikdə bioloji aktiv arsenə böyük ehtiyac duyulur. Bu xəstəlikdən əziyyət çəkənlər Darıdağ suyu vannaları qəbul etməlidirlər. Bundan əlavə oynaq və dəri xəstəliklərində meydana çıxan daxili tarazlığın pozulduğu hallarda Darıdağ mineral suyu effektiv təsir göstərir. İnsan bədənini üçün lazım olan natrium, xlor, karbon qazı, bor və digər komponentlər Darıdağ mineral suyu vasitəsi ilə ona verilir, bu isə suyun nə qədər böyük əhəmiyyət daşdığını göstərir. Darıdağ termal suyunda arsenin məhlulda vəziyyəti mühitin oksidləşmə - reaksiya şəraitindən və mühitdə hidrogen ionlarının qatılığından asılıdır [4].

Təcrübi yolla müəyyən edilmişdir ki, Darıdağ termal suyu yerin səthinə çıxdığı anda arsen üçvalentli anion-arsenit ionları şəklində olur. Müəyyən müddətdən sonra üçvalentli arsen tədricən beşvalentli arsenə oksidləşir. Bu proses 7 gün ərzində başa çatır. Bu mühitin reduksiyaedicidən oksidləşdiriciyə keçməsi ilə müşayiət olunur. Nəticədə həm havanın oksigeni, həm də üçvalentli dəmirin hesabına  $As^{3+} \rightarrow As^{5+}$  oksidləşməsi baş verir [5]. Darıdağ suyunda arsen yarımqrupunun digər elementləri stibium və bismutun miqdarı arsenə fərqli olaraq cüzdür [6,7]. Darıdağ tipli termal sularda arsen yarımqrupu elementlərinin miqdarı cədvəl 4.8-də verilmişdir.

Cədvəl 4.18. Darıdağ tipli termal sularda arsen yarımqrupu elementlərinin miqdarı

1 l suda kationların miqdarı, mq/l	Darıdağ termal suyu	Lya-Burbul qələvili termal suyu	Dyur Kqeyin termal suyu	Kudovi termal suyu
Arsen	22	4,5	8,4 – 14,4	2,8
Sürmə	0,008	0,001	0,0035	0,0052
Bismut	0,009	0,005	-	0,0065

Cədvəldən göründüyü kimi Darıdağ termal suyunun analoqlarında arsenin miqdarı az olsa da bu suların hər biri duzlu-qələvili sular qrupuna aid edilir. Duz tərkibinin zənginliyi və arsen yarımqrupu elementlərinin miqdarına görə bu su analoqları ilə müqayisədə üstün mövqeyə malikdir.

*Əshabi-kəhf mineral su yatağı.* Bu yataq Naxçıvan şəhərindən 17 km məsafədə, Qahab kəndinin 6 km cənub-şərqində, Əshabi-kəhf dağının ətəyində mənzərəli ərazidə yerləşir. Əshabi-kəhf mineral suları karbon qazlı, hidrokarbonatlı, xlorlu, natriumlu-kalsiumludur. Bəzi suların tərkibindəki mikroelementlər onların müalicəvi xassələrini müəyyən edir. Bu bioloji aktiv mikroelementlərə yod, brom, fülör, arsen, litium, dəmir, manqan və

radioaktiv elementlərdən uran, radon və s. daxildir. Əshabi-kəhf mineral su yatağı mikrokomponentlərdən–radonla zəngindir. İsti sular tipinə aid olan Əshabi-kəhf mineral suyu Rusiyanın məşhur Pyatiqorsk radonlu suyunun analoqudur. Radonlu su bulaqlarından Pyatiqorskdan əlavə Tsxaltubo, Altay vilayətinin Belokurixa sanatoriyalarında müalicə məqsədləri ilə istifadə olunur. Azərbaycanda yalnız muxtar respublikanın Babək rayonunda radonlu müalicə bulaqları aşkar edilmişdir.

Əshabi-kəhf mineral suyu radonun varlığına görə unikal, mürəkkəb tipli radioaktiv sular qrupuna aiddir. Radonun miqdarı parçalanmanın qaz halındakı məhsulu ilə əlaqədardır. Radonlu sular adətən maqmatik qranit süxurlara uyğunlaşaraq ilk mərhələdə radiuma malik olur. Qranitlər digər maqmatik və çöküntü süxurlarına nisbətən iki-üç dəfə artıq radioaktiv elementlər saxlayır. Bu səbəbdən radioaktiv radonlu sular elə ərazilərdə rast gəlir ki, bu ərazilərdə qranit massivlər və onların parçalanma məhsulları aqressiv məhlulların, xüsusən də karbon qazlı hidrotermlərin uzun müddətli təsirinə məruz qalırlar. Görünür ki, Əshabi - kəhf radonlu mineral suyu da belə əmələ gəlmişdir. Güclü radioaktiv şüalanma ölümə səbəb olsa da, radonun cüzi miqdarı müxtəlif xəstəliklər üçün çox müsbət müalicəvi effekt



Şəkil 4.18. Əshabi-kəhf mineral su bulağı

verir. Yerin dərin qatlarından axıb gələn bu suların daxilində də mütəmadi kimyəvi reaksiyalar baş verir. Bu reaksiya məhsulları içərisində cüzi radioaktivlik varsa o, əsəb və qıcıq yaradan proseslərin tarazlığını bərpa etmək və orqanizminin sakitləşməsi üçün sərf olunur. Nəticədə Əshabi-kəhf suyu sinir və ürək-damar sistemi xəstəliklərinin müalicəsində istifadə edilir. Eyni xassəyə Culfa rayonu ərazisində yerləşən Dərəlik mineral su bulağı da malikdir. Dərəlik mineral su bulağı radioaktiv sular tipinə aiddir. Balneoloji tərkibinə görə Dərəlik mineral suyu radonlu, karbon qazlı, hidrokarbonatlı–natriumlu–kalsiumlu–maqneziumludur. Şimali Qafqazdakı “Pyatiqorsk” suyunun analoqudur. Balneoterapiyada müvəffəqiyyətlə işlədilən digər sular kimi, Dərəlik mineral suyu da sinir, ürək–damar sistemi, revmatizm və dəri xəstəliklərində böyük müalicəvi təsirə malikdir.

*Vayxır mineral su yatağı.* Babək rayonu ərazisində Vayxır kəndinin şimal qərbində, dəniz səviyyəsindən 1100 m hündürlükdə yerləşir. Sarıdağın sıldırım qayalarında təbii faktorların vulkanik fəaliyyəti və aşınmaların təsirindən tektonik qırılma xətləri vasitəsi ilə yer səthinə çıxmışdır. Bu yataq bir neçə bulaqdan ibarətdir. Mərkəzi hissədəki quyularda iki tip su mövcuddur. Birinci tipə 1, 2 və 12 saylı quyuların suyu, ikinci tipə 7 saylı quyunun suyu aiddir. Birinci tip sular orta dərəcədə minerallaşmış, karbon qazlı, hidrokarbonatlı–xlorlu – natriumlu – kalsiumludur. 12 saylı quyunun suyu bu sulardan kəskin fərqlənir, ion tərkibinə görə xlor ionlarının miqdarı xeyli artıqdır. Bu sular “Yessentuki” mineral suyunun analoqudur. II tip sular (7 saylı quyuyu) karbon qazlı, hidrokarbonatlı, kalsiumlu–natriumludur. Bu su az minerallaşmış olduğundan daxilə qəbulu gümrahlıq, enerji verir, xoş tamı insana rahatlıq gətirir. Karbon qazlı mineral sularda suyun temperaturu bir qədər yüksəldikdə onun qaynaması, təzyiqinin düşməsi, azacıq çöküntünün yaranması baş verir. Vayxır suyunun osmotik təzyiqi qan plazmasının qatılığına yaxın olduğundan qan dövranının tənzimlənməsində istifadə edilir. Nişanlanmış atomlarla aparılan təcrübələr mineral su daxilə qəbul edildiyi zaman faydalı atomların orqanizmə keçməsinə təsdiq edir. Bu zaman mineral (müalicəvi) atomlar orqanizmdə bir çox fermentlərlə qarşılıqlı təsirdə olaraq həyat fəaliyyəti proseslərinin sürətini dəyişdirir, qan dövranını tənzimləyir. Vayxır mineral suyunun tərkibində əsas ionlardan əlavə arsen, brom və yodun varlığı müəyyən edilmişdir. Birinci müalicə su bulağı Naxçıvan çayının sol sahilində Vayxır kəndindən 1,5 km şimaldadır. Qismən “Borjomi” və “Yessentuki” suları ilə oxşarlığı var. İkinci bulaq buna yaxın yerləşməsinə baxmayaraq, minerallaşması iki dəfə az, temperaturu aşağı, pH-ı sabitdir. 1 saylı bulaq və ona qonşu sularda dəmir, flüor, brom, yod, arsen və s. mikrokomponentlər müəyyən edilmişdir. 7 saylı quyunun

ion tərkibinə nəzər saldıqda görünür ki, bu suda  $\text{Cl}^-$  cüzidir, qələvi metalları isə kalsium əvəz edir. Bu, suların müxtəlif tərkibli süxurlarla səthə qalxması ilə bağlıdır. Sulu dərənin sağ yamacında, 8 saylı quyunun sularında maqnezium kalsiumu, sulfat ionları isə xlor ionlarını əvəz edir:

$$\text{CO}_2 \ 1,2 \ M_{2,4} \frac{\text{HCO}_3^- \ 57 \ \text{SO}_4^{2-} \ 25}{(\text{Na}+\text{K})^+ \ 57 \ \text{Mg}^{2+} \ 22 \ \text{Ca}^{2+} \ 21} \ T \ 19 \ \text{pH} \ 6,2$$

Vayxır sularının mikrokomponent tərkibinə mq/l hesabı ilə mis-0,0009, sink-0,007, bor-30 daxildir. Dövri cədvəldə karbonla yanaşı duran bor elementi müəyyən kristallokimyəvi qanunauyğunluqla maqnezium və natriumla birgə yerləşir. Yer qabığında bor kifayət qədər böyük miqdarda olmasına baxmayaraq, Kiçik Qafqazda bu element çox cüzi miqdardadır. Azərbaycanda bora yalnız Naxçıvan Muxtar Respublikasında Darıdağ və Vayxır sularında rast gəlinir [8]. Əvvəllər sənaye və kənd təsərrüfatı üçün borun əhəmiyyəti müəyyənləşdirilməsə də, son onilliklərdə bu element vacib əhəmiyyət qazandı. Həm elementin özü, həm də onun çoxsaylı birləşmələri atom və raket texnikası, metallurgiya, metal emalı, kimya sənayesi və digər sahələrə lazım oldu. Hazırda bor və onun birləşmələri ilə onlarla elmi laboratoriyalar məşğul olur. Canlı orqanizmlər üçün bor həyati vacib elementdir. Manqan, mis, molibden və sinklə birlikdə o, ən vacib beş mikroelementlər siyahısına daxildir. Torpaqda bor kifayət qədər olmadıqda bir sıra bitkilərin məhsuldarlığı hiss ediləcək dərəcədə azalır. Bor bitkilərdə karbohidrat və zülal mübadiləsinə təsir göztərir. Bitki növlərinin məhsulu ilə birlikdə hər hektar torpaqdan ildə təxminən 10 qram bor azalır. Bu elementi xüsusilə fəal şəkildə kökümeyvəlilər və yem otları sorub aparır. Bu təbii azalmanın qarşısı torpağa davamlı bor gübrələri verilməklə doldurulmalıdır.

Cədvəl 4.19. Vayxır mineral su yatağının I və II tip sularının kimyəvi tərkibi

I tip Vayxır suyu			II tip Vayxır suyu		
1 litr suda miqdarı			1 litr suda miqdarı		
kationlar	mq	mq- ekv	kationlar	mq	mq - ekv
( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ )	650	51,2	( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ )	390	16,95
$\text{Ca}^{2+}$	230	15,5	$\text{Ca}^{2+}$	440	5,5
$\text{Mg}^{2+}$	120	0,65	$\text{Mg}^{2+}$	170	3,54
Anionlar					
$\text{HCO}_3^-$	490	35	$\text{HCO}_3^-$	790	12,95
$\text{Cl}^-$	1410	12,5	$\text{Cl}^-$	1130	31,83
$\text{SO}_4^{2-}$	90	0,02	$\text{SO}_4^{2-}$	180	1,88
Sərbəst $\text{CO}_2$	130		Sərbəst $\text{CO}_2$	130	
Bor - 30 mq/l			Bor- 26,5 mq/l		

Bu səbəbdən Vayxırın təbii borlu suları ətraf ərazilərin zəmilərinin məhsuldarlığını artırır, bitkilərin inkişafını və boy atmasını sürətləndirir. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, borun artıq miqdarı da xoşagəlməz fəsadlar törədə bilər. Cədvəldə borun miqdarını göstərən rəqəmlər Vayxır mineral suyunun müalicəvi təsirindən xəbər verir. Vayxırın borlu sularından antiseptik maddə kimi boğaz yollarının qarqarasında istifadə etmək olar. Vayxır mineral suyu həmçinin qara ciyər, mədə -bağırsağ, öd kisəsi yollarının iltihabı, xroniki gastrit və kolit xəstəliklərinin müalicəsində yaxşı nəticələr verir. 1985–ci ildə Naxçıvan şəhərində illik hasilat gücü 200 milyon şüşə olan sudoldurma zavodu tikilmiş, Vayxır–Naxçıvan mineral su kəməri istifadəyə verilmişdir.

1987–ci ildə Vayxır mineral suyunun illik debiti 32000 min şüşə olmuşdur. Bu unikal mineral suyun müalicəvi dəyəri çox böyük olduğundan onun illik istehsal gücü artırılmışdır.

*Nəhəcir mineral suyu*–Naxçıvan şəhərindən 17 km aralı, Culfa rayonunun Nəhəcir kəndi yaxınlığında, dəniz səviyyəsindən 1700 metr hündürlükdə yerləşir. Az minerallaşmış su hidrokarbonatlı, xlorlu, natriumludur. Kimyəvi tərkibinə görə “Yessentuki” tiplidir. Culfa rayonu ərazisində mineral su bulaqları içərisində Nəhəcir mineral suyu öz kimyəvi xüsusiyyətləri ilə seçilir. Səkkiz bulaqdan ibarət Nəhəcir mineral suyu süfrə suyu kimi istifadə edilə bilər. Bu suların hamısında xlor olduğundan, sularda ona yaxın element olan brom və flüora da təsadüf edilir. Bu da öz növbəsində Nəhəcir mineral suyunun müalicəvi xüsusiyyətlərini artırır. Nəhəcir mineral suyundan dişlərin mina qatının möhkəmləndirilməsində, sinir və əsəb xəstəliklərində müvəffəqiyyətlə istifadə edilə bilər. Təxminən eyni tərkibli Teyvaz, Saldaş və Kələkömür mineral suları da süfrə suları kimi xarakterikdir. Teyvaz bulaqları bu sular içərisində ən çox karbon qazına malikdir. Kiçik molekul və karbonat turşusunun kiçicik qəlpəsi olmasına baxmayaraq biokimyəvi reaksiyalarda karbon qazı əhəmiyyətli rola malikdir. O, biokimyəvi çevrilmələrdə bəzən metabolik dəyirman rolunu oynayır. Onda canlı orqanizmin üzvi maddələrinin enerjisini alaraq, onları üyütmək qabiliyyəti çox böyükdür. İlk baxışda karbon qazı canlı orqanizmə lazım deyil. Günəş şüalarının köməyi ilə onlar su molekulunu parçalayır, mərhələli reaksiya nəticəsində isti hidrogeni ayırır, karbon qazından enerji ilə dolu yeni üzvi maddələr əmələ gətirir. Teyvaz suyunda karbon qazının bolluğu onun daxilə qəbulu üçün əlverişli şərait yaradır. Ərazinin mineral sularından mədə-bağırsağ xəstəliklərində müalicəvi vasitə kimi istifadə olunur.

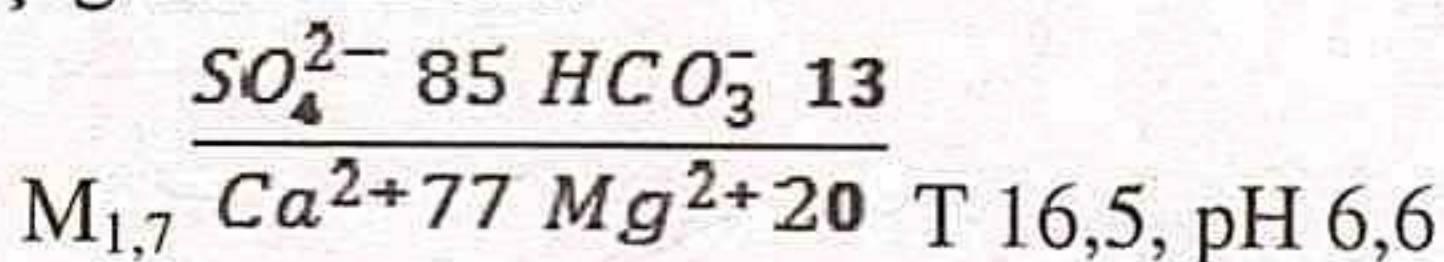
*Ləkətağ mineral suyu* Culfa rayonu ərazisində, dəniz səviyyəsindən 2350 metr hündürlükdə yerləşir. Mineral su yatağı bir - birinin yaxınlığında yerləşən beş bulaqdan ibarətdir. Karbon qazlı, zəif minerallaşmış su hidrokar-

bonatlı–kalsiumlu– maqneziumludur. Ləkətağ mineral suyu bir qədər cod olsa da içmək üçün yararlıdır. Qayaların aşınması nəticəsində yaranan çatlardan sı- zaraq yer səthinə çıxır. Gün ərzində debiti 400 kub metrdir. Suyu soyuq və tamlıdır. Suyun sərçəşməsindən karbon qazı ayrılır. Gün ərzində ixracı 40000 litrdir. Balneoloji tərkibi və minerallaşma dərəcəsi öyrənilmiş və müəyyən edil- mişdir ki, bu sular həm müalicəvi, həm də içmək üçün istifadə edilə bilər. Araş- dırmalar göstərir ki, Ca+Mg qruplaşması alevrolit, qumluq və daş duzun malik olduğu ərazilərdə termal şorabalardan süxurlara süzülməklə ortaya çıxır. Suyun müalicəvi xassələrini müəyyənləşdirən cütlüyün hidrokarbonatlarla birlikdə toplusu müsbət effekt verir. Ləkətağ mineral suyu da bu baxımdan balneoloji və hidroloji əhəmiyyət daşıyır.

*Qazançı mineral su bulağı.* Culfa rayonunun Qazançı kəndindən 2,5 km cənub-şərqdədir. Əlincə çayının Daş arası dərəsi ilə kəsişdiyi yamacda qabaq- qabağa iki bulaq yerləşir. Bulaqlar dansit tərkibli maqmatik kütlələrin təmasın- dan süzülüb çıxır. Daşların üzərində dəmir hidroksidi və sulfat duzları çökdü- yündən bulağın suyu qırmızımtıl sarı rəngə meyl edir. Hər iki bulağın kimyəvi tərkibi demək olar ki, eynidir, lakin ikinci bulağın suyunda karbon qazı möv- cuddur. Bu bulaqların suyunda dəmir vardır. Birinci bulağın suyunda dəmirin miqdarı 31 mq/l, ikinci bulağın suyunda isə 33 mq/l - dir. Buna görə Qazançı mineral suyu qan azlığı xəstəliyində effektiv təsir göstərir.

Əlincə çayının yuxarı hövzəsində, Nevi adlanan yamacda iki mineral su bulağı təzahür edir. Hər iki bulağın suyu Nevi yamacının aliqoritli gilli çökün- tülərindən çıxır, sərçəşməsində karbon qazı ayrılır. Axın boyu çöküntülərdə də- mir hidroksidlərinin qəhvəyi qonuru örtükləri nəzərə çarpır. Bulaq suyu soyuq və nisbətən turş tamlıdır. Əlincə çayının yuxarı hövzəsində, Nevi dərəsinin üst hissəsində qalınlıqları təxminən 5 m olan travertin örtüklərinə rast gəlinir. Bu da bulaqların uzun geoloji dövrlər ərzində fəaliyyətdə olduğunu təsdiq edir.

*Parağa mineral su bulağı* Parağa mis-molibden-qızıl yatağı ərazisində yerləşir. Parağa mineral su bulağı Ordubad yaylasının cənub-şərq hissəsində silisium oksiddən ibarət törəmə kvarsitlərdən təzahür edir. Yatağın filiz mine- ralları mis və molibdenin sulfidlərindən təşkil olunduğundan suların tərkibində bu mikroelementlərin izləri tapılmışdır. Bu isə suların təzahür etdikləri filizlərin altında qızıl daşıyan mis-molibden damarlarının varlığından xəbər verir. Suların tərkibində külli miqdarda sulfat ionlarının olması bu suları kalsium sulfatlı hidrokarbonatlı sular tipinə aid edir. Parağa mineral suyunun birinci bulağının balneoloji tərkibi aşağıdakı kimidir:



Parağa çayının hövzəsindəki ikinci mineral su bulağı əvvəlki sulardan kəskin fərqlənir. Bulaqda karbon qazının çıxması müşahidə olunur. Bu bula-



ğın suyu qələvili-hidrokarbonatlı olub “Borjomi” tipinin analoqu hesab edilir. Bu sular içmək üçün tam yararlıdır və balneoloji tərkibinə görə mədə-bağirsaq xəstəliklərinin müalicəsində istifadə edilə bilər.

Beləliklə, yeraltı süxurların bütün müsbət keyfiyyətlərini özü ilə yer səthinə çıxaran və səxavətlə bizim ixtiyarımıza verən mineral sular ana təbiətin yaratdığı şah əsərlərdəndir. Təbiət bu zəngin təbii sərvətinin böyük bir qismini bizim diyara bəxş etmişdir. İonların sirli birləşməsindən əmələ gələn və onlarla dərman preparatlarını əvəz edən şəfalı mineral sulardan daha səmərəli istifadə etmək lazımdır.

Ayaqlarımız altında yeraltı suların nəhəng qaynar okeanı dalğalanır. Biz gəmilərlə onun limanlarını fəth etmək imkanlarından çox uzağıq. Amma bu sirli okeanın yer səthinə çıxan mineral suları insanları müalicə etməklə bərabər, həm də onlara geotermal enerji bəxş etmək iqtidarındadır. Bu sular həmçinin bir sıra faydalı komponentlər üçün xammal mənbəyidir. Bu gün isə Yerin dərinliklərində qaynayan, bizlərə gümrahlıq, sağlamlıq, enerji və bir çox qiymətli komponentlər bəxş edən bu qaynar okeana səyahət davam edir...

## V FƏSİL

### NAXÇIVAN MUXTAR RESPUBLİKASININ YERÜSTÜ SULARI

#### 1. Çaylar haqqında ümumi məlumat

Hidroloji tsiklin əsas tərkib hissəsi olan çaylar, müəyyən ölçülərə malik, mənbəyindən mənsəbinə qədər sabit su axınlarıdır. Çaylarda su müəyyən sahələrdə atmosfer yağıntıları nəticəsində əmələgələn səth laylarında toplanır. Bundan əlavə çayların qidalanma mənbəyi yeraltı su ehtiyatları, rütubət, buzlaqların ərimə prosesləri və qar örtüyü də ola bilər [133,134].

Hər bir çay uzunluğu, eni, hövzəsinin sahəsi, dərinliyi, meyilliliyi, axın sürəti, su sərfi, suyunun kimyəvi tərkibi və s. ilə səciyyələnir. Bütün bu amillər çayların təsnifatının formalaşmasına səbəb olur [32]. Çayların təsnifatı ölçülərinə, topoqrafik vəziyyətinə, kimyəvi və hidrobioloji tərkibinə, çay qollarının şəbəkəsinin quruluşuna görə müəyyənləşir. Çaylar başlanğıcına-mənbəyinə və dənizə, gölə töküldüyü və ya digər çaylarla birləşdiyi yerə-mənsəbinə görə fərqlənir. Bilavasitə okeana, dənizə, gölə tökülən, yaxud qumluq və bataqlıqlarda itənlər əsas çaylar adlanır. Bu çaylara tökülən və birləşənlər isə çay qolları adlanır. Əsas çaylar qolları ilə birlikdə sıxlığı ilə xarakterizə olunan çay sistemi əmələ gətirir.

Mənbəyinin sahəsi yer qabığının üst qatları ilə birlikdə çay sistemi və digər çay sistemlərindən ayrılan suayırıcı sistem çay hövzəsi yaradır. Çayın mənbə və mənsəbinin hündürlüyü arasındakı fərq tökülmə adlanır. Çayın tökülməsinin və ya onun ayrı-ayrı hissələrinin uzunluğuna olan nisbəti çayın meyilliliyidir, bu nisbət faizlə (%) ifadə olunur [33]. Yer kürəsi səthindəki çaylar qeyri-bərabər paylanmışlar. Ən sıx çay şəbəkəsi ekvatorial qurşaqda müşahidə olunur, burada dünyanın ən iri Amazonka və Konqo çayları axır.



Şəkil 5.1 Çay sistemi

Tropik qurşaqlarda da çay şəbəkəsinin sıxlığı yüksək olur, bu xüsusən dağlıq ərazilərə (Alp, Qafqaz və s.) aiddir. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, çayların təsnifatı çox əhatəli və rəngarəngdir.

Hövsəsinin sahəsi 50 000 km<sup>2</sup> olan düzənlik çayları böyük çaylar adlanır. Sututarının sahəsi 30 000 km<sup>2</sup> olan dağ çayları da bu qrupa daxildir. Adətən bu çayların eni bir neçə kilometrə çatır. Düzənlik çaylarının yatağı əyri - üyrü olur, bu çaylar daha dərin sahələrlə bərabər, bir qədər dayaz hissələrin olması ilə xarakterizə olunur. Orta çaylar hövsəsinin ümumi sahəsi 2000–30 000 km<sup>2</sup> olan, eyni hidroqrafik zonada yerləşən və bu zonanın hidroloji rejiminə məxsus düzənlik çaylarıdır. Kiçik çaylar eyni hidroqrafik zonada yerləşən və hövsəsinin ümumi sahəsi 2000 km<sup>2</sup>-dən yuxarı olmayan çaylardır. Hidroloji rejim yerli faktorların təsirindən bu zonanın çayları üçün səciyyəvi olmaya bilər.

Topoqrafik təsnifata görə mənsub olduqları ərazinin relyefindən asılı olaraq ərazidə dağ və düzənlik çayları müşahidə olunur. Bir çox çaylarda dağlıq və düzənlik sahələr bir-birinə qarışır. Dağ çayları böyük meyilliliyi, gur axımı ilə fərqlənir, dar dərə və vadilərlə axır, yuyub aparma proseslərinə malikdir. Düzənlik çaylar üçün girintili-çixıntılı və ya meandr (yer qatlarının yerdəyişməsi nəticəsində çay yatağında əmələ gələn əyrilik) xarakterikdir. Düzənlik çaylarında çay yatağının yuyulub aparılması və çöküntülərin akkumulyasiyası baş verir. Nəticədə çay yarıqları, aşırımları, çay mənşəblərində isə deltalar əmələ gəlir [34]. Bəzən çaylardan ayrılan qollar digər çaylara qarışır. Çaylar su dövrünün mühüm hissəsi olmaqla quruda şirin su ehtiyatlarını tənzimləyir və suları Dünya okeanına qaytarır [135]. Qədim zamanlardan çaylardan şirin su mənbəyi kimi istifadə edilirdi. Bundan əlavə çaylardan nəqliyyat, hidroenerji, balıqçılıq, suvarma, su təhcizatında geniş istifadə edilir.

Çaylar qoruyucu missiyaya malikdir, sərhəd zonalarında çaylardan bu məqsədlə geniş istifadə edilir, məsələn, Dunay çayı qədim Roma imperiyasının sərhəd dirəklərini əvəz edirdi. Bu gün də Dunay çayı Rumıniya ilə Bolqarıstanın çox böyük ərazilərində sərhədini təşkil edir. Araz çayı ölkəmizin Türkiyə, İran və Ermənistanla müəyyən sərhədini təmin edir. Araz çayının Axura qolu 600 km məsafədə Türkiyə və İranla dövlət sərhədini təşkil edir. Araz çayı boyunca Naxçıvan Muxtar Respublikası ilə İran arasındakı sərhəd xəttinin uzunluğu 163 km, Türkiyə ilə 11 km- dir. Ən qədim çaylar Hindistan və Pakistanın şimal-qərb ərazilərində bizim eradan əvvəl 3300-cü illərdə naviqasiya məqsədi üçün istifadə edilmişdir. İnsanın təsərrüfat fəaliyyətində ucuz və əlverişli yer tutan su nəqliyyatı dünyanın ən iri çaylarında bu gün də böyük müvəffəqiyyətlə istifadə edilir. Bununla bərabər çay gəmilərinin istehsal etdiyi zərərli tullantıların miqdarı artdıqca Yerin

atmosferi böyük miqdarda parnik qazları ilə çirklənir. Su nəqliyyatının havaya buraxdığı zəhərli hissəciklərlə nəfəs alan ərazilərin əhalisinin bir sıra xəstəliklərə tutulma ehtimalı artır. Çayların çirklənməsinin (çirkab, məişət və sənaye sularının axıdılmasının) qarşısının alınması üçün texniki və sanitariya-gigiyena tədbirləri görülür [35].

*Naxçıvan Muxtar Respublikasının daxili suları.* Naxçıvan Muxtar Respublikasının hidroloji şəbəkəsinə çaylar, göllər, artezian quyuları, su anbarları və s. daxildir. Muxtar Respublikanın daxili suları çox qədim geoloji dövrlərdə yaranmış və bu günə qədər nisbi dəyişikliklərə məruz qalaraq mövcudluğunu qoruyub saxlamışdır.

1950-ci illərdə K.V.Şmit və B.B.Polinov tərəfindən çay sularının miqrasiyasının ümumi nəzəriyyəsi geokimyəvi aspektdən işlənilib hazırlanmışdır. Onlar çay sularının mineral çöküntülərinin orta tərkibini, massiv nümunələrinin orta tərkibi ilə müqayisə etmiş və bu tədqiqatlara əsasən çay süxurlarının aşınma modelini tərtib edərək bu qənaətə gəlmişlər ki, yer qabığının üst hissəsində kimyəvi elementlər güclü su miqrasiyasına məruz qalırlar. Alimlər müəyyən etmişlər ki, müəyyən şəraitdə baxılan süxurların kütləsi onların tərkibindəki xlorə görə daşınır. Əgər kükürlü birləşmələr xlorlu birləşmələr kimi hərəkətilik göstərsə idi, onda çay sularında xlorə nisbətən ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) - sulfat ionları üç dəfə çox olardı. Bu baxımdan çay sularının mineral qalığında 20-25% sulfat ionları olmalı idi. Həqiqətdə isə müəyyən edilmişdir ki, çay sularında sulfat ionlarının miqdarı 11,6% təşkil edir və baxılan vaxt azaldıqda süxurlardan suya 57% kükürd keçir. Bu hesablamanı digər kimyəvi elementlərə də tətbiq etsək, müvafiq aşınma fazasını müəyyən edə bilərik.

Cədvəl 5.1-ə görə ayrı-ayrı qruplara daxil olan kimyəvi elementlər geokimyada bütöv bir landşaft zonası yaradır. Spesifik kimyəvi elementlərə malik hər bir zona üçün miqrasiya cərgəsi müəyyən edilmişdir [36].

Cədvəldən göründüyü kimi, massiv süxurlarının orta tərkibi ilə onların tərkibindəki elementlərin nisbi dəyişkənliyi arasındakı qanunauyğunluq çay sularına xas digər elementlər üçün də keçərlidir. Naxçıvan Muxtar Respublikası çölləri və düzənliklərinə nəzər saldıqda aydın olur ki, bu ərazilərdə birinci və ikinci qrup miqrasiya elementləri üstünlük təşkil edir. Bu elementlərin miqrasiyası torpaqda, yerüstü sularda, ərazi sularında öz təsirini göstərir və bütövlükdə landşaftın ümumi cizgilərini yaradır [37].

Çöl və düzənliklərdən fərqli olaraq Zəngəzur silsiləsində Göygöl, Sağarsuyun yuxarı axarlarında, Qazangöldağ, Qapıcıq, Gəmiqaya bölgələrində qədim buzlaq relyefi formaları və zirvələrində daim əriməyən qar kütlələri mövcud olduğundan burada mənzərə fərqli xarakter alır. Məlumdur ki, bu ərazilərin landşaftı buzlu karbonatsız çöküntülərdən formalaşmışdır.

Bu zaman birinci və ikinci qrup elementləri torpaqdan alınır. Yerüstü sulara alüminium və dəmir kimi inert elementlər gilli torpaqların üst hissəsindən keçir. Çünki, bu formada gilli minerallar kifayət qədər davamlıdır.

Cədvəl 5.1. Aşınma zamanı Araz hövzəsində elementlərin nisbi dəyişkənliyi

Komponent	Massiv süxurların orta tərkibi, %	Müxtəlif suların mineral qalığının orta tərkibi, %	Birləşmələrdə elementlərin nisbi dəyişkənliyi
SiO <sub>2</sub>	59,09	12,80	0,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,35	0,90	0,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,29	0,40	0,04
Ca	3,60	14,70	3,00
Mg	2,11	4,90	1,30
Na	2,97	9,50	2,40
K	2,57	4,40	1,25
Cl <sup>-</sup>	0,05	6,75	100,00
S(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	0,15	11,60	57,00

Zəngəzur silsiləsi yamacından Naxçıvan çökəkliyinə doğru istiqamətlənən qədim su dərələrinin qalıqları zəif hərəkətli və hərəkətsiz miqra-siya elementlərinə malikdir. Beləliklə, bütün landşaft çay şəbəkəsinin dəyişməsi və inkişafı ilə xarakterizə olunur. Çay şəbəkəsinin dəyişkənliyinə isə bir sıra fiziki-coğrafi amillər, geoloji quruluş, relyef, torpaq, bitki örtüyü, iqlim və s. təsir göstərir. Beləliklə, çay şəbəkəsi əraziləri çox diqqətlə öyrənilməli və onun məxsus olduğu landşaftın geokimyası açılmalıdır. Bu öz növbəsində ərazinin faydalı qazıntı yataqlarının öyrənilməsində, ətraf mühitin mühafizəsində, kənd təsərrüfatının suvarma işlərində və su təchizatının bir sıra məsələlərinin həllində səmərəli istifadə edilə bilər.

## 2. Naxçıvan Muxtar Respublikasının çay şəbəkəsi

Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisində ümumi uzunluğu 1,8 min km olan 400-ə qədər böyük və kiçik çaylar mövcuddur. Ərazinin daxili suları, xüsusən də çay şəbəkəsi qeyri-bərabər paylanmışdır. Zəngəzur silsiləsindən axan çaylar sıx şəbəkə ilə fərqlənir. Naxçıvan çökəkliyində Naxçıvançaydan qərbdəki ərazilərdə axan çaylar isə zəif şəbəkə təşkil edir. Zəngəzur silsiləsi dağlıq hissə olduğundan bu ərazidə çay şəbəkəsi daha geniş yayılmışdır.

1000-2500 m yüksəklikdəki sahələrdə rütubətlik nisbətən çox olduğundan bu ərazidə çay şəbəkəsi qismən yaxşı inkişaf etmişdir. 2500 m-dən

yüksək sahələrdə isə mənzərə dəyişilir, burada yağıntıların azalması, bitki və torpaq örtüyünün zəif inkişaf etməsi nəticəsində çay şəbəkəsi azalır. Bu zonada yeraltı sular adətən bulaqlar şəklində yer səthinə çıxır. 3000 m və daha yüksək sahələrdə relyef çılpaq və qayalıq, atmosfer çöküntüləri nisbətən az olduğundan, bu zonanın çay şəbəkəsi zəif inkişaf etmişdir. Bəzi çay hövzələrinin (Naxçıvançay, Əlincəçay, Gilançay) 2500 m-dən yüksək sahələrində çay şəbəkəsinin sıxlığı  $0,10 \text{ km/km}^2$ -ə qədər azalır. 1000 metrədən aşağıda yerləşən dağətəyi və düzənlik sahələrində çay şəbəkəsinin zəif inkişaf etməsi isə bu zonada yağıntının azlığı, buxarlanmanın intensiv getməsi və çay sularının çökmə süxurlara tez hopması ilə əlaqədardır.

Muxtar respublika ərazisindəki çaylar Araz hövzəsinə daxildir. Ərazinin mərkəzi və cənub-qərb hissəsində çaylar öz başlanğıcını Zəngəzur və Dərələyəz silsiləsinin dik yamaclarından götürür. Dərələyəz silsiləsi Naxçıvan MR-in şimal-şərq hissəsində yerləşir və Ermənistan ilə muxtar respublika arasında təbii sərhəd rolunu oynayır. Bu silsilənin bir hissəsi Cəhriçayın əsas dərəsindən qərbdə, digəri isə ondan şərqdə yerləşir.

Naxçıvan Muxtar Respublikasını qərbdən və şərqdən, müəyyən qədər də cənubdan əhatə edən yüksək dağlar əraziyə rütubətli hava kütlələrinin daxil olmasına mane olur [38]. Qurşaqlar üzrə iqlimin dəyişmələri ayrı-ayrı meteoroloji elementləri dəyişdirdiyi kimi, çayların qidalanma və axım rejimini də dəyişdirir. Bu eyni zamanda çayların gursululuğu ilə düz mütənasiblik yaradır. Muxtar Respublika ərazisində çayların uzunluğu, başqa sözlə desək, su kütləsinin keçdiyi yol qərbdən şərqə doğru azalır. Muxtar Respublika çayları (Arpa çay nəzərə alınmazsa) sahəcə müxtəlif hövzələrə malik olsalar da ( $9 \text{ km}^2$ – $1630 \text{ km}^2$ -ə qədər), praktiki olaraq eyni gursulu dövrə malikdirlər [39]. Regionun bütün çaylarının ehtiyat mənbələrinin əsasını yeraltı sular təşkil edir. Çaylar ilin 6-8 ayı ərzində 30-45% yeraltı sularla qidalanır. Muxtar Respublika ərazisində daimi buzlaq sahələri olduqca azdır. Buna görə də çayların qidalanmasında qar örtüyünün rolu xüsusilə böyükdür. Yüksək dağlıq kəsimlərində qar örtüyü bütün il boyu davam edir. Bununla əlaqədar olaraq, bəzi çayların qidalanmasında qar və buzlaqlar da iştirak edir.

Araz ətrafı maili düzənliklərdə atmosfer yağıntıları ayrı-ayrı dağlıq qurşaqlara nisbətən azdır [40]. Ümumiyyətlə muxtar respublika ərazisində atmosfer yağıntıları qeyri-bərabər paylanmışdır. İl ərzində dağlıq sahələrdə ən çox yağıntı Şahbuz rayonu ərazisinə düşür. İlin isti dövründə əraziyə ən çox yağıntı aprel və may, ən az yağıntı isə iyul və avqust aylarında düşür. Aprel və may aylarında əraziyə düşən yağıntı bitkilərin vegetasiya dövründə suya olan ehtiyacını ödəyir və əlavə su ehtiyatı yaratmağa imkan verir. İyul və avqust aylarında yağıntı az olduğuna görə əkinlərin becərilməsi tamamilə

süni suvarmadan asılı olur [41]. Qurşaqlar üzrə qar örtüyü davamlı olan günlərin sayı il ərzində dəyişilir. Arazboyu düzənlikdə qar örtüyü 40 gün, orta dağlıq qurşaqda 80 gün, yüksək dağlıq qurşaqda isə 200 gün davam edir. İl ərzində qurşaqlar üzrə qar örtüyünün qalınlığı 15-45 sm arasında dəyişilir. Qar örtüyünün qalınlığı və davamlılığı bitkilərin inkişafında, səth və yeraltı suların artmasında mühüm rol oynayır.

Ərazinin çay hövzələrinin əksəriyyətinin dağlıq relyefə malik olması səbəbindən dağ süxurlarında mikroelementlərin yüksək miqdarı onların sularında miqdarının artmasına səbəb olur. Kəskin kontinental iqlimin təsiri nəticəsində dağ süxurlarının intensiv surətdə aşınması suda elementlərin miqrasiyasının intensivliyinin artmasına səbəb olur. Püskürmüş süxurların quru qalığının orta tərkibinin qiymətləri əsasında süxurlardan oksidlərin çıxarılma faizi müəyyən edilmişdir. Əgər CaO-in ayrılma intensivliyini 100% qəbul etsək, oksidlərin nisbi dəyişkənliyini müəyyən etmiş olarıq. Məlum olduğu kimi, muxtar respublika ərazisindəki çayların əsas su mənbələrinin tərkibinə daxil olan oksidlər qələvi və qələvi- torpaq metallarının oksidlərindən formalaşmışdır. Məhz bu amil CaO-ə görə oksidlərin nisbi həllolmasını əsas götürməyə imkan verir.

Cədvəl 5.2. Çay sularının oksidlərinin nisbi dəyişkənliyi

Oksidlər	Çay sularının quru qalığının orta tərkibi, %	Yer səthi süxurlarının orta tərkibi, %	Oksidlərin nisbi həllolması (CaO=100%)
CaO	48,34	5,27	100,00
Na <sub>2</sub> O	14,61	1,69	96,1
MgO	9,55	2,86	36,3
K <sub>2</sub> O	3,09	2,84	11,9
SiO <sub>2</sub>	19,76	58,88	3,7
Rb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,05	19,35	2,6

Dağ süxurlarının intensiv surətdə aşınması aşınma fazaları ilə müəyyən edilir. Elementlərin nisbi hərəkətliliyinin orta qiymətləri süxurların aşınma fazalarına (%) uyğun gəlir.

I faza	Cl <sup>-</sup> - 100 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - 57	II faza	Ca - 3,00 Na - 2,40 Mg - 1,30 K - 1,25
III faza	SiO <sub>2</sub> - 0,20	VI faza	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 0,04 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - 0,02

I fazanın aşınma məhsulları xlor və kükürdün birləşmələrindən məhrum olur. Bu anionlarla birlikdə müəyyən miqdar kationlar da itirilmiş olur. Buna baxmayaraq kationların əksəriyyəti süxurların tərkibində qalır.

II faza aşınma məhsulları qələvi və qələvi torpaq metallarının böyük bir hissəsi ilə qələviləşir. III faza ilə silisiumun silikatları çıxarılır. Nəhayət IV fazanın aşınma məhsulları dəmir və alüminiumun oksidlərini özü ilə aparır. Oxşar proses xüsusi qaydada hazırlanmış standart nümunələrdə də yerinə yetirilmişdir [9]. Bu model təbiətdə aşınmanın formalaşması proseslərinin müəyyən edilməsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bu həmçinin yer səthinin geokimyasının üç əsas mərhələsinin- aşınmanın, kontinental çöküntülərin və landşaftın formalaşmasında böyük rol oynayır. Buradan aydın olur ki, aşınmış maddələrin toplanması və muxtar respublika ərazisi üçün daşqınların xarakterik olması çaylarda sel hadisələrinin vaxtaşırı baş verməsinə səbəb olur. Ərazidə turbulent və strukturlu sel axınları müşahidə olunur. Axınların hər ikisi yüksək fəaliyyətli, qismən də orta fəaliyyətlidir. Düzenlik məcralarda isə sel ocaqları gətirilən çöküntülər hesabına müxtəlif ölçülü konuslar yaradır. Bu konuları təşkil edən maddələrin həcmi və kütləsi yamacın meyilliliyindən, axının sürətindən, süxurların mexaniki və kimyəvi tərkibindən asılı olaraq dəyişilir. MR-da ən böyük sel konusu Arpaçaya aiddir. Çay sularının götürüldüyü yerin mənsəbdən məsafəsi artdıqca onların ion tərkibi, enerji gücü dəyişilir. Bu da sulardan çay boyunca ərazilərdə davamlı istifadə edilməsi ilə əlaqədardır.

MR çayları içərisində ən gursulu Arpaçay, Naxçıvançay, Gilançay və Əlincəçaydır. Axının xüsusiyyətinə görə muxtar respublika ərazisi bir-birindən fərqlənən üç zonaya bölünür:

1. Nisbətən su ilə təmin olunmuş rayon- Zəngəzur sıra dağlarının cənub-qərb yamaclarından başlayaraq bir qədər şərqə doğru uzanan düzənliklərə çıxan çayları əhatə edir. Zonada orta illik axın modulu  $4-12 \text{ san/km}^2$  arasında dəyişilir.

2. Orta dərəcədə su ilə təmin olunmuş rayon- Dərələyəz silsiləsi və onun qollarının yamaclarından başlayaraq düzənliyə çıxan bütün çayları əhatə edir. Bura Naxçıvançaydan qərbə doğru ərazidəki çaylar daxildir. Orta illik axın modulu  $2-6 \text{ san/km}^2$  arasında dəyişilir.

3. Nisbi susuz rayon - Arazboyu düzənlikləri və çayların Araza töküldüyü əraziləri əhatə edir. Ən az axın Arazboyu hissəsindədir, burada axın modulu  $0,5 \text{ san/km}^2$ -dir, şimal-qərbdə isə bu kəmiyyət sifra bərabər olur. Yağının azlığı, yüksək buxarlanma və sudan istifadə bir çox çayların yay aylarında qurumasına və axmazlara çevrilməsinə səbəb olur.

Naxçıvan MR çayları hövzələrinin quruluşu və təbii xüsusiyyətlərinə görə bir-birindən fərqlənən üç hissəyə ayrılır.



1. Çayların birinci hissəsi başlanğıcından 2000-2200 m mütləq yüksəkliyə qədər olan sahədə yuxarı axını əhatə edir[136]. Bu sahədə çaylar kiçik qollardan, bulaq və qar sularından əmələ gəlib, alp çəmənliyi zonasında yüksək yamaclı dərələrlə axır.

2. İkinci hissədə çaylar orta dağlıq zonaya daxil olub, dar və dərin dərələrlə sürətlə axaraq, çoxlu astanalar və kiçik şələlələr əmələ gətirir. Bu hissə çay hövzələrinin 2000 m-lə 1000 m yüksəklikdə olan sahələrini əhatə edir.

3. Üçüncü hissə çayların aşağı axımı dəniz səviyyəsindən 1000 m-dən alçaqda yerləşən dağətəyi və düzənlik sahələrini əhatə edir. Bu hissədə çaylar düzənlik sahəyə çıxdığından sürəti xeyli azalır və yataqları genişlənir.

Muxtar respublika çaylarının əsas qida mənbəyini təşkil edən qar iyunun axırına, bəzən isə iyuladək tədricən əriyərək çayların səviyyəsini tənzimləyir. Bu səbəbdən çaylar apreldən iyulun axırınadək sulu olur. Arabir baş verən şiddətli yağışlar çayların suyunun artmasına səbəb olur. Çayların az sulu vaxtı iyul-sentyabr aylarına təsadüf edir ki, bu dövrdə onların əsas qida mənbəyini yeraltı sular təşkil edir. Payız-qış dövründə (noyabr-mart) yay dövrünə nisbətən çayların suyu qar əriməsi hesabına bir qədər artır.

Çaylarda daşqınlar əsasən yaz dövründə, qarların əriməsi və gur yaz yağışlarının yağması nəticəsində baş verir. Qar əriməsinin intensivliyi, qidalanma sahəsinin mütləq yüksəkliyi, forması və böyüklüyü yaz daşqınlarına ciddi təsir göstərir. Muxtar respublika ərazisinin cənub-şərqində qar örtüyü daha intensiv olduğundan bu hissədə yaz daşqınlarının ümumi axımı şimal-şərq ərazilərinə nisbətən xeyli artıqdır.

Cədvəl 5.4. Naxçıvan MR-in bəzi çaylarında axımın fəsillər üzrə paylanması ( S.Babayevə görə)

Çayların adı	Məntəqənin adı	Axımın fəsillər üzrə bölgüsü (illik axımın ümumi həcminə nisbətən, %-lə)				Intensiv suvarma dövrü (%-lə)	Axımın illik həcmi, mln·m
		Yaz IV-VI	Yay VII-IX	Payız X-XII	Qış I-III		
Ş.Arpaçay	Arpa	49,8	26,9	12,0	11,3	2,5	630
Naxçıvançay	Qarababa	60,4	20,1	8,8	10,7	8,2	164,7
Əlincəçay	Xanağa	40,8	36,2	12,0	8,0	7,9	51,7
Gilançay	Başdizə	45,8	34,1	10,4	9,7	14,8	97,7
Vənəndçay	Danakert	37,1	37,8	13,7	11,4	16,2	18,0
Ordubadçay	Nüsnüs	37,7	29,0	17,1	15,6	16,0	10,9

Cədvəl 5.4-dən görünür ki, çaylarda axımın əsas hissəsi aprel-iyul aylarının payına düşdüynə görə, kənd təsərrüfatının suya ciddi ehtiyacı olduğu yay aylarında (iyul-avqust) suların miqdarı kəskin azalır, bəzən isə çayların tamamilə quruması müşahidə olunur.

Ərazi çaylarının illik axımı təbii amillərin qarşılıqlı təsiri ilə səciyəyənlir. İllik axımın miqdarına təsir edən əsas amillər iqlim şəraiti, yağıntı, havanın temperaturu, relyef, çay hövzələrinin geoloji quruluşu, torpaq və bitki örtüyüdür. Müşahidə məlumatlarının təhlili təbii şəraitin çay axımına tənzimləyici təsirini və axımın yayılma xüsusiyyətini müəyyən etməyə imkan verir. Müəyyən edilmişdir ki, əraziyə düşən yağıntının 33-95 faizə qədəri itərək axım vermir. Bu halda axım əmsalı 0,55-0,63 arasında tərəddüd edir. Axım əmsalının dəyişməsi əraziyə düşən yağıntının paylanması ilə düz mütənasibdir. O, şimal-qərbdən cənub-şərqə və Araz vadisindən dağlıq sahəyə doğru artır. Muxtar respublika ərazisinin düzənlik hissəsində onun qiyməti tədricən azalır.

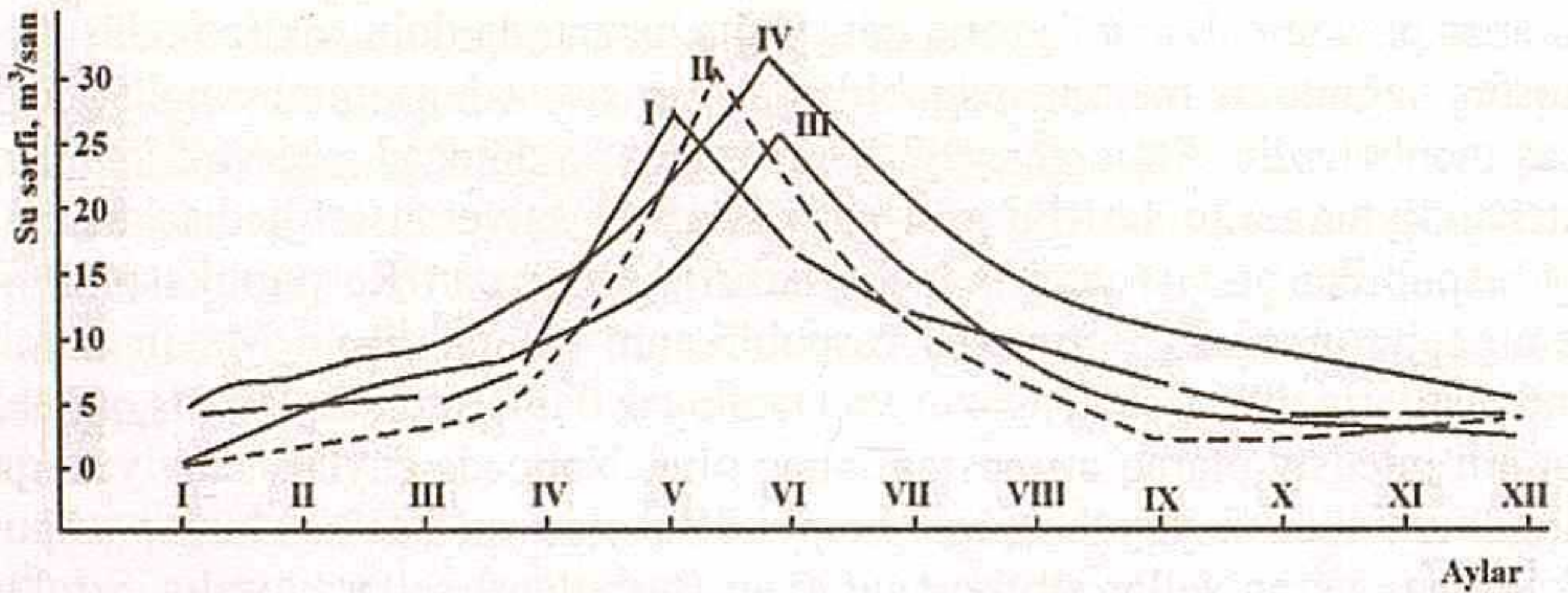
Müəyyən edilmişdir ki, çaylarda axım aylar və fəsillər üzrə qeyri-bərabər paylanır. Ümumiyyətlə qar, yağış, bəzən də dolu şəklində düşən atmosfer yağıntıları muxtar respublikada intensiv səth axımını əmələ gətirən əsas mənbələrdir. Atmosfer yağıntıları müəyyən dərəcədə sel və daşqınların intensivliyinə də öz təsirini göstərir. Vaxtaşırı baş verən sel hadisələri muxtar respublika ərazisi üçün xarakterikdir. Azərbaycan Respublikasında baş verən sellərin 33-35%-i muxtar respublikanın payına düşür. Mayın əvvələrində istilərin düşməsi Zəngəzur və Dərələyəz dağlarında toplanmış qar ehtiyatının intensiv olaraq əriməsinə səbəb olur. Nəticədə çayların səviyyəsi qalxır, öz sahillərini yuyub aparır və ətraf sahələri su basır. Muxtar respublikada baş verən sellər struktur və axıcı (turbulent) sellərə ayrılır. Struktur sellər meteoroloji-geoloji və geomorfoloji amillərin təsirindən əmələ gəlir və dağıdıcı qüvvəyə malik olur.

Müəyyən edilmişdir ki, hər bir selin gücü onun gətirdiyi materialların həcmi ilə müəyyən edilir. Naxçıvan MR-də əmələ gələn sellər ən çox material gətirən sellər qrupuna daxildir. Ordubad və Əylis çaylarından keçən sellər daha güclü və dağıdıcı qüvvəyə malik olur. Bəzi hallarda yağan gur yağışlar nəticəsində ərazinin bir çox çaylarında eyni zamanda sel hadisələri baş verir. Əlincəçaydan şərqə bütün çaylarda- Əlincəçay, Vənəndçay, Ordubadçay, Əylisçay və Kotamçayda eyni zamanda güclü sel hadisələri baş verir. Sellərin fəallığına və gücünə görə muxtar respublika ərazisi iki hissəyə bölünür:

- I. Sel hadisələrinin daha çox olduğu sahə. Bura Gilançaydan şərqə Ordubad rayonunun ərazisi daxildir.

II. Sel hadisələrinin fəaliyyətinin nisbətən zəif olduğu sahə. Bu sahəyə Gilançaydan qərbə doğru olan ərazilər daxildir. Bu hissədə Şərqi Arpaçaya aid olan sahələrdə sellər az müşahidə olunur. Lakin qərb qurtaracağına sellərin təkrarlanması və gücü artır. Çanaqçıçayda sellər daha tez-tez təkrarlanır. Mərkəz hissədə çəmənliklərin və az da olsa meşələrin mövcudluğu, ərazidə geniş düzən sahələrinin olması, çayların meyilliliyinin azlığı və dağ yamaclarının az meyilli olması burada struktur sellərin əmələ gəlməsinin qarşısını alır. Şərqi Arpaçayda və Gilançayda demək olar ki, struktur sellər baş vermir. Lakin Naxçıvançayın qolları olan Gömürçayda, Nursuçayda, Salvartıçayda, Cəhriçayda və Biçənəkdən yuxarı hissədə struktur sellər müşahidə edilir.

Çayların orta aylıq su sərfinə nəzər saldıqda aydın olur ki, Zəngəzur silsiləsinin cənub-qərb yamaclarındakı zirvələrdən başlayıb okean səviyyəsindən 2000-2700 m yüksəklikdən axan çayların su sərfi təqribən bir-birinə yaxındır (şəkil 5.2).



Şəkil 5.2. Ərazidə çayların çoxillik orta aylıq su sərfi. I-Gənzə çay, II- Naxçıvan çay; III-Gilan çay; IV- Araz çayı

Bu da ərazinin dağlıq hissələrinin qar örtüyünün davamlı olması ilə əlaqədardır. Qar örtüyü yalnız çayların deyil, həm də qrun sularının əsas qidalanma mənbəyidir[147].

Muxtar respublika ərazisi üzrə çayların çoxillik orta aylıq su sərfi bir sıra müəlliflər tərəfindən öyrənilmiş, nəticələr şəkil 5.2- də təsvir edilmişdir. Şəkildən də göründüyü kimi, ən sürətli aylıq artım Naxçıvançay hövzəsinə aid çaylarda müşahidə olunur. Bunun səbəbi çay hövzəsinin orta hündürlüyünün nisbətən aşağı olmasıdır.

*Araz çayı.* Çayın adının yaranma tarixi e.ə. 3-1 əsrlərə aid edilir. Qədim qaynaqlarda onun adı "su", "çay" mənasını verir. İran mənşəli sözlərdə "çay" və "su" mənalarını verən "ar" və "as" sözləri xatırlanır. Evstatın

fikrincə isə Arazın adı qədim yunanca “qazıram” (sürətlə axaraq sahilləri dağıtdığı üçün) sözü ilə bağlıdır. Araz çayı Azərbaycan, Ermənistan və İran ərazisindən axır. Uzunluğu 1072 km, hövzəsinin sahəsi 101,9 min km<sup>2</sup>-dir. Başlanğıcını Türkiyədə Bingöldağ silsiləsinin şimal yamacından alır (2990 m). Hövzəsi ayrılıqda Kür çayının hövzəsindən böyükdür. Mənbəyini kənardan alan Araz çayı muxtar respublika ərazisinə daxil olandan sonra ona Axuraçay, Zəngiçay, Oxcuçay, Həkəriçay, Köndələnçay və soldan isə Qoturçay və Qarasuçay qarışır. Bundan əlavə çaya yüzdən artıq kiçik qollar da qovuşur. Aşağı axımında Araz çayı Kür-Araz düzənliyinə çıxır, sonrakı 100 km-dən artıq məsafədə ona heç bir çay qarışmır. Araz çayının əsas qida mənbəyi yeraltı sular (45-50%), qar (30-35%) və yağış (10-15%) sularıdır. Ən yüksək su səviyyəsi mayın axırlarında müşahidə edilir [42]. İllik axının 50-60%-i yaz daşqınları dövrünə təsadüf edir. Yayda suyun səviyyəsi nisbətən azalır, avqust ayında su sərfi 15 m<sup>3</sup>/san-ə çatır. Bol suyuna görə Araz cənubi Qafqazda ikinci böyük çaydır. Yaz fəslində çayın illik axımı 45%, yayda 15-17%, payızda 13-15%, qışda isə 17-20% təşkil edir. Araz çayı lilli çaydır. Lillilik dərəcəsi may ayında 2800-3000 q/m<sup>3</sup>, dekabr ayında isə 250-300 q/m<sup>3</sup> olur. Müəyyən edilmişdir ki, orta hesabla bir ildə Araz çayının Kürə axıdığı lilin miqdarı 17 milyon tona bərabərdir. Hidrotexniki qurğulardan və bir sıra texniki təmizləmə prosedurlarından (bu məqsədlə istifadə edilən liltəmizləyən gəmilər cəlb etməklə) Arazın Kürə gətirdiyi lilin miqdarı ildə 1-1,5 mln. tona endirilmişdir.

Kimyəvi tərkibinə görə Araz çayı həll olmuş mineral duzlarla zəngindir. Suyu hidrokarbonatlı-kalsiumludur. Müəyyən edilmişdir ki, Araz çayının orta minerallaşması 300-450 mq/l-ə bərabərdir. Minerallaşmanın qiymətləri çayın axdığı ərazilərin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq dəyişilir. Relyef və axım xüsusiyyətlərinə görə Araz çayının hövzəsi dağlıq və ovalıq hissələrinə ayrılır. Türkiyə ərazisində Araz tipik dağlıq, sonrakı ərazilərdə düzənlik çayıdır. Araz çayı Axuranın mənsəbi ilə Araz su qovşağı arasında Ararat düzənliyindən, Sədərək, Şərur, Böyükdüz və Naxçıvan düzənliyinin cənubundan axır. Həkəri (Bərgüsad) çayının mənsəbinədək Araz çox yerdə kanyonvari dərələrlə axır, bu hissədə coşqun və astanalıdır. Burada Araza Əlincə, Gilan, Ordubad, Mehri, Oxçu, Qotur, Qırsı və s. qolları da qoşulur. Həkəri çayının mənsəbindən sonra Araz tədricən düzənliyə və Kür-Araz ovalığına çıxır, yatağı meandr vəziyyəti alır. Araz çayı ölkəmizin, eləcə də muxtar respublikanın xalq təsərrüfatında suvarma və hidroenerji əhəmiyyətinə malikdir. Çayın üstündə Bəhramtəpə və Araz su qovşağı, Milmuğan sugötürmə qovşağı tikilmişdir.

*Arpaçay* (Şərqi Arpaçay) Arazın sol qoludur. Ermənistandan və Naxçıvanın Şərur rayonu ərazisindən axır. Uzunluğu 129 km-dir. Yol boyu o



*Şəkil 5.3. Culfa rayonu ərazisində Araz çayı*

kiçik dağ çayları ilə birləşərək  $2630 \text{ km}^2$  sutoplayıcı hövzə sahəsi yaradır. Başlanğıcını Zəngəzur silsiləsinin Vardaniş dağından (3050 m) alır, 776 m hündürlükdə özünün yaratdığı çox böyük konusdan keçərək Araza qovuşur. Şərqi Arpaçaya Çağazür, Yaycı, Axura, Pəyədəre, Zərdədərə, Qabaxlı və s. çaylar qovuşur. Zəngəzur sıra dağlarının cənub-qərb yamaclarından başlayan bütün çaylar kimi Arpaçay da MR ərazisinin ən böyük və gursulu çayıdır. İllik axımının 35 faizi qar, 14 faizi yağış, 51 faizi isə yeraltı sular hesabına əmələ gəlir. Ümumiyyətlə, yüksək dağlıqların yuxarı kəsimlərində qar örtüyü bütün il boyu davam edir. Arpaçayın qidalanmasında qar örtüyünün rolu böyükdür. Bu səbəbdən qar örtüyünün ərimiş suları Arpaçay və onun qollarında maksimal axın səviyyəsi yaradır. Yaz-yay aylarında qarın əriməsi nəticəsində maksimal axım sel və daşqınlara səbəb olur. Bu daşqınlar adətən mart ayından başlayıb iyun ayının axırına kimi davam edir. Daşqınlar çayın illik axımının 50-60 faizini təşkil edir. Yay mejen dövründən sonra payızda yaz dövrünə nisbətən daha az gursululuq dövrü başlayır. Ayrı-ayrı yağıntılı günlərdə çayın səviyyəsi qalxır. Bu da çayın su balansının orta illik qiymətinə təsir edir. Axımın illik paylanması çayın hövzəsinin sahəsi də təsir göstərir[139]. Bir qayda olaraq qərbdən şərqə doğru orografik şəraitlə əlaqədar su hövzələrinin sahəsi kiçilir. Bununla da Arpaçayda orta illik su sərfinin miqdarı qərbdən şərqə doğru azalır.  $2060 \text{ km}^2$  su toplayıcı sahədə maksimal orta su sərfi  $154 \text{ m}^3/\text{san-dir}$ . Bunun 50 faizi yazda, 25 faizi yayda,

14 faizi payızda, 11 faizi isə qışda keçir. İntensiv suvarma dövründə çayın illik axımının 8-10%-i sərf olunur. Sudan maksimal istifadə axım rejiminə təsir edir. Müəyyən edilmişdir ki, orta illik asılı gətirmələr sərfi 2,38 kq/san, axımın lillənməsi isə 120 q/m<sup>3</sup>-dir. Arpaçayın suyu kimyəvi tərkibinə görə orta minerallaşmış, hidrokarbonatlı-kalsiumludur. Arpaçayın su ehtiyatlarından muxtar respublikanın əkin sahələrinin suvarılmasında geniş istifadə edilir. Şərur rayonunun əkin sahələrinin 60 faizdən çox hissəsi bilavasitə Arpaçayın suyu ilə suvarılır.

*Naxçıvançay* Arpaçaydan sonra Arazın ikinci sol qoludur. Şahbuz və Naxçıvan rayonları ərazisindən axır. Batabat ərazisindən başlayan Naxçıvançay 71 km axdıqdan sonra Küküçayla birləşir, Cəhriçayla qovuşandan sonra düzənlik çayına çevrilir. Başlanğıcını Keçəldağın cənub yamacından (2720 m) alır. Başlıca qolları sağdan Qapıdaşqara (uzunluğu 15 km), Sələsüzçay (uzunluğu 19 km), Cəhriçay (uzunluğu 45 km), soldan Şahbuz (uzunluğu 27 km), Kükü (uzunluğu 20 km), Qahab (uzunluğu 21 km) çaylarıdır. Ümumi uzunluğu 81 km, hövzəsinin sahəsi 1630 km<sup>2</sup>-dir. Çayın qida mənbəyi qar, yağış və yeraltı sulardır. Çayın axımında qar (38%), yağış (22%) və yeraltı suların miqdarı (40%) təşkil edir. Naxçıvan MR-də böyük və gursulu çaylarından biridir.

Hidroloji və meteoroloji tədqiqatlar göstərir ki, çay hövzəsində rütubətin toplanması soyuq dövrə təsadüf edir. Maksimal axın sel və daşqınlar şəklində yazda (aprel-may) və yayın ilk günlərində (iyunun ilk on günlüyündə) müşahidə edilir. Yayda yağan qüclü yağışlar çayda tez-tez sel hadisələrinə səbəb olur. İllik su sərfi 5,23 m<sup>3</sup>/san-dir. Bunun 60%-i yaz, 20%-i yay, 9%-i payız, 11%-i isə qış fəslinə aiddir. Naxçıvançayın axımının formalaşmasına iqlim dəyişmələri, yağıntının xarakteri və miqdarı, hövzənin sahəsi və forması, torpaq-bitki şəraiti və s. təsir edir (şəkil 5.4).

Ən sürətli aylıq artım Naxçıvançay hövzəsinə aid çaylarda müşahidə olunur. Bunun səbəbi çay hövzəsinin orta hündürlüyünün nisbətən aşağı olmasıdır. Naxçıvançayın orta illik asılı gətirmələr sərfi 3,67 kq/san, suyun orta lillənməsi 700 q/m<sup>3</sup>-dir. Daşqın dövründə çayın suyunda lillənmə artır və bu miqdar 1000 q/m<sup>3</sup>-ə qədər yüksəlir. Çayın suyunun minerallaşması yuxarı axımlarda 150 mq/l olduğu halda, orta hissədə 300 ml/l, mənsəb hissəsində 500 mq/l-ə çatır. Suyu kimyəvi tərkibinə görə hidrokarbonatlı-kalsiumludur. Naxçıvançayının suyundan suvarma işlərində geniş istifadə edilir. İntensiv suvarma dövründə illik axımının 8-10%-i axıdılır.

*Qahabçay*–Naxçıvançayının sol qoludur. Şahbuz və Babək rayonlarının ərazisindən axır. Mənbəyi Zəngəzur silsiləsinin cənub-qərb ətəyindən başlanır. Qida mənbəyi qar və yağış sularıdır. Uzunluğu 21 km, hövzəsinin



Şəkil 5.4. Naxçıvançay dərəsi

sahəsi 79 km<sup>2</sup>-dir. Suyu hidrokarbonatlı-kalsiumlu olduğundan, çayın suyundan suvarma işlərində istifadə olunur.

*Küküçay*–Naxçıvançayın sağ qoludur. Naxçıvanın Şahbuz rayonu ərazisindən axır. Başlanğıcını Küküdağın şimal yamacından (2500 m) alır. Uzunluğu 20 km, hövzəsinin sahəsi 105 km<sup>2</sup>-dir. Qida mənbəyi qar və yeraltı sularıdır. Bəzi illərdə payız yağışları kiçik daşqınlar yaradır. Daşqın dövründə illik axım həcmi 60-70%-ə bərabər olur. Suyu orta minerallığı ilə səciyyələnir. Suyu kimyəvi tərkibinə görə hidrokarbonatlı-kalsiumludur. Küküçaydan suvarma işlərində istifadə edilir.

*Sələsüzçay*-Naxçıvançayın sağ qoludur. Şahbuz rayonundan axır. Mənsəbindən 36 km məsafədə, Sələsüz kəndi yaxınlığında ona qarışır. Uzunluğu 19 km, hövzəsinin sahəsi 66 km<sup>2</sup>-dir. Suyunun əsas hissəsini qar, yağış və yeraltı sulardan alır, çay ilin təxminən altı ayını 45%-ə qədər qrun suları ilə qidalanır. Məşhur “Badamlı” mineral su bulağı bu çayın hövzəsindədir. Suyunun çox hissəsi (50-60%) yaz-yay aylarında keçir. Çayda tez-tez sel hadisələri baş verir. Kimyəvi tərkibinə görə suyu orta minerallığa malik, hidrokarbonatlı-kalsiumludur. Bu səbəbdən suvarma işlərində geniş istifadə edilir.

*Vənəndçay* Araz çayının sol qoludur. Ordubad rayonu ərazisindən axır. Uzunluğu 29 km, hövzəsinin sahəsi 91 km<sup>2</sup>-dir. Başlanğıcını Zəngəzur silsiləsinin cənub-qərb yamacından (3400 m) alır. Qidalanma mənbəyini qar, yağış və yeraltı sular təşkil edir. İllik axımın 31%-i qar, 23%-i yağış, 46%-i isə yeraltı sular hesabına formalaşır. Qurşaqlar üzrə iqlim dəyişmələri çayların hündürlüyünə görə qidalanma və axım rejimini də dəyişdirir [149]. Noyabr, bəzən də oktyabrda düşən qar mayın əvvəlinə kimi öz örtüyünü qoruyub saxlayır. Mart ayından başlayaraq havanın temperaturunun tədricən qızması nəticəsində qar kütlələri əriməyə başlayır, apreldə leysan yağışları bu prosesi bir az da sürətləndirir. Sonrakı intensiv ərimə dövrü həm çayın maksimal səviyyəsinin qalxmasına, həm də güclü sel və daşqınların yaranmasına səbəb olur. Daşqınlar dövründə, aprel-iyul aylarında illik axımın 60%-ə qədər müşahidə olunur. Çayda ən az su sərfi yanvar ayında olur. Orta illik su sərfi 0,60 m<sup>3</sup>/san-dir. Yaz-yay fəsilərində illik axımın 35-40%-i, payız-qış fəsilərində isə 10-15%-i keçir. Çayın mineral tərkibi yuxarı axımlarda orta minerallaşmış, aşağı axımda (Dəstəçay adlanan hövzə) az minerallaşmış hidrokarbonatlı-kalsiumludur. Vənəndçayın suyundan suvarma işlərində geniş istifadə edilir.

*Düylünçay* Araz çayının sol qoludur. Ordubad rayonu ərazisindən axır. Mənbəyini Zəngəzur silsiləsinin cənub-qərb yamacından (2400 m) alır. Uzunluğu 30 km, hövzəsinin sahəsi 124 km<sup>2</sup>-dir. Urmus kəndi yaxınlığında üç kiçik çayın (Paraqazor, Kordərə, Misket) birləşməsindən əmələ gəlir. Axımını yağış, qar və yeraltı sular təşkil edir. Yaz-yay aylarında qar suları çayda daşqınlara səbəb olur. Ən az axım dövrü yanvar-fevral aylarıdır. Düylünçayda tez-tez sel hadisələri baş verir. Düylünçayın aşağı axımından suvarmada istifadə olunur.

*Əylisçay* Arazın sol qoludur. Ordubad rayonu ərazisindən axır. Başlanğıcını Zəngəzur silsiləsindən (3100 m) alır. Uzunluğu 24 km, hövzəsinin sahəsi 58 km<sup>2</sup>-ə bərabərdir. Qida mənbəyi qar və yeraltı sulardır. Ən çox su yaz fəslində, güclü yağışlar dövründə müşahidə olunur. Yaz fəslində illik axımın 45-50%-i axıdılır. Sentyabr-oktyabr aylarında payız yağışları hesabına su sərfi qismən artır, kiçik daşqınlar əmələ gəlir. Ümumiyyətlə Ordubad ərazisindəki çaylar üçün sel hadisələri xarakterikdir. Suyu hidrokarbonatlı-kalsiumlu olduğundan suvarma işlərində istifadə edilir.

*Gənzəçay* Arazın sol qoludur. Ordubad rayonu ərazisindən axır. Başlanğıcını Zəngəzur silsiləsinin cənub-qərb yamaclarından (2700 m) alır. Uzunluğu 17 km, hövzəsinin sahəsi 45 km<sup>2</sup>-dir. Çayın qidalanmasında ərimiş qar, yağış suları, qismən də yeraltı sular iştirak edir. Yaz-yay aylarında müşahidə edilən yağışlar çox qısa vaxt ərzində axına çevrilə bilər. Yaz-yay aylarında gursululuq dövrü apreldən başlayaraq iyuna qədər davam edir.



Dekabr-fevral aylarında ümumi axımın orta qiyməti aşağı düşür və 10-15% təşkil edir. Bu aylarda çay donur, Anabad kəndindən aşağıda 15-30 gün ərzində buz qabığı bağlayır.

Kimyəvi tərkibinə görə Gənzə çayının suyu hidrokarbonatlı-kalsiumlu sular qrupuna aiddir. Çaya qoşulan kiçik qolların və bulaqların təsiri ilə minerallıq geniş diapazon- 80-500 mq/l arasında dəyişilir. Yuxarı axarların suyu yumşaq, aşağı axarların suyu isə fərqli minerallıq nümayiş etdirir. Çay hövzəsində maksimal axım sel şəklində yaz və yayın ilk günlərində müşahidə edilir. Çayın suyu yumşaq olduğundan suvarmada geniş istifadə edilməyə yararlıdır.

*Gilançay* Arazın sol qoludur. Ordubad rayonundan axır. Zəngəzur silsiləsinin cənub-qərb yamacından (2700 m) başlayır. Boğazyurd və Qaranlıqdərə çaylarının birləşməsindən əmələ gəlir. Muxtar respublika ərazisindəki ən gursulu çaylardan biridir (3,23 m<sup>3</sup>/san). Başlıca qolları soldan Sağarsu, Nəsirvazçay, Parağaçay, sağdan Arxadərə çaylarıdır. Uzunluğu 53 km, hövzəsinin sahəsi 426 km<sup>2</sup>-dir.

Çayın illik axımının 48%-i qar, 12%-i yağış və 40%-i yeraltı sular dan əmələ gəlir. Gilançaydan şərqə doğru yüksək dağlıq qar və buzlaq sularından qidalanan çay və çay qollarından maksimal səviyyə isti yay dövrünə təsadüf edir. Yaz-yay aylarında qar suları hesabına daşqınlar baş verir. Maksimal axım yazda və yayın ilk günlərində müşahidə edilir. Daşqın zamanı illik axımın 60-70%-ə qədər axır. Orta illik su sərfi 3,20-3,23 m<sup>3</sup>/san-dir. Bunun 60-70%-i yaz-yay, 15-20%-i isə payız-qış fəsilələrində axır. İntensiv suvarma dövründə (iyul, avqust aylarında) illik axımının 10-15 faizi keçir, suya olan tələbat kəskin artır. Kimyəvi tərkibinə görə Gilançayın orta minerallaşması 300-500 mq/l-dir. Ən az minerallaşma yaz-yay daşqınları dövründə, ən çox minerallaşma isə qışda, çay yeraltı sularından qidalanan zaman müşahidə olunur. Orta illik asılı gətirmələr sərfi 0,44 kq/san, orta lillənməsi isə 141 q/m<sup>3</sup>-dir. Gilançaydan suvarma işlərində geniş istifadə edilir.

*Ordubadçay* Arazın sol qoludur. Ordubad rayonu ərazisindən axır. Başlanğıcını Zəngəzur silsiləsinin Şahyurdu zirvəsindən (3200 m hündürlüyündən) götürür. Ordubadçay adını Xoznaverdi və Elliyurd qollarını birləşdirəndən sonra alır. Şimaldan cənuba doğru Ordubad şəhərini iki hissəyə bölür. (şəkil 5.5). İllik axımın 26%-i qar, 22%-i yağış, 52%-i isə yeraltı sular dan əmələ gəlir. Çayın qidalanmasına yeraltı sular əsaslı təsir göstərir. Yaz-yay aylarında qar əriməsinin miqdarı artır, suyun sərfi yüksəlir. Ərintili günlərdə bu proses daha şiddətlənir, çayda daşqınlar və davamlı sel hadisələri baş verir. Aprel-iyun aylarında illik axımının 60-65%-ə qədər axır. Çayın orta illik su sərfi 0,30 m<sup>3</sup>/san-dir. Bunun da çox hissəsi (30- 40% ) yaz-yay, az hissəsi (15-20%) isə payız - qış fəsilələrində keçir. Ordubadçayın

suyu suvarma işlərində geniş istifadə edilir. İntensiv suvarma dövründə, iyul-avqust aylarında keçən axım illik axımının 10-12 %-ni təşkil edir.

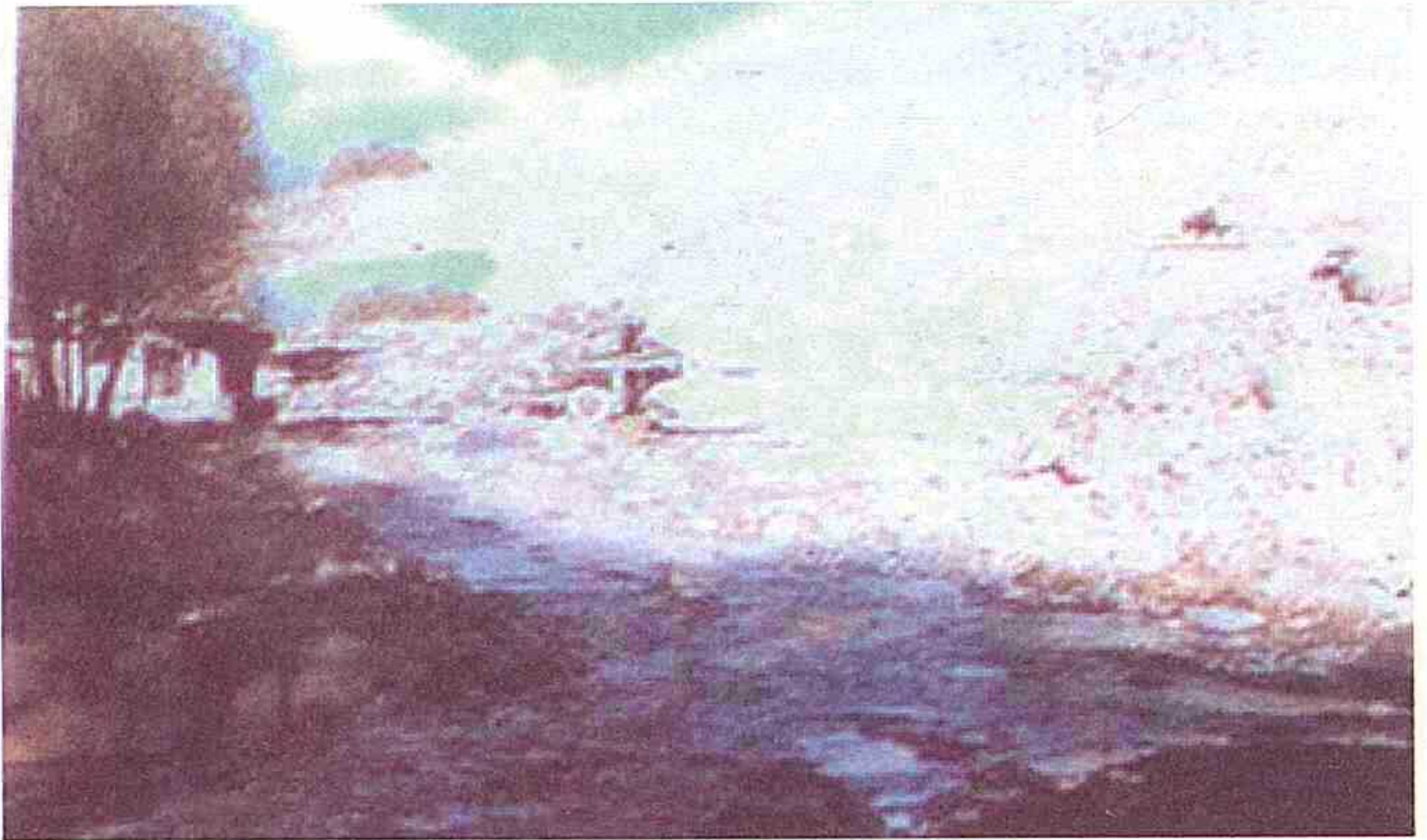


Şəkil 5.5. Ordubadçay

*Əlincəçay* Arazın sol qoludur. Culfa rayonu ərazisindən axır. Başlanğıcını Dəmirlidağdan (2800 m) alan *Əlincəçay* Xəznədərə və Ləkətsu çaylarının birləşməsindən əmələ gəlir. Hövzəsinin sahəsi 399 km<sup>2</sup> olmaqla, uzunluğu 62 km-dir. Axımını qar, yağış və yeraltı sularından alır. Yaz-yay aylarında qar suları çayda daşqınlar əmələ gətirir. Ərazidəki gursulu çaylardan biri kimi özü ilə axımın 60-70%-ni ötürür. Vulkanogen məsaməli süxurlar atmosfer yağıntılarını asanlıqla keçirir və bu sular çayların qidalanma mənbəyinə çevrilir. Çayın suyu hidrokarbonatlı-kalsiumlu olmaqla orta minerallaşması mənbədən mənsəbə doğru dəyişilir. Yay aylarında suvarma işlərində geniş istifadə edildiyindən çayın suyu mənsəbə doğru azalır (şəkil 5.6).

*Parağaçay* Gilançayın ən uzun və gursulu sol qoludur. Ordubad rayonu ərazisindən axır. Zəngəzur silsiləsinin Səpərdərə çayından (3827 m) başlanır. Uzunluğu 21 km, hövzəsinin sahəsi 40 km<sup>2</sup>-dir. Suyunun əsas hissəsini yeraltı sular (48%) və qar suları (40%), qismən də yağış sularından (12%) alır. Hövzəsində (Parağa kəndinin 12 kilometrliyində) içməyə yararlı olan bir qrup "Narzan" tipli mineral bulaqlar vardır. Çayın orta illik su sərfi

2,50 m<sup>3</sup>/san-dir. Çayda ən yüksək səviyyə may-iyul, ən aşağı səviyyə isə noyabr-fevral aylarında olur. Suyu orta minerallığa malik, hidrokarbonatlı-natriumludur. Parağaçaıdan suvarma işlərində geniş istifadə edilir.



Şəkil 5.6. Əlinca çay

*Sirabçay* Naxçıvançayın sol qoludur. Babək rayonu ərazisindən axır. Mənsəbindən 23 km məsafədə Naxçıvançayına tökülür. Uzunluğu 11 km, hövzəsinin sahəsi 29 km<sup>2</sup>-dir. Suyunun əsas hissəsini qar, yağış və qrunı sularından alır. Məşhur Sirab mineral su bulaqları çayın hövzəsində yerləşir. Orta illik su sərfi 1,55 m<sup>3</sup>/san-dir. Bunun 80-85%-i yaz-yay, 10-15%-i isə payız və qış fəsillərində keçir. Axımı əsasən yağış sularından (85%) əmələ gəldiyindən, bu dövrdə qısa müddətli daşqınlar olur, yağış kəsildən kimi daşqınlar qurtarır. Suyu mineral tərkibinə görə hidrokarbonatlı-kalsiumludur. Suvarma işlərində və Sirab su anbarının doldurulmasında istifadə edilir.

*Cəhriçay* Naxçıvançayın sağ qoludur. Babək rayonu ərazisindən axır. Başlanğıcını Dərələyəz silsiləsindən, Gəlinqaya dağdan (2320m) alır. Axımı qar (25%), yağış (21%) və yeraltı sulardan (54%) əmələ gəlir. Yaz-yay aylarında qar sularının əriməsi hesabına çayda daşqınlar əmələ qəlir. Bu zaman illik axımının 50-60%-ə qədəri keçir. Yay aylarında yağın yağışlar çayda sel hadisələrinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Çayın orta illik su sərfi 1,05 m<sup>3</sup>/san-dir. Bunun 50%-i yaz, 27%-i yay, 10%-i payız, 13%-i isə qış fəslində keçir. İntensiv suvarma dövründə illik axımının 10-12%-i axıdılır.

Suyu kimyəvi tərkibinə görə hidrokarbonatlı-kalsiumlu olmaqla orta minerallaşmaya malikdir. Cəhriçaydan suvarma işlərində istifadə edilir.

### 3. Göllərin təbii xüsusiyyətləri

Yer qabığı daim hərəkətdədir. Burada zəif (əsrlik) və sürətli (seysmik) hərəkətlər mövcuddur. Bu hərəkətlər geoloji tarixin əvvəlindən bu günə kimi davam edir. Yer in strukturunda qədim və davamlı lövhələr mövcuddur. Lövhələrin hüdudundan Yer in səthinə aramsız kristallik süxurlar çıxır. Bu zaman ən stabil strukturlarda belə müasir tektonik hərəkətlər müşahidə olunur. Amma müəyyən edilmişdir ki, Yer qabığının əsrlik hərəkəti landşaftı kəskin dəyişə bilmir. Bunun əksi olan digər effekt, sürətli hərəkət zəlzələlərin yaranmasına səbəb olur. Nəticədə güclü seysmik təkanlar böyük çatlar əmələ gətirir, qurunun və ya dənizin dibinin çox geniş sahələri ya yuxarı qalxır, ya da aşağı çökür, uçqun, çökmə və sürüşmələr baş verir. Bu proseslərin nəticəsində göllər yaranır [150].

Bu səbəbdən göl çökəklikləri tektonik buzlaq, çay, vulkan və s. mənşəli olur. Göllərin forması və ölçüsü dib çökəkliklərinin toplanması və sahillərinin yeni şəkə düşməsilə dəyişilir. Göllər axarlı və axarsız olur. Hər yerdə olduğu kimi axarlı göllər rütubətli və mülayim, axarsız göllər isə quraq iqlim sahələrinə xasdır.

Geoloji dövrlərdə göllərin dibində çoxlu miqdar göl çöküntüləri toplaşır. Göl çöküntüləri horizontal laylara malikdir. Bu laylarda müxtəlif növ çöküntü maddələri formalaşır. Soyuq iqlimli sahələrdə qum-gil qırıntı materialları, mülayim qurşaqlarda dəmir, silisium oksidi, kalsium karbonat, üzvi maddələr (torf, sapropel və s.), duzlu göllərin yayıldığı quru sahələrdə karbonatlar, xörək duzu, gips toplanır. Axarsız göllərdə isə dolomitli çöküntülər, soda və s. formalaşır.

Göllər göl kasası hüdudlarında təbii yolla suyun yığılması nəticəsində yaranan, dəniz və okeanlarla birbaşa əlaqəsi olmayan hidrosferin əsas komponentlərindən biridir. Planetoloji baxımdan göllər, ölçüləri nohur və dəniz arasında aralıq vəziyyətdə olan, vaxtı və məkanı stabil maye fazadır. Geologiya baxımından göl suların yığıldığı yerin dərinləşmiş hissəsinin quru çökəkliklərdə yerləşən su hövzəsidir.

Göllərin kimyəvi tərkibi uzun müddət sabit hesab edilir. Çaylardan fərqli olaraq göllərin tərkibindəki maddələr onların rejimini təyin edən əsas faktor deyil. Buna baxmayaraq suyunda duzların miqdarı çox olan mineral göllər xüsusi qrup təşkil edir.

Göllər dünya okeanının hissəsi deyil, amma onların sularında davamlı kimyəvi reaksiyalar baş verir. Bir element sudan gölün dibindəki

çöküntüyə keçir, digərləri isə əksinə çöküntüdən sulara daxil olur. Göllərdə axın olmadığına görə, sularının tədricən buxarlanması nəticəsində duzların qatılığı artır. Təbii qanunauyğunluğun nəticəsi kimi minerallaşma və duz tərkibi kifayət qədər dəyişikliyə məruz qalır.

Böyük göllərin (məsələn, Xəzər dənizinin) su kütləsinin istilik ətalətinin yüksək olması ətraf ərazilərin iqlimini yumşaldır, illik və mövsümi meteoroloji elementlərin dəyişməsinə azaldır. Göllərin dibinin forması, ölçü və relyefi dibə çökmələr hesabına kifayət qədər dəyişkəndir. Göllərin yenilənməsi relyefin, düzənlik və qabarıqların yeni formalarını yaradır [151]. Göllər, xüsusən də su anbarları qrun suları səthinin qalxmasına səbəb olur, bu da öz növbəsində yaxın quru sahələrin bataqlıqlaşmasına yol açır. Üzvi və mineral hissəciklərin göllərdə fasiləsiz yığılması dib çöküntülərin qalın təbəqələrini əmələ gətirir. Müəyyən şəraitdə onlar üzvi mənşəli dağ süxurlarının yaranmasına səbəb olur.

Yer kürəsi göllərinin ümumi sahəsi təqribən  $2,7 \text{ mln} \cdot \text{km}^2$ , həcmi isə  $230 \text{ min km}^3$ -dir. Dünyanın ən böyük gölləri Xəzər dənizi, Yuxarı göl, Aral dənizi, Huron, Miçiqan və s.-dir. Azərbaycanda təqribən 250 göl mövcuddur. Göllərin həm su ehtiyatları, həm də onlardan alınan məhsullardan xalq təsərrüfatında geniş istifadə olunur (cədvəl 5.5).

Göllər mənşəyinə, suyunun tərkibinə, axarlılığına və coğrafi yerləşməsinə görə səciyyələnir. Mənşəyinə görə göllər tektonik, buzlaq mənşəli, uçqun və sürüşmədən yaranan bənd göllərinə, axmaz və ya çay-dərə göllərinə ayrılır. Bu baxımdan Xəzər dənizinin qalıq və ya relik göllərini ayrıca qeyd etmək lazımdır. Suyunun tərkibinə və axarlılığına görə Azərbaycanda göllər aşağıdakı qaydada sıralanır: 1. Şorsulu (axarsız) göllər, əsasən Abşeron-Qobustan və Acınohur-Ceyrangölün arid iqlim şəraitinə malik ərazilərində yaranmışdır. 2. Şirinsulu (axarlı) göllər əsasən dağlıq ərazilərdə yerləşir. Sahəsinə görə ən böyük göl-Sarısu ( $15 \text{ km}^2$ ), ən dərin göl isə Göygöldür (95 m). Coğrafi yerləşməsinə görə göllər aşağıdakı qaydada adlanır: Naxçıvan Muxtar Respublikasında Batabat, Qanlıgöl və s. Biçənək aşırımının cənub hissəsində bulaq və qar suları ilə qidalanan bataqlıq sahələrinin qabağına bənd çəkilərək həcmi artırılmış və bir-birinə yaxın Batabat gölləri, Böyük Qafqazda Tufangöl, Ağzıbirçala gölləri, Kiçik Qafqazda Böyük və Kiçik Alagöllər, Qaragöl, Göygöl.

Göygöl və bundan əlavə 7 göl: Maralgöl, Zəligöl, Ördəkgöl, Ağgöl, Şamlıgöl, Ceyrangöl və Qaragöl 1139-cu ildə baş verən zəlzələ zamanı Kəpəz dağının uçaraq Ağsu çayının qarşısını kəsməsi nəticəsində yaranmışdır.

d) Kür-Arazda Sarısu, Mehman, Candar, Hacıqabul gölləri;

e) Abşeronda Böyükşor, Bülbülə, Masazır, Binəqədi və Qanlıgöl Xəzər dənizinin qalıq gölləridir.

Cədvəl 5.5. Aərbaycan Respublikası ərazisindəki göllərin ümumi xarakteristikası

No	Göllərin adı	Dəniz səviyyəsindən hündürlüyü (m)	Sahəsi hektar	Sutoplayıcı hövzəsinin sahəsi (km <sup>2</sup> )	Mineral tərkibi mq/l
1.	Ağ nohur	1357	0,5		333,0 hidrokarbonatlı-Na, Ca-lu
2.	Böyük göl	2729	5,0	129	53-59 hidrokarbonatlı
3.	Böyük şor göl	4,0	11 km <sup>2</sup>	78	20-40 q/l hidrokarbonatlı-Na-lu
4.	Qanlı göl (Sumqayıt)	1250	3,0	18	59-65 hidrokarbonatlı-Na-lu
5.	Qara göl (Sumqayıt)	1350	0,4		722 hidrokarbonatlı-Na, Ca-lu
6.	Qara göl Dəvəçi	1408	2,4	129	300 hidrokarbonatlı-Na, Ca-lu
7.	Ismayıl bəy (Qutqaşenli göl)	3350	2,5	20,0	57 hidrokarbonatlı- Ca-lu
8.	Göy göl	1556	79	24 mln	200-300 hidrokarbonatlı-Na, Ca-lu
9.	Məral göl	1902	23	5,33	210 hidrokarbonatlı-Ca-lu
10.	Pəriçinqil ala göl (Laçın)	2974	72	9,01	47-65,0 hidrokarbonatlı-sulfatlı
11.	Pəriçinqil qara göl (Kəlbəcər)	2961	94	29,12	44,0 hidrokarbonatlı-sulfatlı
12.	Şamxor göl	3373	34		232 hidrokarbonatlı-Ca-lu
13.	Fəxrəküş göl	900	30	12,5	1000 hidrokarbonatlı-Na-lu
14.	Candal göl	380	25	12,0	500 hidrokarbonatlı-Ca-lu

Azərbaycanın ərazisinin çox hissəsi quraqlıq olduğundan, daim su problemi yaranır. Müəkkəb fiziki-coğrafi şəraitə malik ölkəmizdə yağıntının fəsillər üzrə qeyri-bərabər paylanması suya tələbatı artırır. Ölkə ərazisindəki çayların illik axımının 10-15%-ə qədər vegetasiya dövrünə təsadüf etdiyindən, becərilən sahələrin suvarılmasında çətinliklər yaranır. Bu səbəbdən respublikada becərilən əkin sahələrinin 85%-ə qədər süni suvarmaya möhtacdır. Problem ayrı-ayrı çaylardan kanalların çəkilməsi, əlverişli şəraitdə yerləşən təbii göllərin həcmi artırılıb süni göllər yaradılması ilə həll edilir. Müxtəlif su anbarları, əvvəllər göl olub, sonradan su anbarına çevrilmiş sututarlar inşa edilmişdir (cədvəl 5.6). Respublikada bir-birinin ardınca inşa edilən su anbarları kompleks energetika, su təchizatı, balıqçılıq və suvarmada geniş istifadə olunur.

Su resurslarına, çay, göl və sututarların rejimlərinə ölkə su obyektlərinin misalında antropogen təsirlər hərtərəfli öyrənilmiş, su ehtiyatlarının istifadə səmərəliliyinin artırılma tədbirləri qeyd edilmiş və hidrokimyəvi proseslərə təsərrüfat fəaliyyətinin mənfi nəticələrinin azaldılması yolları göstərilmişdir.



Şəkil 5.7. Azərbaycanda su anbarı

Cədvəl 5.6. Azərbaycan Respublikası ərazisindəki su anbarlarının ümumi xarakteristikası

Nö	Adları	Dəniz səviyyəsində n hündürlüyü (m)	Tutumu mln·m <sup>3</sup>	Sahəsi hektar	Temperaturu °C	Minerallığı, mq/l
1.	Mingəçevir	-	250	625 km <sup>2</sup>	24-17	444,5 hidrokarbonatlı Ca-lu
2.	Alvadi	10,0	-	19,2	28-30	427,05 hidrokarbonatlı Ca-lu
3.	Aşıqbayramlı	6,0	4,0	120	28-30	490,0 hidrokarbonatlı Ca-lu
4.	Yekəxana	18,0	19,0	370	28-30	650 hidrokarbonatlı Ca-lu
5.	I Göndələnçay	500	2,2	42,0	28-30	500 hidrokarbonatlı Ca-lu
6.	II Göndələnçay	500	4,0	52	28-30	550 hidrokarbonatlı Ca-lu
7.	Nohur qışlaq	700	8,0	240	28-29	600 hidrokarbonatlı Ca-lu



#### 4. Naxçıvan Muxtar respublikası ərazisindəki göllərin ümumi mənzərəsi

Naxçıvan Muxtar Respublikasının çay şəbəkəsi müxtəlif mənşəli göllərlə zəngindir. Regionda iyirmiyədək göl mövcuddur, bunların sahəsi və həcmi kiçikdir. Qeydiyyatda alınan göllərin əksəriyyətinin sahəsi 10 hektardan azdır. Muxtar respublikada mövcud olan göllərin ümumi xarakteristikası cədvəl 5.7-də verilmişdir.

Cədvəl 5.7. Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisindəki göllərin ümumi xarakteristikası

Göllər	Dəniz səviyyəsindən hündürlüyü (m)	Tutumu (mln·m <sup>3</sup> )	Sahəsi hektar	Tempera-turu °C	Minerallığı, mq/l və kimyəvi tərkibi
Göygöl	3065	1,0		16-18	90,0 hidrokarbonatlı Na-lu
Salvartı (Pirigöl)	2843	1,0		18	50-95 hidrokarbonatlı Ca-lu
Qanlıgöl	2424	1,2	10,2	18,0	75-136,6 hidrokarbonatlı
Batabat	2113	1,8	10,0	10,5	900-146 hidrokarbonatlı Ca-lu
Qaraçuğ göl	1200	2,0	22,6	25,5	400 hidrokarbonatlı Na-lu

Ərazinin göl çalalarının formalaşmasında tektonik hərəkətlərin və bulaqların rolu böyükdür. Ümumiyyətlə yerüstü su hövzələrinin əmələ gəlməsində ərazinin hidrodinamik anomaliyası böyük əhəmiyyət daşıyır. Tektonik aktiv cavan geoloji strukturların daxil olduğu hidrodinamik anomalialar Şimali Qafqazın artezian hövzələrinə aiddir. Bu anomaliaların yüksək seysmik ərazilərə yaxınlığı təsadüfi deyildir. Artıq məlumdur ki, yeraltı suların yüksək təzyiqi və seysmik fəaliyyəti eyni ərazinin müasir tektonik aktivliyindən qaynaqlanır. Görünür ki, bu ərazilərdə yeraltı suların yüksək təzyiqi həm də onların seysmik rejiminə təsir edir. Bu həmçinin ərazinin termodinamik şəraitinə də təsir göstərir. Nəticədə seysmik aktivliyi ilə atmosfer yağıntıları, yerüstü və yeraltı sular arasındakı asılılıq yaranır. Naxçıvan Muxtar respublikası yeraltı sularla zəngin olduğundan bu proseslər göllərin formalaşmasına öz təsirini göstərir [43]. Yer qabığının çatlarında güclü təzyiq nəticəsində qırılmalar su ilə dolur və bu proses tədricən böyük sahələri əhatə edir. Muxtar respublika üçün buzlu göllər xarakterik deyil. Öz mənbə-

yinə görə Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisinin gölləri tektonikdir. Ərazinin bəzi gölləri isə çökəkliklərdə yeraltı suların məxsusi dinamika ilə periodik olaraq itməsi və yaranması nəticəsində əmələ gəlmişdir.

Muxtar respublikada xeyli sayda süni göllər mövcuddur. Bu göllər məqsədyönlü surətdə yaradılmış, müxtəlif təyinatlı sututarlar, gölcük, nohur və su anbarlarıdır. Son illər muxtar respublika ərazisində bir neçə su anbarı (Arpaçay, Uzunoba, Nehrəm, Heydər dəryaçası, Qahab, Sirab, Bənəniyar, Xok və s.) yaradılmışdır. Araz su qovşağı su anbarının bir hissəsi muxtar respublikanın ərazisində yerləşir.

Bu hidrotexniki komplekslər çayların axımını həm mövsümi, həm də qismən çoxillik tənzimləyir, ərazi üçün xarakterik olan daşqınların təhlükəsini azaldır. Naxçıvan Muxtar Respublikasında mövcud olan əsas sututarların ümumi göstəriciləri cədvəl 5.8-də verilmişdir.

Vəziyyətinə görə göllər yerüstü və yeraltı olur. Muxtar respublika ərazisindəki göllər yerüstü göllərə daxildir. Bu göllər muxtar respublikanın su dövrənində fəal iştirak edir. Bəzi hallarda ərazinin gölləri yuvenil (öz-özünə yaranan) sularla zənginləşir.

Muxtar respublikada mövcud olan göllər tərkibindəki maddələrin qidalılığına görə üç növə ayrılır:

Cədvəl 5.8. Naxçıvan Muxtar Respublikasında sututarların ümumi xarakteristikası

Sututarlar	Dəniz səviyyəsindən hündürlüyü (m)	Tutumu (mln·m <sup>3</sup> )	Faydalılıq sahəsi min·ha
Araz	777	1254	22,0
Arpaçay	959	150	40,0
Heydər dəryaçası	1147	100	56,0
Bənəniyar	1200	15,0	6,0
Uzunoba	1000	9,0	1,0
Sirab	1077	9,0	4,0
Nehrəm (I,II)	900	6,0	3,9
Xok	800	3,0	3,5
Batabat (I,II,III)	1100	3,0	3,0
Qahab	1043	2,0	1,0
Qıvraq	921	1,0	1,0

1) Oliqotrof – müəyyən miqdar qida maddələrinə malik göllərdir. Bu göllərdə böyük və ya orta dərinliklər, kifayət qədər su kütləsi ilə xarakterizə olunur [152]. Onlar şəffafdır, suların rəngi mavidən yaşıla doğru dəyişilir.

Dərin və orta hissələrə nisbətən üst hissələrdə yüksək miqdar oksigen (60%-ə qədər) olur. Şahbuz rayonu ərazisindəki göllərin əksəriyyəti oliqotrof göllər



Şəkil 5.8. Biləv Su Anbarı

2) Evtrof göllər qida maddələri ilə zəngin, yaxşı isinmiş, şəffaflığı nisbətən az, rəngi yaşıldan tünd boza qədər dəyişilən, dibi üzvi lillərlə örtülü olması ilə xarakterikdir. Muxtar respublika ərazisində bu tip göllərə az təsadüf edilir.

3) Üçüncü növ göllər distrof- qida maddələri ilə kasıb göllər, az şəffafdır, sarı və ya boz rəngi ilə fərqlənir. Humin maddələrinin böyük miqdarı ilə səciyyələnir. Bu göllərin suyunun minerallaşması aşağıdır. Üzvi maddələrin oksidləşməsi hesabına bu növ göllərdə oksigenin miqdarı da azdır. Muxtar respublika ərazisində bu göllərə təsadüf edilmir.

Şahbuz rayonu ərazisinin göllərindən əlavə muxtar respublika ərazisinin əksər gölləri birinci tip göllərə aiddir. Onlar şəffaf, mavi-yaşıl rəngli, orta dərinlikli, müəyyən miqdar qida maddələrinə malik göllərdir.

Ərazinin göllərinin üst hissəsində oksigenin hesabına fotosintez inkişaf edir, bu zaman su bitkiləri suya sərbəst oksigen verir. Göllərin dərin qatlarında isə fotosintez baş vermir, orada ancaq oksigen tələb edən üzvi maddələrin parçalanması prosesi gedir. Nəticədə oksigenin miqdarı azalır. Lilli yerlərdə sərbəst oksigen tamamilə itir və reduksiyaedici mühit inkişaf edir. Göllər üçün aşağıdakı oksidləşmə-reduksiya zonallığı xarakterikdir:

yuxarı hissə-oksidləşmə zonası, aşağı hissə-reduksiyaedici zona. Göllər digər biokos sistemlərdə də müşahidə olunan zonallığın əyani modelidir.

## 5. Muxtar respublikanın göllərinin hidro-kimyəvi xüsusiyyətləri

Muxtar respublikada göllər minillər ərzində formalaşaraq öz təbii vəziyyətlərini yaratmışlar. Quru iqlim şəraitində göllər bəzən davamlı qidalanmadan məhrum olmuş, onların sahəsi və su həcmi azalmış, bəzən isə tamamilə qurumuşlar (məsələn, Qaraçuq gölü). Ona görə də muxtar respublika ərazisindəki göllərin təbii rejim xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi və göllərin ekoloji şəraitinin yaxşılaşması istiqamətində aparılan tədqiqatlar böyük əhəmiyyətə malikdir.

Muxtar respublika ərazisindəki göllər və onların ətraflarında aparılan tədqiqatların nəticələri göstərir ki, muxtar respublika çay-göl sistemi əsas qidasını Zəngəzur silsiləsi yamaclarından axan çayların suyundan, qar, yağış və yeraltı sulardan alır. Göllərin əsas morfometrik xüsusiyyətləri (su səthinin sahəsi, maksimal dərinliyi, orta dərinliyi, uzunluğu, maksimal eni, orta eni, sahil xəttinin uzunluğu, su həcmi) öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, göl çalalarının quruluşları sadədir, min illər akkumulyasiya olan çay gətirmələri, sahillərin abraziya materialları, hidrobiontların qalığı və s. çalaların formasını bəsitləşdirmişdir. Göl çalasına müxtəlif miqdarda səth, yeraltı və atmosfer suları toplanaraq zamanla göllərin su balansını formalaşdırır. Su balansının strukturuna ilin hidrometeoroloji şəraiti, göllərə daxil olan su kütlələrinin həcmi, kimyəvi xassələri, çalaların morfoloji quruluşu və morfometrik ölçüləri təsir edir. Ərazidəki göllər su balansı strukturuna görə axarsız, bəzən də axarlı göllərə aid edilir.

Muxtar respublika ərazisindəki göllərin suyunun temperaturu zaman və məkanla dəyişərək atmosfer, su kütləsi və dib çöküntüləri arasında istilik mübadiləsini özündə əks etdirir. Gölə daxil olan istiliyin su kütləsi və dib çöküntülərində paylanması ilə istiliyin mövsümlər üzrə dəyişməsi prosesi gölün temperatur rejimi adlanır [44]. Müəyyən edilmişdir ki, gölün temperatur rejimi su kütləsində baş verən bir sıra dinamik və biokimyəvi proseslərə təsir edərək su mühitinin təbii və ekoloji şəraitini formalaşdırır. Muxtar respublika ərazisindəki göllərin temperatur rejimi öyrənilmiş, fəsilələr üzrə temperatur dəyişmələri cədvəl 5.9- da verilmişdir.

Cədvəl 5.9- dan göründüyü kimi muxtar respublika ərazisindəki göllərin temperatur rejimində müəyyən yaxınlıq mövcuddur. Ən yüksək temperatur iyul ayında, ən aşağı temperatur isə dekabr, yanvar, fevral aylarında müşahidə edilir. Su temperaturunun illik dövriyyəsi mövsümi xassələri

Cədvəl 5.9. Muxtar respublika ərazisindəki göllərin temperatur rejimi

Aylar	T °C maks		
	Göygöl	Qanlıgöl	Batabatgöl
I	3,2	3,5	3,0
II	3,5	4,0	4,0
III	9,0	7,0	10,1
IV	10,5	10,5	11,0
V	17,0	12,5	14,0
VI	18,0	17,0	16,0
VII	18,5	18,0	17,5
VIII	17,6	17,5	17,0
IX	16,5	16,5	15,0
X	15,5	15,0	13,5
XI	10,5	11,0	9,5
XII	4,5	4,0	3,5

özündə təzahür etdirərək dörd mərhələni (yaz-ısınmə, yay-isti, payız-soyuma, qış-soyuq) əhatə edir.

Yaz və payız mərhələləri nisbətən qısa dövrü əhatə edir. Yay isti dövrünün maksimumu havaların temperatur şəraitindən asılı olaraq iyul-avqust aylarını əhatə edib, 20-30<sup>0</sup>C arasında dəyişilir [153]. Qış aylarında göllərin su səthinin temperaturunun 3-4<sup>0</sup>C və daha aşağı enməsi gölün soyuma dövrünün başlanğıcını əks etdirir. Müəyyən edilmişdir ki, bu dövrdə dib çöküntülərinin temperaturu su kütləsinin temperaturundan bir neçə dərəcə yüksək olur. Göllərdə orta dərinliyin olması su kütləsinin tez isinməsinə və günəş radiasiyası ilə daxil olan istiliyin böyük miqdarının buxarlanmaya sərf olunmasına şərait yaradır. Muxtar respublika gölləri epitermik və istisulu hesab edilir. Bəzi şiddətli istilər müşahidə edilən yay fəslində göllərdə suyun temperaturu 35<sup>0</sup>C-dək yüksələ bilər.

*Göllərdə su kütləsinin optik xassələri.* Su kütləsinin optik xassələrinin formalaşması gölü əhatə edən landşaftın xüsusiyyətlərindən asılıdır. Burada qida mənbələri, su kütləsi, dib çöküntülərində baş verən fiziki, kimyəvi, bioloji proseslər və onların intensivliyindən söhbət gedir. Optik xassələrə suyun şəffaflığı, rəngi, rəngliliyi, dadı və qoxusu aiddir.

*Suyun şəffaflığı* suda görünmə dərinliyini müəyyən edir. Suyun şəffaflığı iki üsulla: 1) Ağ rəngli Sekki diskinin görünmə sərhədi kimi, m-lə; 2) Analiz olunan su nümunəsinin standart şriftinin görülüb seçilməsi, dərəcə ilə təyin edilir.

Göl sularının rəngi- su kütləsinin fiziki xüsusiyyətlərini, rəngliliyi isə suyun keyfiyyət xassəsini əks etdirir.

Suyun rəngi işıq şüalarının suya daxil olaraq udulan və oradan əks olub dağılan spektrlər ilə xarakterizə edilir. Bu ölçmə Sekki diski və Forel-Ule rəng şkalasının köməyi ilə nisbi olaraq gözlə təyin edilir.

Suyun rəngliliyi isə keyfiyyət göstəricisi olub, su kütləsinin rənglənmə dərəcəsinin intensivliyini müəyyən edir. Müəyyən dərinliklərdəki su nümunələrinin rəngliliyi laboratoriya şəraitində platin-kobalt şkalası ilə, kolorimetrik üsulla təyin edilə bilər. Muxtar respublika göllərində aparılan müşahidələrin nəticəsi göstərir ki, yay mövsümündə şəffaflığın azalması suyun rəngliliyini artırır. Müəyyən edilmişdir ki, su kütlələrinin rəngliliyinə bir sıra amillər, o cümlədən antropogen mənşəli tullantılar da təsir edir.

*Göllərin orqonoleptik xassələri.* Bu xassələr suyun qoxusu və dadını xarakterizə edir. Axarlı göllərdən fərqli olaraq axarsız göllərdəki çürüntü maddələri çox olduğundan dib çöküntülərində akkumulyasiya və çürümə prosesini artırır. Bunlar, habelə antropogen mənşəli axıntılar, hidrobiontların növ müxtəlifliyi və s. sulara qoxu və dad yaradan amillərdir.

*Suyun qoxusu* sudan diffuziya olan qoxulu aerozolların insanların (qismən də heyvanların) burun dəliklərindəki selikli qişanın səciyyəvi qıcıqlandırma xassəsidir. Təbii mənşəli qoxular: aromatik, bataqlıq, çürüntü, balıq, hidrogen sulfid, bitki və s. xassəli olur. Qoxunun intensivliyi 0-5 ballıq, azdan-çoxa doğru ardıcılıqla cədvəl üzrə qiymətləndirilir. Tədqiq edilən göllərdə suyun qoxusu qeyri- müəyyən və bəzən aromatik-bitki, bəzən də bataqlıq-çürüntü xassəli olub, intensivliyinə görə 2-4 balla qiymətləndirilir. Bu hallarda qoxunun intensivliyi mülayim qəbul edilir və müəyyən dərəcədə hiss olunur. Göl sularındakı qoxunun müəyyən dövr və fəsillər üzrə dəyişməsinə suyun temperaturu, pH göstəricisi, biokimyəvi şəraiti təsir edir.

*Göl sularının dadı və tərqi* isə onun digər dad xassəsini müəyyən edir. Sulara həll olmuş duzlar, turşu, qələvi, qaz və üzvi maddələr, habelə antropogen mənşəli tullantılar (kommunal-məişət çirkəbləri, sintetik səthi aktiv maddələr və s.) su kütləsində dadın formalaşmasına təsir edən amillərdir. Göl suları dadına görə dörd əsas tipə ayrılır: duzlu, turş, şirin və acı. Digər dad xassələri suyun tərqi bildirir.

Diyarın ərazisindəki göllərdə su kütləsinin dadı şirin sulara yaxın olub, minerallaşma dərəcəsi asılı olaraq dəyişir. Beləliklə, tədqiq olunan göllərdə su kütləsinin işıq şüalarını keçirmə qabiliyyəti fotosintez zonasının dərinliyini və suyun temperaturundan asılı olaraq, göllərdəki bioloji proseslərin intensivliyini tənzimləyir. Göl sularının fiziki göstəricilərini əks etdirən bu xassələr öz növbəsində göllərin ekoloji xüsusiyyətlərinin formalaşmasına şərait yaradır.

Göllərin su kütləsinin kimyəvi tərkibi təbii və antropogen amillərin təsiri ilə formalaşaraq zamanla çirklənmə və minerallaşmaya doğru dəyişilir. Göl sularının hidrokimyəvi xassələrinin formalaşmasına fiziki-coğrafi amillər (iqlim, relyef, aşınma, səth suları ilə əlaqə, torpaq örtüyü və s.); geoloji amillər (hidrogeoloji şərait, süxurların litoloji tərkibi və s.); fiziki- kimyəvi amillər (suların tərkibindəki elementlərin xüsusiyyətləri, turşu-qələvi və oksidləşmə şəraiti, kation mübadiləsi və s.); bioloji amillər (bitki və canlı orqanizmlərin müxtəlifliyi, ehtiyatı, kütləsi, fəaliyyəti və s.); antropogen amillər (insan fəaliyyəti ilə əlaqəli təsirlər) təsir göstərir.

Göllərdən kimyəvi analiz üçün götürülmüş su nümunələrinin təhlili göstərir ki, minerallaşma dərəcəsi 1,0-45 q/m<sup>2</sup> arasında dəyişilir. pH göstəricisi 6,1-8,95, ümumi codluq 20,5-850,0 mq- ekv/dm<sup>3</sup> arasında dəyişilir. Müəyyən edilmişdir ki, göl sularında kationlardan qələvi metallar, kalsium və maqnezium üstünlük təşkil edir. Bu ardıcılıq aşağıdakı kimi dəyişilir: (Na<sup>+</sup>+ K<sup>+</sup>) < Mg<sup>2+</sup> < Ca<sup>2+</sup>, anionlarda isə SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> < Cl<sup>-</sup> < HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Göllərin su kütləsində xlorid və sulfat ionlarının miqdarı bir-birinə yaxındır. Anionlardan HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ionları, kationlardan isə Ca<sup>2+</sup> ionları üstünlük təşkil edir. Buna görə də əksər göllərin suları hidrokarbonatlı-kalsiumludur.

Muxtar respublika ərazisinin su kütlələrinin kimyəvi tərkibi təbii və antropogen amillərin təsiri ilə formalaşır. Bu fiziki-coğrafi, geoloji, fiziki-kimyəvi, bioloji və antropogen amillərdir. Fiziki-coğrafi amillərə iqlim, relyef, aşınma, torpaq örtüyü və s. daxildir. Geoloji amillərə hidrogeoloji şərait, süxurların litoloji tərkibi və s. aiddir. Su kütləsinin kimyəvi tərkibinə təsir edən fiziki- kimyəvi amillər isə göl sularını təşkil edən elementlərin kimyəvi xüsusiyyətləri, turşu-qələvi və oksidləşmə- reduksiya şəraiti, kation mübadiləsi və s.-dir. Göl sularının tərkibindəki bitki və canlı orqanizmlərin müxtəlifliyi, ehtiyatı, kütləsi, fəaliyyəti və s. bioloji amillər qrupuna aiddir. Göl ətrafı ərazilərdə yaşayan insanlar və onların fəaliyyəti ilə bağlı bütün təsirlər antropogen təsirlərə aid edilir. Göllərin dib çöküntülərinin mineraloji və kimyəvi tərkibinin formalaşması bütün geoloji dövr ərzində, yəni çalalarının yarandığı vaxtdan müasir dövrə kimi davam etməkdədir. Göllərdə dib çöküntülərinin formalaşması aşağıdakı istiqamətlərdə gedir:

1. Sahil zonasında süxurların parçalanma məhsulları;
2. Çay suları ilə vaxtaşırı daxil olan gətirmələr;
3. Atmosfer yağıntıları nəticəsində göl çalalarına daxil olan süxurlar;
4. Atmosferdən aramsız çökən toz hissəcikləri;
5. Məhv olmuş homogen və biogen mənşəli hissəciklər və hidrobiot qalıqlarının çökmə məhsulları;
6. Antropogen mənşəli tullantılar və onların çökmə məhsulları.

Göllərin dib çöküntülərində üzvi maddələrin miqdarı 15-25% arasında dəyişilir. Göllərin su-dib sərhədindəki lillərin üst hissəsi yarım maye, yumşaq və özlüdür. Onların dominant rəngi qaramtıl və qonur çalarlıdır. Dərin hissələrdə lillər spesifik iyli, mərkəzə yaxın hissələrdəki lillər bir qədər kəskin iyə malikdir. Dib çöküntülərinin kimyəvi tərkibi,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  və  $\text{Mg}^{2+}$ , ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) ionlarının miqdarı (ml/100q) öyrənilmişdir. Cədvəl 5.10- da göllərdə dib çöküntülərinin kimyəvi tərkibi verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi tədqiq edilən göllərin üst və aşağı hissələrində dib çöküntülərinin kimyəvi tərkibi bir-birindən xeyli fərqlənir.

Cədvəl 5. 10. Göllərdə dib çöküntülərinin kimyəvi tərkibi

Göllərin adı	Nümunələrin yeri	$\text{CaCO}_3$ -un miqdarı ml/100q	Anionlar			Kationlar		
			$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Cl}^-$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
Batabat	Üst hissə	59,1	40,5	0,25	46,5	20,1	20,5	1,7
	Dərin hissə	56,5	41,0	1,2	47,0	19,5	21,0	1,75
Göygöl	Üst hissə	57,9	42,5	-	41,5	17,0	21,0	1,6
	Dərin hissə	58,5	40,7	0,35	40,0	19,0	19,0	1,9

Kimyəvi analizin nəticələrinə görə göl sularında qələvi metallar üstünlük təşkil etsələr də, dib çöküntülərində onların miqdarı cüzdür. Dib çöküntülərində kalsium həm yüngül fraksiyalarda  $\text{CaCO}_3$  şəklində, həm də ion şəklində mövcud olduğundan onun miqdarı çox olur. Dib çöküntülərinin yüngül fraksiyasında çöl şpatı, kvars və gil hissəcikləri də mövcuddur.

Cədvəl 5.11. Dib çöküntülərində mikroelementlərin miqdarı (mq/kq)

Göllərin adı	Mikroelementlər (mq/100ml)										
	V	Mn	Ba	Cu	Zn	Pb	Sb	Bi	Ni	Cd	Mo
Göygöl	111,5	10,5	8,92	5,00	4,35	3,55	1,85	1,78	17,0	0,25	0,15
Batabat	110,0	100,0	86,5	45,0	40,5	34,5	15,0	14,5	14,0	1,9	1,7
Qanlıgöl	112	105	85,0	44,0	37,0	33,0	10,5	11,0	10,5	1,5	1,5



Müəyyən edilmişdir ki, təbii rejimin dövrlər üzrə dəyişməsi bir sıra dib çöküntülərində mikroelementlərin miqdarının azalmasına səbəb olmuş, bəzi mikroelementlərin miqdarı isə əksinə artmışdır [44]. Dib çöküntülərində geniş yayılmış elementlərdən Si, Al və Fe-in miqdarı isə müvafiq

$$\frac{Si}{295,0} > \frac{Al}{100,5} > \frac{Fe}{92,5} \quad \text{mq/100ml}$$

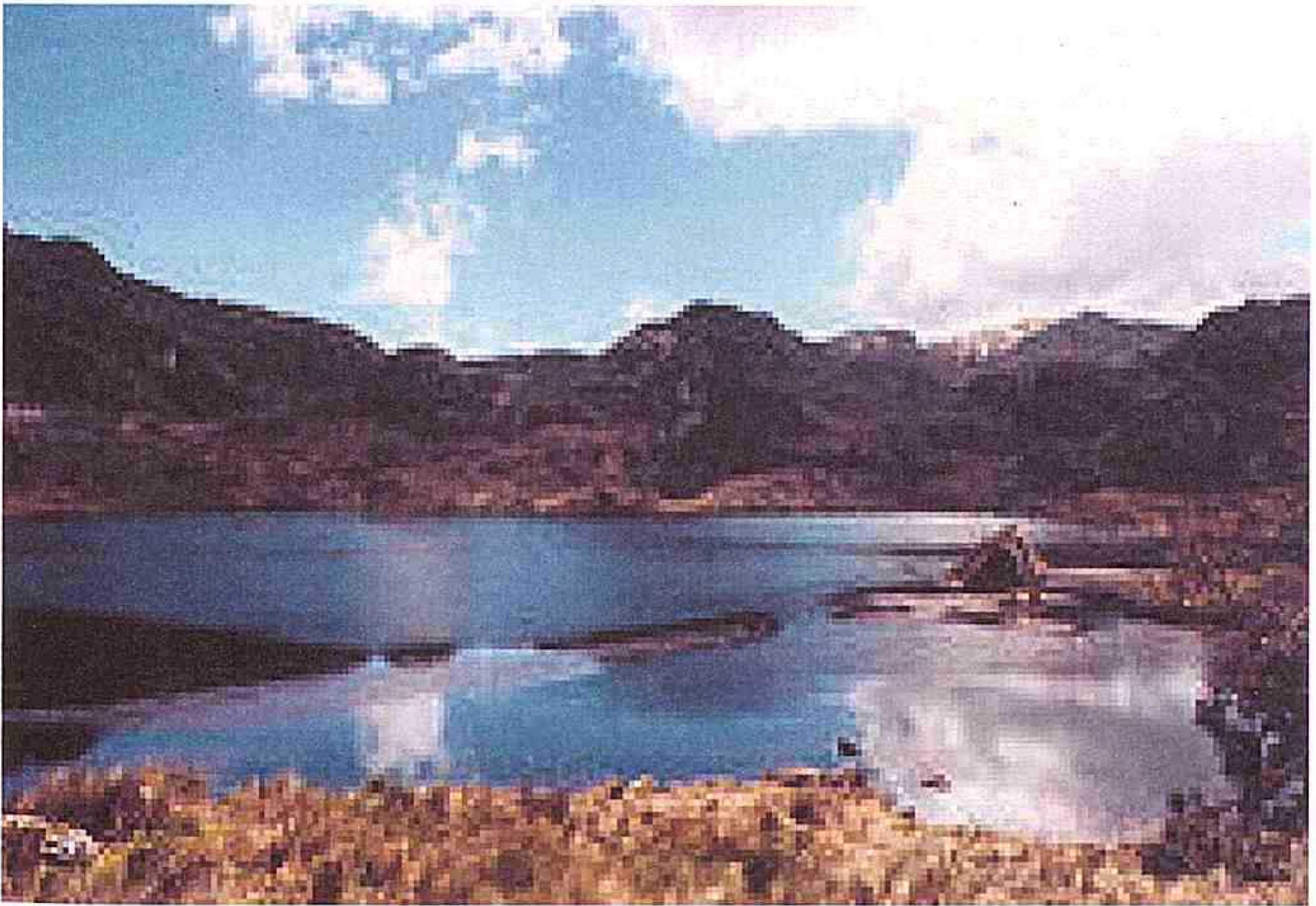
qanunauyğunluqla azalır. Standart nümunələrdə Mn, Si və Al-un tərkibi xüsusi analiz vasitəsilə öyrənilmiş və dib çöküntülərində mikroelementlərin miqdarı da eyni üsullarla təyin edilmişdir [9]. Göllərin dib çöküntülərində tədqiq edilən elementlərin müəyyən qədər normadan artıq olması mühitdə baş verən geokimyəvi dəyişmələr, antropogen axıntıların və qrunut sularının göllərə daxil olması ilə əlaqəli olub, göllərin şirin su qidasının azalmasına, duzlu və nisbətən duzlu suların formalaşmasına və təbii rejimin pozulmasına səbəb olur. Muxtar respublika ərazisindəki göllərdə təbii rejimin tənzimlənməsi üçün antropogen axıntıların miqdarı və göllərin ekoloji tarazlığı, onların sağlamlaşdırılması və daha səmərəli istifadəsi üçün müəyyən tədbirlər görülür.

Minerallaşmasına görə göllər şirin, ultraşirin, mineral (duzlu), duzlu-təhər və ifrat duzlu növlərə ayrılır [154]. Muxtar respublika ərazisindəki göllər mineral göllər növünə aiddir. Bu göllər də öz növbəsində kimyəvi tərkibinə görə karbonatlı, sulfatlı və xloridli (duzlu) qruplara ayrılır. Kimyəvi tərkibinə görə Göygöl və Salvartı gölləri xloridli, Batabat və Qanlı göl karbonatlı göllər qrupuna aiddir.

*Batabatgöl* Şahbuz rayonu ərazisində Naxçıvançay hövzəsinin yuxarı hissəsində, Biçənək aşırımının cənub tərəfində (2113 m) yerləşir. Gölü əhatə edən yamaqların hündürlüyü 50-150 m-ə qədərdir. Biçənək aşırımının cənub hissəsində vaxtilə səthi torf ilə örtülmüş, əsas suyunu Zorbulaq, qismən də qar və yağış sularından alan 5 bataqlıq sahəsi mövcud olmuşdur. Onların əlverişli şəraitdə yerləşmələrini nəzərə alaraq bataqlıqların üçünün qabağına bənd çəkilmiş və su anbarına çevrilmişdir. Batabatgöl qeyd edilən çökəkliklərdən ən böyüyüdür. Əsas suyunu şimal-şərq tərəfdən ona tökülən Zorbulaqdan alır (60%). Batabatgölün uzunluğu 530 m, orta eni 302 m, sahil xəttinin uzunluğu 1800 m, əyrintilik əmsalı 1,36-dır. Ümumi sahəsi 10 hektar, həcmi 1,8 mln.m<sup>3</sup>-dir. Kimyəvi tərkibi mövsümdən asılı olaraq dəyişilir. Yazda mineral maddələrin ümumi miqdarı 90 mq/l, yayda 98,8 mq/l, payızda 146,0 mq/l olduğu müəyyən edilmişdir. Suyu hidrokarbonatlı-kalsiumlu sular qrupuna aiddir. Zorbulağın gölə töküldüyü yerdə minerallığı 124 mq/l-ə bərabərdir. Göldə suyun şəffaflığı 30-50 sm arasındadır. Gölün

suyundan əkin sahələrinin suvarılmasında və mal - qaranın su ilə təmin olunmasında istifadə edilir.

*Qanlıgöl* Şahbuz rayonu ərazisindədir. Naxçıvançayın sağ qolu Kü-küçayın mənbə hissəsində yerləşir. Keçəldağ zirvəsinin (3119 m) 2,5 km cənub qərbindən (2424 m) başlanır. Göl ilk dəfə XVI əsrin axırlarında Heydər xan tərəfindən süni gölə çevrilmişdir. XIX əsrin ikinci yarısında Kəlbəlixan tərəfindən gölün bəndi yüksəldilmiş, həcmi artırılmışdır. Son dövrlər müasir hidrotexniki tikintilər nəticəsində gölün çökəkliyi (çalası) təmizlənmiş, bəndi yüksəldilmiş və həcmi artırılmışdır. 1965-ci ildə Qanlı-gölün əsasında eyniadlı su anbarı yaradılmışdır. Qanlıgölün əsas suyunu atmosfer yağıntıları və bulaqlar şəklində səthə çıxan yeraltı sular təşkil edir. Gölün yeganə çıxarı cənub hissəsində tikilmiş şlüzdəndir. Göl buradan 10 metrə çatan şələlə ilə Küküçaya axır. Sahəsi 10,2 hektar, uzunluğu 460 m, maksimal eni 380 m, orta eni 222 m, sahil xəttinin uzunluğu 1430 m-dir. Əyrilik əmsalı 1,26 mln. m<sup>3</sup>-dir. Suyun səthində temperatur yay aylarında 17-18°C, maksimal şəffaflığı 80 sm-ə bərabərdir. Dekabrın ilk ongünündə göldə buzlanma müşahidə olunur, martın əvvəlinə qədər səthi buz ilə örtülür. Kimyəvi tərkibinə görə suyu mövsümi dəyişilir, yazda mineral ionların miqdarı 75,5-80 mq/l, yay fəslində isə 136,6 mq/l-ə bərabər olur. Su



*Şəkil 5.9. Batabat gölüniün ümumi mənzərəsi.*



*Şəkil 5.10. Batabat gölündə üzən ada*

suvarmada və yaylaqlarda mal-qaranın suvarılmasında istifadə edilir.

*Qaraçuqqöl* - Naxçıvan şəhərinin 2 km cənub-qərbində yerləşir. Naxçıvanlı Adilxan tərəfindən tikilmiş və əkin sahələrinin suvarılması üçün istifadə edilmişdir. Buna görə də xalq arasında Adilağagöl də adlandırılır. Gölün həcmi 2 mln  $m^3$ -dir. Sahil xətti azacıq girintili-çixıntılıdır. Uzunluğu 950 m, ən geniş yeri 800 m, sahil xəttinin uzunluğu isə 3025 m-ə bərabərdir. Ümumi sahəsi 92,6 hektardır. Yayda gölün mərkəzində suyun temperaturu  $25,5^{\circ}C$  olur. Gölün suyunun şəffaflığı 60 sm-ə bərabərdir. Araz dərəsində əkin sahələrini suvarmaq üçün Qaraçuxurgöldən bir km qərbdə Naxçıvançayın suyu hesabına yeni bir su anbarı tikilmişdir. Onun həcmi orta hesabla 1 mln  $m^3$ -ə qədərdir. Qaraçuqqöl və onun yaxınlığında tikilmiş su anbarının Arazboyu əkin sahələrinin suvarılmasında böyük əhəmiyyəti olmuşdur. Araz çayı üzərində Naxçıvan su anbarının yaradılması ilə əlaqədar olaraq Qaraçuqqöl qurumuşdur.

*Pirigöl (Salvartığöl)* Şahbuz rayonu ərazisində, Naxçıvançayın sol qolu olan Salvartıçayın mənbə hissəsində (2843 m) yerləşir. Pirigölün sahəsi 3,2 hektar, uzunluğu 280 m, maksimal eni 196, sahil xəttinin uzunluğu təxminən 800 m-dir. Onu əhatə edən yamacların hündürlüyü 20-150 metrə qədərdir. Görünüşü oval formadadır. Pirigöl əsas suyunu yeraltı sulardan, eləcə də hövzəsinə düşən atmosfer yağıntılarından alır. Cənub-şərq tərəfdən gölə tökülən 10-a qədər bulaq sularının temperaturunun nisbətən soyuqluğu ( $4-10^{\circ}C$  arasında dəyişilir) gölün səthində kəskin temperatur fərqi səbəb olur. Gölün səthinin orta temperaturu  $18^{\circ}C$ -dir, əyrilik əmsalı 1,29-dur. Göldən çıxan su Salvartıçayın mənbəyini təşkil edir.



*Şəkil 5.11. Salvartı dağ gölü*



*Şəkil 5.12. Ordubad rayonunda Göygöl*

Pirigölün əlverişli şəraitdə yerləşməsinə nəzərə alaraq hələ XIX əsrin axırlarında onu, qabağında bənd çəkməklə süni gölə çevirmişlər. Son dövrlərdə gölün bəndi yüksəldilmiş, həcmi xeyli artırılmışdır. O, intensiv suvarma dövründə Naxçıvançaya axıdılaraq əkin sahələrinin suvarılmasında istifadə edilir. 1956-cı ildə gölün səviyyəsinin sürətli qalxması nəticəsində bənd uçub daşqın yaratdığından, gölün suyundan məhdud miqdarda istifadə edilir. Suyu az minerallı olmaqla hidrokarbonatlı - kalsiumludur. Mineral maddələrin ümumi miqdarı ilin fəsillərindən asılı olaraq 50-95 mq/l arasında dəyişilir (şəkil 5.11).

*Göygöl* Ordubad rayonu ərazisində, Zəngəzur silsiləsinin cənub yamacında, 3065 m yüksəklikdə yerləşir. Şirinsulu, axarlı göldür. Sahəsi 6,5 hektar, dərinliyi 6,5 m-ə qədərdir. Faydalı həcmi 1,0 milyon m<sup>3</sup>-dir. Yay aylarında səthinin temperaturu 16-18<sup>0</sup>C-dir, qış aylarında tamamilə donur, sahəsi dəyişkəndir. Sahəsi qarlı illərdə artır, yağıntısız illərdə kiçilir. Qışda donduğu üçün balıqların yaşamasına şərait yoxdur. Suyu kimyəvi tərkibinə görə zəif minerallı, hidrokarbonatlı-natriumlu-kalsiumludur. Ətrafı sıldırım qayalarla əhatəlidir. Sahil xəttində bitki örtüyü zəif yayılmışdır. Kiçik Qafqaz dağları ilə əhatələnmiş Göygöl yerləşməsinə və mənzərəsinə görə istirahət və turizm üçün əlverişlidir (şəkil 5.12).

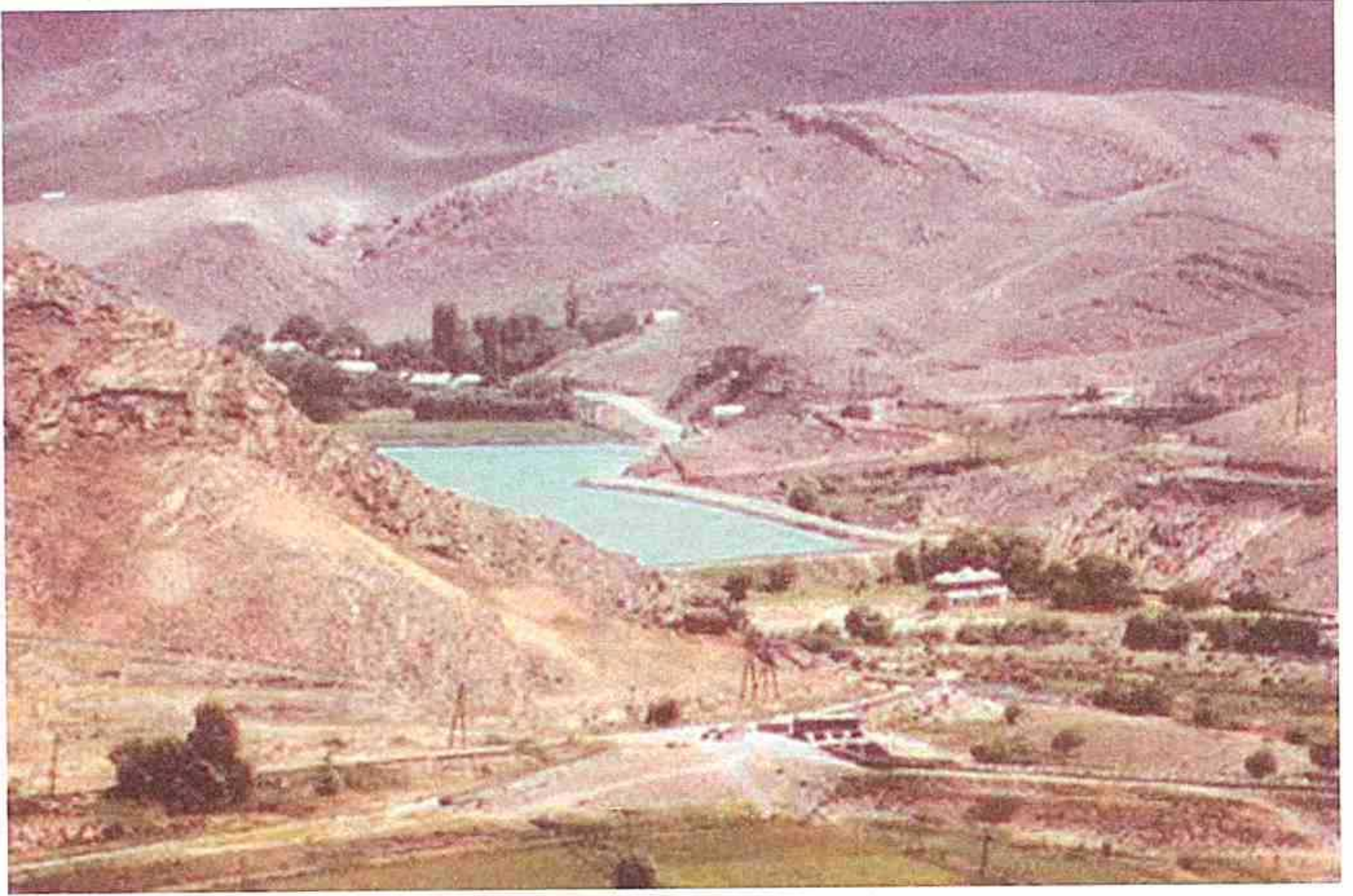
*Araz su qovşağı.* Azərbaycan Respublikası ilə İran sərhədində Araz çayı üzərində 1971-ci ildə tikilib istifadəyə verilmiş hidrotexniki kompleksdir [45]. Araz su qovşağına su anbarı, torpaq bənd tikilmiş və hər biri 22 000 kilovat gücündə olan iki su elektrik stansiyası daxildir. Araz su anbarının həcmi 1 milyard 350 min kub metrdir. Torpaq bəndin hündürlüyü 35 m, uzunluğu 900 m-dir. Muxtar respublika ərazisinin enerji təminatını təşkil edən Araz SES-in hər iki turbini əsaslı təmir edilərək tam gücünə çatdırılmışdır. Stansiyaların elektrik enerjisi Azərbaycan və İranın enerji sisteminə verilir. Araz su elektrik stansiyası muxtar respublika ərazisinin əsas enerji bazasıdır (şəkil 5.13). Su anbarında səviyyə gedişi əsasən Araz çayının axımının tənzimlənməsi, eləcə də kanallar vasitəsi ilə sərf edilən suyun miqdarından asılı olaraq dəyişilir. Anbarın səthində temperatur iyun-avqust aylarında 28-30<sup>0</sup>C arasında dəyişir. Belə vəziyyət buxarlanmanın səth boyunca intensiv gedişinə səbəb olur. Yanvar-fevral aylarında suyun temperaturu 10-12<sup>0</sup>C-dən artıq olmur. Maksimal şəffaflıq (30-35 m) çayın töküldüyü yerə yaxın hissədə qeydə alınmışdır. Anbarın suyu kimyəvi tərkibinə görə az minerallı, hidrokarbonatlı-kalsiumludur. Təsərrüfatın bütün sahələrində işlədilmək üçün yararlıdır. Hal-hazırda su anbarından çəkilən kanallar vasitəsilə on minlərlə hektar torpaq sahələri suvarılır. Kəngərli rayonunun Araz sahili əraziləri suvarma suyunun bir hissəsini Araz çayı üzərində qurulmuş nasos stansiyalarından götürür. Qaraçuq nasos

stansiyasının vurduğu sudan Azərbaycan və Əzizbəyov stansiyaları da bəhrələnir. Bundan əlavə Şahtaxtı nasos stansiyası Araz çayından suvarma suyunu Kəngərli rayonunun ərazilərinə verir.



Şəkil 5.13. Araz su elektrik stansiyası

*Arpaçay su anbarı* Şərur rayonu ərazisində Arpaçay üzərində yerləşir. 1977-ci ildə istifadəyə verilən ən iri irriqasiya qurğularındandır. Su anbarının maksimal dərinliyi 68 m, orta dərinliyi 25m-dir. Maksimal dərinlik 68 m hündürlükdə yerləşən bəndin yaxınlığında, minimal dərinlik isə çayın töküldüyü yerə yaxın hissədə qeydə alınmışdır. Suyun rəngi açıq-yaşıldır. Suyun səviyyəsi 75 metr olduqda, su anbarının sahəsi  $6,30 \text{ km}^2$ , həcmi isə  $140 \text{ mln.m}^3$ -a qədər olur. Anbarın səthində suyun temperaturu yay aylarında  $27-29^{\circ}\text{C}$  arasında dəyişilir. Bu yüksək temperatur həmin dövrdə səthdə buxarlanmanın artmasına səbəb olur. Su anbarının səthinə yağış şəklində düşən suyun miqdarı il ərzində fəsillərdən asılı olaraq dəyişilir. Bu təxminən su səthindən buxarlanma yolu ilə itən suyun miqdarına bərabərdir. Su anbarının suyu kimyəvi tərkibinə görə hidrokarbonatlı-kalsiumludur. Bu da 20 min hektardan artıq əkin sahəsinin suvarılmasına imkan yaradır. Su anbarından iki böyük arx ayrılır. Birinci yuxarı su kanalı Qıvraq qəsəbəsi, ikinci aşağı su kanalı isə Sədərək qəsəbəsi istiqamətində əkin sahələrinin suvarılmasında istifadə edilir (şəkil 5.14). Süni göllər, su anbarları, hidrotexniki kompleksin yaradılması sayəsində son illərdə muxtar respublika ərazisində kənd təsərrüfatının suvarma imkanları və təchizati xeyli yaxşılaşmışdır. Bütün bunlara Azərbaycan Respublikasının Prezidenti



Şəkil 5.14. Arpaçay su anbarı

İlham Əliyevin iştirakı ilə 2006-cı ildə 87 meqavatt gücündə modul tipli elektrik stansiyasının, Heydər Əliyev Su Anbarında 4,5 meqavatt gücündə su elektrik stansiyasının və Ordubad rayonunda maksimal gücü 22 meqavatt olan Biləv su elektrik stansiyasının, 20,5 meqavatt gücündə “Arpaçay-1” və 1,4 meqavatt gücündə “Arpaçay-2” su elektrik stansiyalarının işə salınması sayəsində nail olunmuşdur.

Arpaçay su anbarından sol və sağ sahil kanalları vasitəsilə Kəngərli rayonu əraziləri suvarma suyu ilə təchiz edilir. Kanalın sağ sahili öz axımı ilə suvarma suyunu qəbul edir, sağ sahil kanalının yerləşdiyi ərazilərə su nasos stansiyası vasitəsilə verilir. Kanalın üzərində yerləşən Qıvraq -1 nasos stansiyası suvarma suyunu Qıvraq-2 nasos stansiyasına vurur. Burada yerləşən iri həcmli su hovuzuna daxil olan su həm Qıvraq-2 nasos stansiyasını, həm də ətraf əraziləri suvarma suyu ilə təmin edir. 1,5 meqavatt gücündə olan “Arpaçay-2” Su Elektrik Stansiyasının anbarının ümumi su tutumu 3 milyon kub metrdir. Bu su anbarının işə salınması daha geniş ərazilərdə əkin sahələrinin suvarılmasına əlverişli imkanlar yaradır. “Arpaçay-1” Su Elektrik Stansiyasının su qəbuledici qurğusu saniyədə 37 kubmetr su buraxma gücünə malikdir. Buradakı anbarın su tutumu 150 milyon kubmetrdir. Anbardan götürülən su ilə 17 min 370 hektar əkin sahələri

suvarılacaqdır. Aprel ayında Arpaçay su elektrik stansiyalarının işə salınmasında iştirak edən Azərbaycan Prezidenti İlham Əliyev demişdir: “Arpaçay su elektrik stansiyalarının tikintisi bu gün dövlətimizin gücünü göstərir. Bu gün Naxçıvanın reallıqları belədir ki, su elektrik stansiyalarının fəaliyyəti sahəsində Naxçıvanın tam enerji təminatı həll edilib.”

*Heydər Əliyev su anbarı* Şahbuz rayonu ərazisində dəniz səviyyəsindən 1059 metr hündürlükdə, Babək rayonunun Vayxır kəndi yaxınlığındadır [46]. Babək, Şahbuz, Culfa rayonlarının ərazisində geniş miqyaslı meliorasiya və suvarma tədbirlərinin həyata keçirilməsi ilə əlaqədar olaraq yaradılmışdır. Tikintisinə 1981-ci ildən başlansa da, sonradan tikinti işləri yarımçıq qalmış, Heydər Əliyevin təşəbbüsü ilə su anbarının tikintisi bərpa olunmuş, 2005-ci ilin axırında istifadəyə verilmişdir. Su anbarının bəndinin hündürlüyü 69 metr, üstdən uzunluğu 550 metr, üstdən eni 10 metr, dibdən uzunluğu 230 metr, dibdən eni 468 metrdir. Anbar Naxçıvançay məcrasında yerləşir. Sahəsi 465 ha, ümumi həcmi 100 milyon kub metr, faydalı həcmi isə 96,5 milyon kub metrdir. Su anbarı üzərində 4,5 mqvt gücündə su elektrik stansiyası quraşdırılmışdır. Dəryaçadan suyun nəql edilməsi iki kanal vasitəsilə həyata keçirilir. Heydər Əliyev su anbarı 16 min 830 hektardan çox sahəni suvarma suyu ilə təmin edir. Təkcə bu hesaba Babək rayonu üzrə 4364, Şahbuz rayonu üzrə 244, Culfa rayonu üzrə 2311 hektar-cəmi 6919 hektar yeni torpaq sahəsi əkin dövriyyəsinə daxil edilmişdir.



*Şəkil 5.15. Heydər Əliyev su anbarı*



*Batabat su anbarı* Şahbuz rayonu ərazisində, Naxçıvançayın hövzəsindədir. Eyni adlı üç su anbarından ibarətdir: hövzəsinin sahəsi 0,18 km<sup>2</sup> olan Batabat-1, hövzəsinin sahəsi 0,7 km<sup>2</sup> olan Batabat-2 və hövzəsinin sahəsi 0,18 km<sup>2</sup> Batabat-3. Batabat su anbarının ümumi həcmi 3mln.m<sup>3</sup>-dir. Suyunu əsasən Zorbulaqdan, qar və qismən də yağış sularından alır. Suyunun temperaturu 10-12<sup>0</sup>C, şəffaflığı isə 30-40 sm-dir. Yayda suyunun temperaturu səthində 17-18<sup>0</sup>C olduğu halda, 4-5metr dərinlikdə temperatur 15<sup>0</sup>C -ə düşür. Mövsümi və qismən tənzimləməyə malikdir. Gölün suyunda mineral maddələrin ümumi miqdarı 500 mq/l olmaqla, hidrokarbonatlı-natriumludur, təsərrüfat və məişət işləri üçün istifadə edilir. İntensiv suvarma vaxtı anbarın suyu Naxçıvançaya axıdılır. Gözəl mənzərəsi, qeyri-adi təmiz havası, ətrafı yaylaq və istirahət yerləri olmaqla turizm üçün yararlıdır.

*Bənəniyar su anbarı* Culfa rayonu ərazisində, Bənəniyar kəndi yaxınlığında yerləşir. 1987-ci ildə istifadəyə verilmişdir. 13 mln.m<sup>3</sup> faydalı həcmə malikdir. Mineral maddələrin ümumi miqdarı 500 mq/l-ə bərabərdir. Hidrokarbonatlı-sulfatlı sular qrupuna aiddir. Yay aylarında anbarın 6 min hektar əkin sahəsini suvarmaq imkanı var. Anbarın səthində suyun temperaturu 19-20<sup>0</sup>C arasında dəyişilir ki, bu da səthdən buxarlanmanın intensiv getməsinə səbəb olur. Yanvar-fevral aylarında suyun temperaturu 7-9<sup>0</sup>C-dən artıq olmur. Su anbarına il ərzində düşən yağış suyunun miqdarı orta hesablamaya görə təqribən 55 milyon m<sup>3</sup>-dir. Su anbarı mövsümi tənzimləməyə malikdir (şəkil 5.16).



Şəkil 5.16. *Bənəniyar su anbarı*

*Sirab su anbarı* Babək rayonunda, Sirab kəndi yaxınlığındadır. 1979-cu ildə istifadəyə verilmişdir. Ümumi sahəsi  $1,54 \text{ km}^2$ , faydalı həcmi  $11,6 \text{ mln.m}^3$ -dir. Su anbarının əsas qida mənbəyi Naxçıvançayın suyudur. Əsas suyunu uzunluğu  $5,5 \text{ km}$  olan kanalla Naxçıvançaydan götürür. Yayda suyun səthinin temperaturu  $22-23^{\circ}\text{C}$ -dir. Qışda suyun temperaturu  $9 - 10^{\circ}\text{C}$  arasında dəyişilir. Şəffaflığı  $25 - 50 \text{ sm}$  - dir. Suyu hidrokarbonatlı - kalsiumlu olmaqla orta minerallığa malikdir. Mineral maddələrin ümumi miqdarı  $450 \text{ mq/l}$ -ə bərabərdir. Mövsümi tənzimləməyə malikdir. Su anbarının suyu əsasən əkin sahələrinin suvarılmasında istifadə edilir. Su anbarı istifadəyə verildikdən sonra Babək rayonunda  $4 \text{ min}$  hektar əkin sahələri suvarılır.



*Şəkil 5.17. Sirab su anbarı*

*Nehrəm su anbarı* Babək rayonunda, Nehrəm kəndi yaxınlığındadır. İki su anbarından ibarətdir. Birinci köhnə Nehrəm su anbarı 1953-cü ildə istifadəyə verilmişdir. Sahəsi  $0,40 \text{ km}^2$ , faydalı həcmi  $2,4 \text{ mln.m}^3$ -dir. İkinci- Yeni Nehrəm su anbarı 1965- ci ildə istifadəyə verilmişdir. Sahəsi  $0,85 \text{ km}^2$ , faydalı həcmi  $6 \text{ mln.m}^3$ -dir. Suyu Güznüt arxı vasitəsilə Əlincəçaydan, qismən yağıntı sularından götürülür. Yay vaxtı suyun temperaturu  $22-23^{\circ}\text{C}$ -dir. Mineral maddələrin ümumi miqdarı  $500 \text{ mq/l}$ -ə bərabərdir. Hidrokarbonatlı-sulfatlı sular qrupuna aiddir. Sularda sulfat ionlarının olması ətraf ərazilərdə dolomit və gipsin varlığından xəbər verir.

Su anbarı suvarma işlərində geniş istifadə potensialına malikdir. Mövsümi tənzimləməyə malikdir.

*Uzunoba su anbarı* Naxçıvan rayonu ərazisində, Uzunoba kəndindən 2 km qərbdə (1000m), Naxçıvançayın sağ sahilində yerləşir. Su anbarını şimal və şimal-qərbdən əhatə edən dağ yamacları (hündürlüyü 30-40 m-ə çatır) güclü fiziki aşınmaya məruz qoymuşdur. Cənub və cənub-şərq tərəfdə tikilmiş torpaq bəndinin uzunluğu 1900 m, hündürlüyü 17 m, eni aşağı hissədə 6-8 m-ə bərabərdir. Layihə üzrə anbarın əsas qidalanma mənbəyi Naxçıvançay və onun qolu Cəhriçaydır. Bu çaylardan çəkilən kanalların uzunluğu 13 km və sukeçirmə qabiliyyəti 1,5 m<sup>3</sup>/san-dir. Sahəsi 1,2 km<sup>2</sup>, faydalı həcmi 8,5 mln.m<sup>3</sup>-dir. Cəhriçay dərəsi üzərində qurulmuş novdan (akvedukdan) keçəndən sonra şimal-şərq tərəfdən gölə tökülür. Yayda anbarın səthində suyun temperaturu 25,5<sup>0</sup>C-ə bərabər olur. Suyun şəffaflığı 1,80 m-dir. Kimyəvi tərkibinə görə suyu hidrokarbonatlı-sulfatlıdır. Mineral maddələrin suda ümumi miqdarı 280-348 mq/l arasında dəyişilir. Su anbarının suyundan əkin sahələrinin suvarılmasında istifadə edilir.

Göllər yeraltı suların təlatümlərinin Yer üzərindəki ən gözəl inikasıdır. Yerin dərinliklərində suyun ecazkar gözəlləyini biosferə bəxş edən ana təbiət sanki yeraltı dünyanın zəlzələ və vulkanlarının şiltaqlıqlarını axarsız, lal sükutlu göllərlə sakitləşdirmişdir. Okean və dənizlərə çıxışları olmasa da, hidrosferdə xüsusi çəkisi və yeri olan göl və sututarlar muxtar respublikanın su balansında böyük əhəmiyyətə malikdirlər.

Dənizlərə bərəkət verən çayların həyatı, yaşanı onların axmasındadır. Belə olmasaydı sular öz-özlərini bərpa edə bilməz, labüd sonlarını yaşardılar.

Su yoldur. İnadcıl, yorulmaz bu yolçu başlanğıcından mənsəbinə qədər keçdiyi yolda zamanla birgə bir məkanda addımlayır, sonra böyük çaylara, dənizlərə qovuşur və həmin anda əvvəlki ömrü ilə vidalaşır. Yeni, bəlkə daha maraqlı, bəlkə də cansıxıcı, fərqli bir həyat başlayır. Bizlərsə hələlik bunu dərk etməkdə acizik...

## VI FƏSİL

### NAXÇIVAN MUXTAR RESPUBLİKASININ TƏBİİ SULARININ EKOLOJİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

#### 1. Təbii suların ekoloji vəziyyəti

Ətraf mühit bizi əhatə edən hər şey deməkdir, o, əsasən üç komponentə ayrılır:

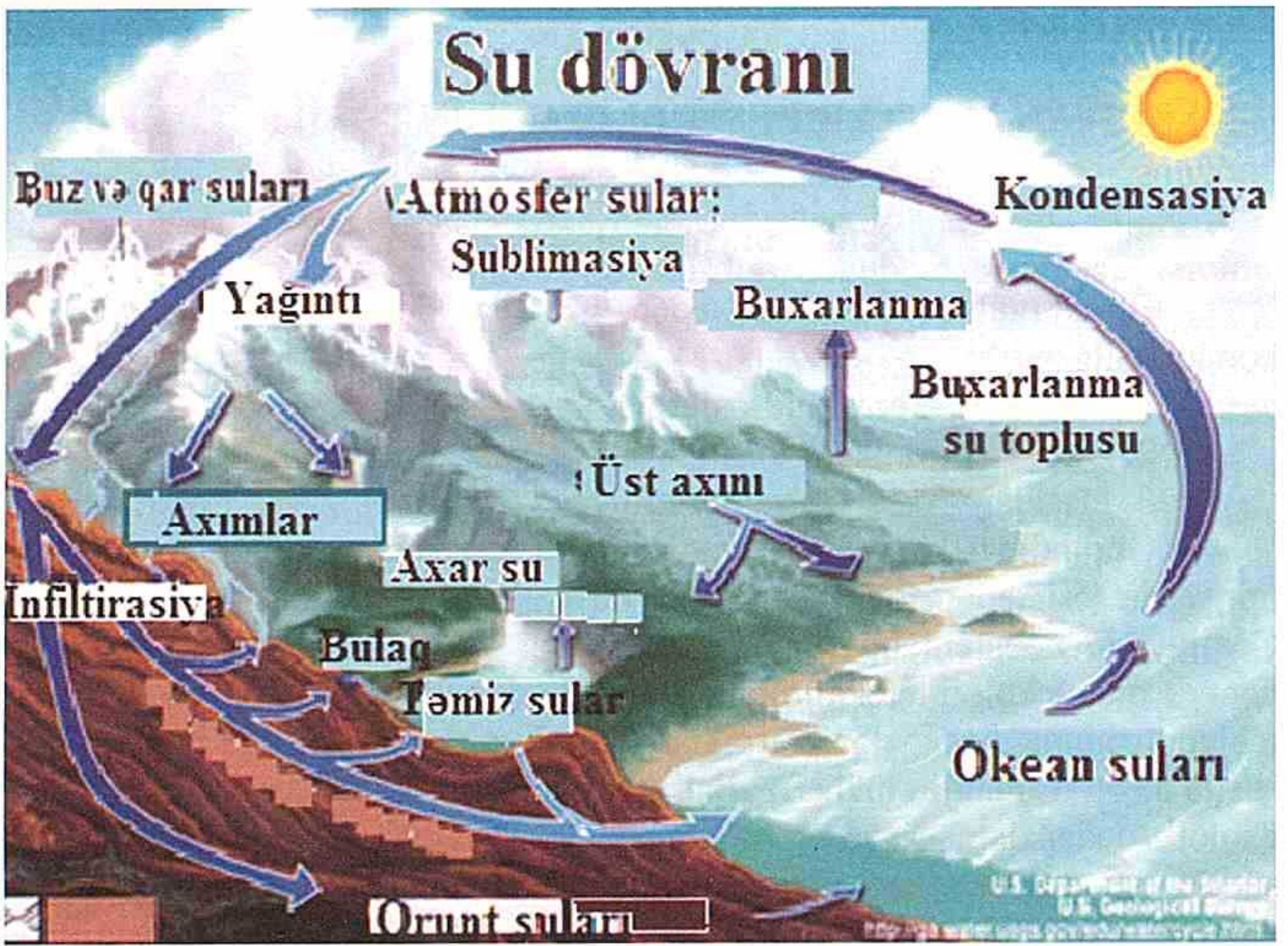
1. Atmosfer, Yer və hidrosferdən ibarət olan ətraf fiziki mühit;
2. Bitki və hevanlarla birlikdə ətraf ekoloji mühit;
3. İnsanlar və sosial strukturları əhatə edən ətraf sosial mühit.

Göründüyü kimi bu komponentlərin içərisində ətraf mühitə qlobal miqyasda təsir edən, onu çevirən və dəyişdirən ən mühüm amil insandır. Cəmiyyətin noosfera dövrünə keçidi yalnız insanın fəaliyyətindən deyil, həm də onun ekoloji təfəkkürünün inkişafından asılıdır. Bu hər şeydən əvvəl təbiətlə cəmiyyətin gözlənilən dialoqudur. İnsanlar müxtəlif sahələrdə, xüsusilə də ətraf mühitin mühafizəsində öz fəaliyyətlərinin gözlənilən həddinə, ekoloji qadağalara riayət etməlidirlər. K.Marksa məxsus "Mədəniyyət şüurlu istiqamətlənməyib kortəbii inkişaf edirsə, özündən sonra səhra... yaradır"-fikri gələcəyə ünvanlanarsa, bəşəriyyətin mühiti noosfera olacaqdır. Çox sərrast ifadədir.

Hidrosferə okean, dəniz, çay, göl, bulaq və qrunut suları daxildir. İlkin təmiz su Yerə yağış, qar, buz kristalları, qırov, duman şəklində daxil olur [155]. O isə öz növbəsində müxtəlif maddə və orqanizmlərlə doyaraq kirlənir və əlavə təmizləyici tədbirlər olmadan məişətdə içmək üçün yararlı olmur. Təbii suların çirklənmə mənbəyi həm təbii obyektlər, həm də insanlar tərəfindən yaradılan ünsürlərdir.

"Sənin nə dadın, nə iyin, nə də ki, rəngin var. Səni sənə məxsus dəqiqliklə də təsəvvür etmək mümkün deyil və bunlara rəğmən sən həm yaradır, həm də yaşadırsan. Sən sadəcə həyat üçün lazım deyilsən, Sən həyatın özüsən, Sənsiz aləm bütövlükdə məhvə məhkumdur. Sən bəşəriyyətin ən güclü varlığısan və eyni zamanda çox incəsən, öz incə paklığını və saflığını qorumaq naminə göyün və yerin əlçatmaz qatlarında məskunlaşmısan" Antuan de Sent Ekzüperi.

Fransız dahisinin bu sözləri suyun təmizliyinin həyati əhəmiyyətini, ekoloji təmiz içməli suya olan tələbatın dünya miqyasında ən zəruri problem olduğunu bir daha təsdiq edir. Mənşəyinə və keyfiyyətinə görə məhdud olan, dünya su ehtiyatlarının cəmi 2%-ni təşkil edən, bir çox hallarda sənaye, məişət və nəqliyyat tullantıları ilə çirklənən şirin su hövzələri planetdə ciddi problemlər yaradır. Təbiətdə su dövrəni şəkil 6.1-də verilir.



Şəkil 6.1. Təbiətdə su dövrəni

Su dövrəsinə daxil olan içməli sular müxtəlif maddə və orqanizmlərlə doyaraq çirklənir və əlavə təmizləyici tədbirlər olmadan məişətdə içmək üçün yararlı olmur. Suyun tərkibinə daxil olan elementlərə ətraflı nəzər salmaq maraqlı olardı.

Suyu təşkil edən ilk element-hidrogen haqqında I fəsilə ətraflı məlumat vermişdik. Oksigenli sular haqqında da artıq məlumatımız var. Suyun tərkibinə daxil olan ikinci element-oksigen haqqında isə sonuncu fəsilə bəhs etməyi qərara aldığımız. Bu ən azından oksigenin həyat elementi və kimyəvi elementlərin hökmranlıq və şöhrət çələnginin əbədi sahibi olduğunun əyani sübutudur. Bu bizim hər birimizin və bizi əhatə edən ətraf mühitin hər yerində mövcud olan gözəgörünməz və hər şeyə qadir, atom nömrəsi 8 olan elementin- yəni oksigenin ekoloji təfəkkürümüzün inkişafında nə qədər böyük əhəmiyyəti olduğundan xəbər verir. Oksigen hər yerdədir: ondan yalnız əhəmiyyətli dərəcədə nəfəs aldığımız hava, su və torpaq deyil, həm də biz və bizimlə birlikdə qidamız, içəcəklərimiz, eyni zamanda bizi əhatə edən əksər maddələr təşkil olunmuşdur.

Oksigenin qüdrəti həm də ondadır ki, biz onunla nəfəs alırıq. Tənəffüs isə həyatın sinonimi, həyatın özüdür. "Nə qədər ki, nəfəs alıram,

ümidim var, varam...” bunu O.Ovidiy demişdir. Oksigen həm də atəşin öz-başına hökmranlığına yeganə sahib olduğu üçün güclü yanmaq qabiliyyətinə malikdir.

Onun görünməz olmasının təsdiqinə isə ehtiyac yoxdur. Adi şəraitdə oksigen elementi rəngsiz olduğu kimi, həm də hiss orqanlarımızın əhatəsindən də kənardır, biz onun iyini hiss etmirik, amma azacıq oksigen çatışmazlığı, anında özünü büruzə verir. Təsadüf deyil ki, böyük rus yazıçısı A.K.Tolstoy demişdir: “İlahi qüvvə məfhumu Yerdə yalnız və yalnız oksigen şəklində mövcuddur”.

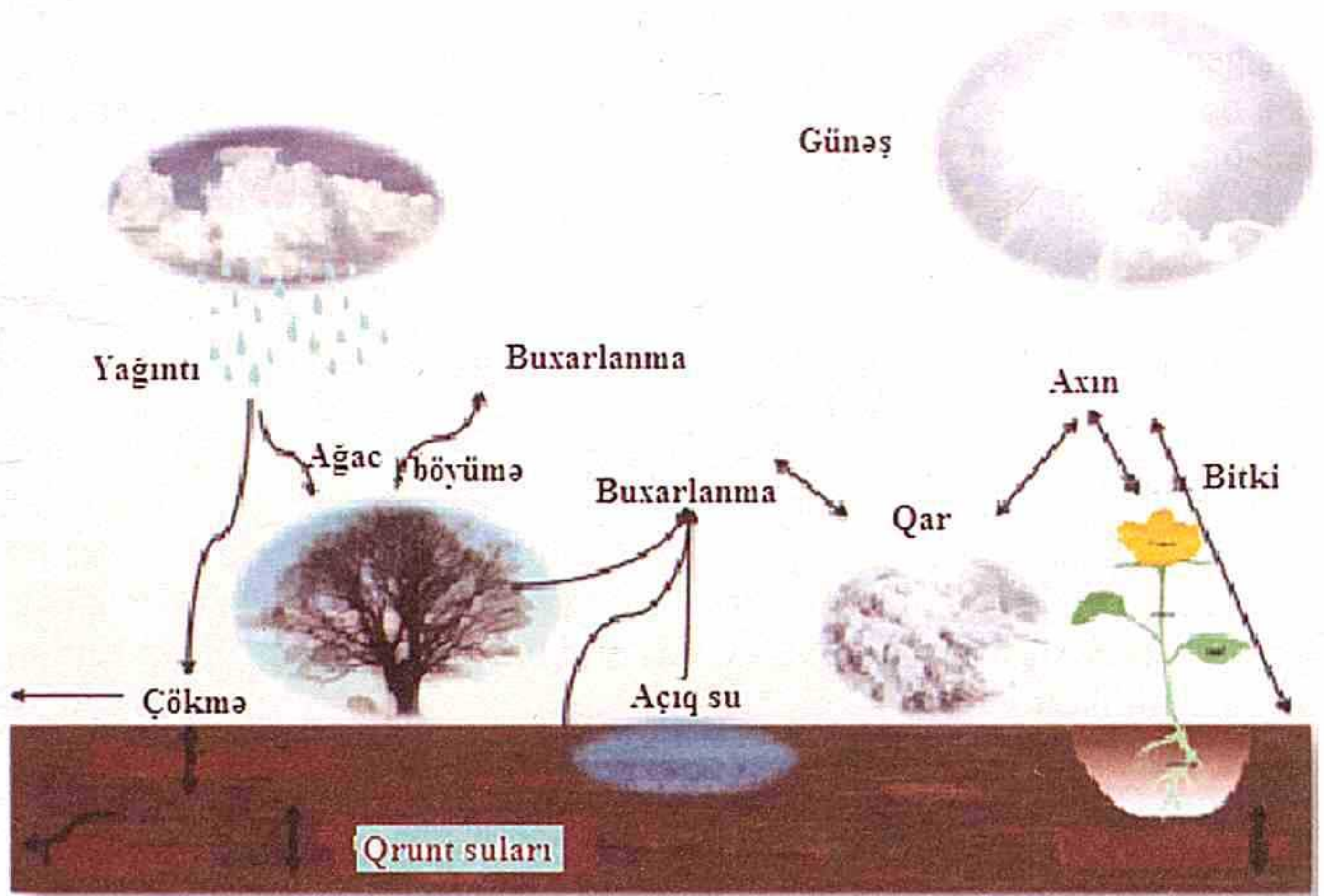
Bu sözlər bizi və ətraf mühitdə bizi əhatə edən hər şeyin oksigendən güc, nəfəs aldığı və yaşam vasitəsi olduğunu göstərir. Beləliklə, “tənəffüs qazı” və Lavuazyenin “həyat qazı” adlandırdığı “Ağac yanır, heyvanlar, insan, hər şey yana bilər. Meşə yanır, bitki aləmi isə məhv olmur, nəsillər itir, insanlıq isə yaşayır. Əgər hər şey yansa idi, onda Yerin səthində bitki və canlı yox, yalnız karbon qazı və su qalardı”. Bu sözlər K.A.Timiryazevə məxsusdur. Suyu təşkil edən digər element hidrogen kimi, oksigenin də özünəməxsus xüsusiyyətləri var. Oksigenin belə məxsusi xassələrindən biri paramaqnitlikdir.

Məhz maqnit xassələri ilə oksigen digər qaz halındakı elementlərdən fərqlənir. Oksigen çox aşağı temperaturda mayeyə çevrilir, amma hidrogen, helium, azot qaynama nöqtəyi nəzərindən daha aşağıda yerləşir. Amma digər qaz əmələgətirən elementlər arasında paramaqnit olanı yoxdur. Paramaqnitlik maddənin maqnit sahəsinə keçməsi qabiliyyətidir, bu paramaqnit maddənin molekullarının xüsusi maqnit momentinə malik olması ilə izah edilir. O, oksigen molekullarında var!

Həyat elementi oksigenin təbiətdə dövrünə qısa bir nəzər salaq. Əgər bitkilər fotosintez prosesində su və karbon qazını üzvi maddələrə çevirməsə və bu proses oksigenin sərbəst qalması ilə müşahidə olunmasa idi, onda atmosfer oksigeni öz ehtiyatlarını çox sürətlə tükədər və insanlar da daxil olmaqla bütün canlı aləm tezliklə məhv olardı [156]. Bitkilər də bundan öz xoş olmayan aqibətlərini alardılar.

Şəkil 6.2-də bitkilərin inkişafında yeraltı və yerüstü suların təsiri aydın görünür. Bitkilərin inkişafında həm yerüstü, həm də yeraltı suların böyük əhəmiyyəti var. Məsələ ondadır ki, bitkilər də heyvanlar kimi, atmosfer oksigenini tükədirlər, amma onlar bunu heyvanlardan fərqli olaraq, günün tamamilə qaranlıq dövründə edirlər. Fotosintez proseslərinin bitdiyi axşamlar bitkilər oksigeni istehsal edəndən onun alıcısına çevrilirlər. Bu hadisəni K.V.Şeele öyrənmişdir. C. Pristli isə hələ oksigenin kəşfindən əvvəl müəyyən etmişdir ki, şüşə qapaq altında nanənin yaşıl yarpaqları şam söndükdən sonra belə tənəffüs və yanmanı təmin edə bilər. Həqiqətən oksigen

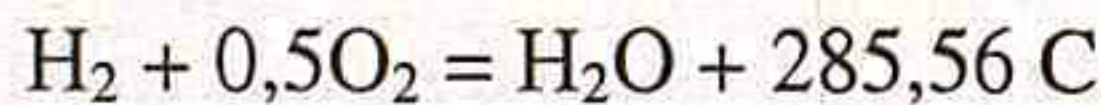
hər yerdə, hətta kosmik gəmilərdə belə lazımdır. Oksigenin böyüklüyünü ilk kəşf edən C. Pristli onun tibbdə istifadə imkanlarını qeyd etmiş və göstərmişdir ki, oksigen ağciyərin ağır xəstəliklərində çox faydalıdır. O, ağciyər



Şəkil 6.2. Bitkilərin inkişafında suyun rolu

və ürək xəstəliklərində, həmçinin dərialtına yeridilməklə qanqren və xroniki yaralar kimi ağır xəstəliklərdə effektiv təsir göstərir.

Hal-hazırda qara metallurjiya hasil edilən oksigenin 60%-ni udur. Hidrogenin oksigenlə yanmasından çox sadə, lakin çox da mürəkkəb adi maddə - su  $H_2O$  alınır. Əlbəttə suyun alınması üçün hidrogenin yanmasına ehtiyac yoxdur. Lakin bu prosesin məqsədi tamamilə başqadır. Əgər reaksiya kimyəvi məhsullar nəzərə alınmadan tam ifadə edilsə, yəni sonadək dəqiqliklə yazılsa, bu zaman reaksiya gedişində ayrılan enerji nəzərə alınmalıdır.



Bu reaksiya ilə yalnız "su dənizi" deyil, həm də "enerji dənizi" almaq olar. Bu məqsədlə hidrogen və oksigenlə işləyən reaktiv mühərriklərdə su və enerji alınır. Qaynaq və metal kəsimlərində hidrogeni aseton da əvəz edə bilər. Bu hər an nəfəs aldığımız oksigenin kimya sənayesində yalnız bir tətbiq sahəsidir. Oksigen bir çox maddələrin alınması, kömürün və mazutun

yanması üçün lazımdır. Dünyada hər il milyonlarla ton oksigen sərf edilir. Hələ nəfəs aldığımız oksigeni nəzərə almasaq, bu nəhəng oksigen okeanı deməkdir. Oksigenin əsas mənbəyi isə atmosferdir. Təbii oksigen kütlə ədədləri 16, 17 və 18 olan üç izotopdan ibarətdir. Bunların içərisində ən yüngülü  $^{16}\text{O}$  izotopu üstünlük təşkil edir. Hər bir  $^{16}\text{O}$  izotopun 3150 atomuna yalnız 5 atom  $^{18}\text{O}$  və bir atom  $^{17}\text{O}$  düşür. Ağır oksigenin nişanlanmış atomlarından istifadə etməklə fotosintez prosesində bitkilərin ayırdığı oksigenin mənşəyini müəyyən etmək mümkündür.

Əvvəllər hesab edilirdi ki, bu oksigen sudan yox, karbon qazının molekulundan azad olur. Təcrübələr bunun əksini göstərdi. Bitkilər karbon qazının oksigenini tutur, atmosfərə isə oksigen sudan daxil olur. Hansı yolla alınmasından asılı olmayaraq oksigen həmişə oksigendir.

1936-cı ildə amerikalı alim Malkolm Dol müəyyən etdi ki, atmosfer oksigeninin və suyun elektrolizindən alınan oksigenin izotop tərkibi eyni deyil. Suyun oksigeni havanın oksigenindən ağırdır. Onun tərkibində  $^{18}\text{O}$  ağır oksigen izotopları 3% çoxdur. Əgər suda oksigen 18-in miqdarını 100% qəbul etsək, onda havada onun miqdarı 103% olacaqdır. Sübut edilmişdir ki, atmosfer oksigeni məhz hidrogensizləşdirmə prosesində sudan alınan fotosintez məhsuludur. Fotosintez və tənəffüs prosesində suyun rolu şəkil 6.3-dən aydın görünür. Şəkildən görüldüyü kimi, bitkilərin mürəkkəb üzvi maddələrinin molekulalarını qurmaq üçün karbon qazı və sudan ayrılan hidrogendən istifadə edilir, sərbəst oksigen isə atmosfərə keçir. Belə olan halda "Dol effektini" izah etmək o qədər də asan olmadı. Müxtəlif ölkələrdə bu suala cavab vermək üçün geniş tədqiqatlara başlandı. Sovet alimləri



Şəkil 6.3. Fotosintez və tənəffüsdə su



A.İ.Vinoqradov və R.B.Teys müəyyən etdilər ki, yüngül  $^{16}\text{O}$  izotopu ağır izotopa nisbətən asan reaksiyaya girir, ona görə də atmosferdə tədricən  $^{18}\text{O}$  izotopu artır. Üç faizli artım tarazlıq nöqtəsinə uyğun gəlir. Atmosfer oksigenini regenerasiya edən Dünya okeanının mikroflorası bu səbəbdən tələf olmur. Bir anlığa çox hündür dağlıq sahədə olduğumuzu təsəvvür edək. İlk dəfə dağlarda olan insanlar havasızlıqdan əziyyət çəkirlər. Sanki dağlıq ərazilərdə oksigen aclığı hiss edilir. Yer atmosferində bu elementin nisbi qatılığı yüksəklikdə də dəyişmir. Amma yüksəklikdə adi təzyiq kimi, oksigenin də nisbi təzyiqi aşağı olur. “Yüksəklik xəstəliyinin” səbəbi oksigenin çatışmamasıdır. Yayılmış havada qan oksigenlə doymağa macal tapmır, bu zaman oksigen aclığı başlayır. Daima dağlıq rayonlarda yaşayan insanlar yüksəklikdə oksigen çatışmamazlığından əziyyət çəkmirlər. Onların orqanizmi dağlıq şəraitə alışır, qan dövranı prosesləri intensiv gedir, orqanizm artıq miqdar hemoqlobin işlədir. Bu zaman havadakı nisbi təzyiq kompensə olunur. Məsələn ondadır ki, oksigen havada azot və digər qazlarla birləşmir, məhz onlara qarışır. Bu da qazları təmiz fiziki metodlarla ayırmağa imkan verir.

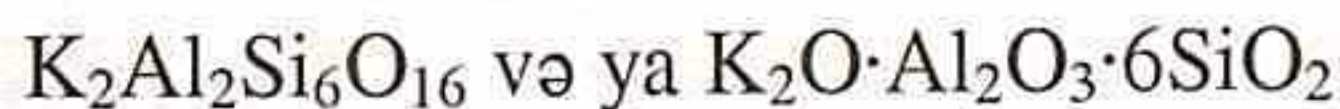
Oksigeni kəşf edən Cozef Pristli bu qənaətə gəlmişdir ki, bu qaz suda həll olmur. Xoşbəxtlikdən, bu belə deyil. Çünki əks halda balıqlar və digər mikrofauna suda yaşaya bilməzdi. Müəyyən edilmişdir ki, müxtəlif növ balıqlar üçün lazım olan oksigenin miqdarı fərqlidir. Məsələn, karp balıqları üçün suda oksigenin miqdarı 4 mq/l-dən az olmamalıdır. Çaylarda yaşayan, xüsusən də dağ çaylarında məsələn, forel balıqları üçün daha çox oksigen lazımdır.

1967-ci ildən müxtəlif ölkələrdə oksigen mərkəzləri fəaliyyət göstərir. Bu kameralarda ağır cərrahiyyə əməliyyatları yerinə yetirilir, ürək çatışmazlığı, beyin, böyrək, ciyər, sümük toxumaları zərər çəkəndə, qanqren, hətta ağır doğuşlarda oksigen köməyə gəlir. Ən ağır xəstəliklərdə məhz oksigen həlledici effekt nümayiş etdirir. Buna görə də suyun ekoloji xüsusiyyətlərindən danışmadan əvvəl onu təşkil edən elementlərin ekoloji təfəkkürümüzə, bizə və bizi əhatə edən mühitə təsirini, əhəmiyyətini unutmamalıyıq.

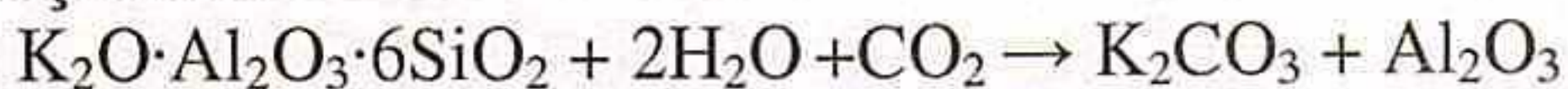
Yuxarıda adi suyun tərkibindəki hidrogen və oksigenin məxsusi xassələrindən söhbət açdıq. İndi isə təbii suların varlığını təmin edən altı ionun: hidrokarbonat, xlorid, sulfat, natrium-kalium, kalsium və maqnezium ionlarının su kütləsinin kimyəvi tərkibi və minerallığına təsirini nəzərdən keçirək. Natrium, kalium, kalsium və maqnezium ionlarının sudan əvvəl torpaqdakı vəziyyəti və onların insan orqanizminə təsiri ilə tanış olaq. Ulu əcdadlarımız planetin yuxarı təbəqəsini torpaq, bəzən isə “ana torpaq”

adlandırmışlar. Bu isə torpağın ana südü kimi qidalandırıcı xassəsindən qaynaqlanır. Təsadüfi deyil ki, V.İ.Vernadski ana südünün tərkibindəki bütün elementlərin torpaqda da olduğunu müəyyən etmişdir. Bu baxımdan planetin üst təbəqəsi olan torpaq sərbəst və tamamilə özünəməxsus təbii canlıdır. O, hava, su və temperatur dəyişmələrinin, “Yer sakinlərinin” həyat fəaliyyətinin təsirindən yaranan müxtəlif növ dağ süxurlarının yuxarı təbəqələrindən ibarətdir.

Torpaq milyon illər boyu Günəş sistemində və planetdə baş verən hadisələrin izlərini qoruyub saxlayır: milyon illər əvvəl yağan yağışlar, itmiş dənizin sahilində sürünən kərtənkəllər, püskürmüş vulkanlar, zəlzələlər və s... Bu və ya digər formada hadisələrin izlərini saxlamaq xassəsi Yer in yaddaşı adlanır. “Daş milyon illərlə toplanmış hadisələrin impresionistik gündəliyidir, amma o, yalnız keçmişin deyil, həm də gələcəyin göstəricisidir. Onda dövrilik var, o, gələcək dövrlərin geoloji göstəricilərinin sehirli lampasıdır” - O. Mandelştam yazırdı. Biosfer yer kürəsinin həyatı əmələ gətirən xarici təbəqəsidir. Burada canlı orqanizmlərin, heyvan, bitki və mikroorqanizmlərin müxtəlif növlərinin çox böyük miqdarı yerləşir. Bura yer qabığının üst qatı hidrosfer, yer kürəsini əhatə edən atmosferin aşağı qatları da aiddir. Canlı orqanizmin ümumi kütləsi, yaxud yerin ümumi biokütləsi hesablamalara görə  $10^{16}$  tona bərabərdir. Yer in ümumi kütləsi ilə müqayisədə o qədər də çox deyil, amma özlüyündə nəhəng maddə miqdarıdır. Həm də unutmamaq olmas ki, bütün bu kütlə canlıdır. Müəyyən edilmişdir ki, yer in biosferi açıq termodinamik sistemdir. Burada daim maddələr mübadiləsi gedir, qeyri-üzvi maddələrdən üzvi maddələr, bəsit molekullardan mürəkkəb molekullar yaranır. Beləliklə, biosfer daim işləyən bioloji dövrəyə məruz qalır. Üzvi maddələrin bir hissəsi torpağa, sututarlara və sulu məhlullara daxil olur, axımlarla son nəticədə dünya okeanına qarışır. Biosfer in bioloji dövrəsinə istifadə edilməyən minerallaşma məhsulları nəticəsində çökmüş dağ süxurları əmələ gəlir. Yer in altında müxtəlif minerallardan əmələ gəlmiş “ilkin” dağ süxurları gizlənmişdir. Onlar tədricən dağılır əraziləri və torpaq ehtiyatlarını artırır. Amma torpaqda, mexaniki olaraq digər dağılma və parçalanma prosesləri də baş verir. Su, karbon qazı və digər maddələr tədricən mineralları dağıdır. Torpağın demək olar ki, 18% kütləsi kalium saxlayan mineral ortoqlazın payına düşür. Bu silikat turşusunun ikiqat duzudur:



Kimyəvi aşınma nəticəsində ortoklaz mineralı su və karbon qazının təsirindən parçalanır:



Ortoklaz tədricən kaolin (gilin müxtəlif növləri), qum və potaşa çevrilir.

Qum və gil torpağın mineral sümüyünün yaranmasına sərf olunur, ortoklazdan potaşa keçən kalium isə yumşalır, bitkilər üçün faydalı vəziyyətə keçir. Amma bu proses eyni zamanda baş vermir.

Torpaqlı sulara  $K_2CO_3$  -kalium karbonat molekulları dissosiasiyaya məruz qalır:



Kalium ionlarının bir hissəsi bitkilər üçün qida mənbəyi rolunu oynayan torpaqlı məhlullarda qalır. Amma kalium ionlarının böyük hissəsi torpağın kolloid hissəcikləri tərəfindən udulur, oradan da bitki kökləri tərəfindən sorulur. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, yer qabığında kalium çoxdur, amma bitkilərdə o çatışmır. Torpağın damarları kaliumun böyük miqdarını özünə çəkdiyindən dəniz suyunda bu elementin miqdarı natriuma nisbətən 50 dəfə azdır. Müəyyən edilmişdir ki, min kalium atomundan kimyəvi aşınma zamanı yalnız ikisi dəniz hövzəsinə keçir, 998 kalium atomu isə torpaqda qalır. "Torpaq kaliumu udur, onun möcüzəli gücü də bundadır" - akademik A. E. Fersman yazırdı.

Kaliumun çatışmaması bitkilərin məhvinə səbəb ola bilər. Bitkilərdə kalium ion formasında ( $K^+$ ) olur. İonların bir hissəsi hüceyrə şirəsi, digər hissəsi hüceyrələrin struktur elementləri tərəfindən udulur.  $K^+$  bitkilərdə gədən əksər biokimyəvi proseslərdə iştirak edir. Müəyyən edilmişdir ki, cavan bitkilərdə yaşlılara nisbətən daha çox kalium var. Bu səbəbdən kalium azlığı zamanı bitkilər zəif boy atır, onların yaşıl yarpaqları saralır, kövrəkləşir, toxumlar tərəvətliliyini itirir. Kalium ionları bitki hüceyrələrində üzvi maddələrin sintezini aktivləşdirir.

Yer qabığında yayılmasına görə natrium elementlər arasında altıncı yerdə durur. Təbii birləşmələri- çöl şpatı, daş duz, qalit ( $NaCl$ ), selitra  $NaNO_3$ , kriolit  $Na_3AlF_6$ , qlauber duzu  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$  və bəzi silikatlardır.

Qədimdən əcdadlarımız natrium birləşmələri ilə tanış idilər. Pitekantroplara natrium xlorid müasir insanlara lazım olduğu qədər, bəlkə də daha çox gərəkli idi. İlk biokos sistem olan torpaqdan kalium və natrium təbii suların tərkibinə keçir, oradan isə bitki, heyvan və insanlar tərəfindən mənimsənilir.

Günəş enerjisinin akkumulyasiyasında maqnezium yaxından iştirak edir. O, günəş enerjisini udan xlorofilin tərkibinə daxildir. Maqnezium həmçinin insan və heyvanların qidası üçün zəruri olan (şəkər, nişasta və s.) üzvi maddələrin alınmasında iştirak edir. Xlorofilsiz həyat olmazdı, maqneziumsuz isə xlorofil, onun tərkibində bu element 2% təşkil edir. Mendeleev cədvəlinin 12№-li elementi- maqnezium bütün canlı orqanizmlərin və təbii suların ayrılmaz peykidir.

Maqnezium əzələ daxili spazmasını götürür, qıcolmaya qarşı müsbət təsir göstərir, mədə şirəsinin turşuluğunu nizamlayır. Maqnezium həm də ürək-damar xəstəliklərində effektiv təsir göstərir. Muxtar respublika sularında təsadüf edilən bu kation üçlüyü insan orqanizminin müalicəvi xüsusiyyətlərini artırır, təbii sulardan səmərəli istifadə edilməsini təmin edir. Xlor ionları kimi natrium ionları da yüksək minerallaşma dərəcəsinə malik olan suların əsas komponentidir. Regionun mineral sularında bəzi hallarda natrium ionları öz yerini kalsium və maqnezium ionlarına verir. Ərazinin mineral sularında maqneziumun miqdarı 23-34 ekv %-ə çatır. Sularda kalsium və maqneziumun olması, alümosilikat məhsullarının aşınması, karbonatlı süxurlardakı dolomit və mergelin həll olması ilə əlaqədardır. Bu elementlərin sulara varlığı əsas su saxlayan süxurların və onların tərkibindəki həmin elementlərin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri, onların elektron quruluşu ilə əlaqədardır. Bu da təbii suların genezisinin, onların insan orqanizminə və ətraf mühitə təsirinin öyrənilməsi üçün faydalıdır.

## 2. İçməli və mineral suların zərərli komponentləri

Təbii suların tərkibində insan orqanizminə müsbət təsir edən komponentlərlə yanaşı zərərli komponentlər də mövcuddur [156-158]. Bəzi mikroelementlərin sudakı qatılıqları 1963-cü ildə (keçmiş DÜST 2874-73-88) içməli suların keyfiyyəti üçün Avropa standartlarına uyğun tənzimlənmişdir (cədvəl 6.1). İçməli, mineral və şirin suların tərkibində olan zərərli komponentlərin qatılıqlarının yol verilən həddinin müqayisəsi göstərir ki, Darıdağ termal suyunda arsenin miqdarı (22 mq/l) yol verilə bilən həddən artıq olduğundan bu sular süfrə suları kimi daxilə qəbul edilə bilməz. Bəzi radonlu sulardan (Əshabi-kəhf, Teyvaz) isə vannalar şəklində istifadə etmək məqsədə uyğundur. Qurğuşun sulara iki valentli kation  $Pb^{2+}$  və müxtəlif komplekslər formasında ( $PbOH^+$ ,  $Pb(OH)_2$ ,  $PbNO_3$ ,  $PbCl^+$ ,  $PbCl_2$ ,  $PbCl_3^-$ ,  $PbCl_4^{2-}$ ,  $PbCO_3$ ,  $PbSO_4$ ,  $PbBr_2$ ,  $PbBr_4^{2-}$ ,  $PbY^{3+}$ ) miqrasiya edə bilir. Bu və ya digər miqrasiya formasında qurğuşunun sulara yerləşməsi həm suların geokimyəvi xüsusiyyətlərinə, həm də onların turşu - əsasi şəraitinə təsir göstərir. Qələvi mühitdə ( $pH > 8,5$ ) qurğuşunun əhəmiyyətli hissəsi karbonat və hidrosil kompleksləri formasında yerləşir.

Sulardan orqanizmə daxil olan qurğuşunun bütün birləşmələri əksər ağır metallar kimi zəhərlənmə yaradır. Buna baxmayaraq o, tibbdə geniş istifadə edilir.

XVIII əsrin sonlarında kəşf edilən berillium elementi çox unikal və faydalı xassələrinə baxmayaraq ilk vaxtlar "işsiz" idi. Elm və texnikanın inkişafı onun bu xassələrini özünə qaytardı.

A.E.Fersman onu “gələcəyin elementi” adlandırsa da, indi berillium həm bu günün, həm də gələcəyin elementidir. Əlamətlərinin və oksidinin oxşarlığına görə alüminiumun kölgəsində gizlənən berillium artıq öz fiziki və kimyəvi varlığını təsdiq edərək, özünə məxsus olan “kimliyini” təsdiq edə bilmişdir. Yer qabığının çox cüzi bir hissəsində berillium minerallarına rast gəlmək olar. Onların sayı 30-a yaxındır. Onlardan yalnız altı mineral-beril, xrizoberil, bertrandit, fenakit, helvin və danalit geniş yayılmışdır. Berilliumun mineralları içərisində yalnız beril mineralı sənaye əhəmiyyəti daşıyır. Bu gözəl yaşıl kristallar bəzən çox böyük ölçülərdə ola bilir. Ən böyük

Cədvəl 6.1. İçməli və mineral suların tərkibindəki zərərli komponentlərin qatılıqlarının yol verilən həddi

Zərərli komponentlər	İçməli sular üçün, mq/l	İçməli mineral sular üçün DÜST-1373-73, mq/l	Qeyd
Berillium (Be)	0,0002*	-	-
Bor (B)	0,5**	-	-
Vanadium (V)	0,1**	0,4	-
Molibden (Mo)	0,5*	-	-
Arsen (As)	0,05	1,5	müalicəvi-süfrə suları üçün
		3,0	
	0,005**	0,02	müalicəvi sular üçün
Civə (Hg)	0,1*	0,3	
Qurğuşun (Pb)	0,001*	0,05	
Selen (Se)	2,0*	-	
Stronsium (Sr)	0,7-1,5***	5	müalicəvi süfrə suları üçün
Flüor (F)		8	
	-	0,5	müalicəvi sular üçün
Xrom (Xr)	1,7*	0,5***	
Uran (U)	$1,2 \cdot 10^{-7}$ *	$5 \cdot 10^{-7}$ *	
Radium (Ra)	0,01**	0,001	-
Fenollar			

beril mineralının çəkisi 1 ton, uzunluğu 9 metrdir.

Təbiətdə berilliumun yalnız bir davamlı izotopu  $^9\text{Be}$  var. Onun bir neçə radioaktiv izotopları da ( $^7\text{Be}$  və  $^{10}\text{Be}$ ) mövcuddur. Berilliumun duzları şirin dada malik olsalar da, demək olar ki, hamısı zərərliyədir.  $^{10}\text{Be}$  və  $^7\text{Be}$  izotoplarının qarışığı az miqdar yağış suyu, qar, hava və dəniz çöküntülərində

rast gəlir. Əgər atmosferdə, su hövzələrində, torpaq və okeanda olan yalnız  $^{10}\text{Be}$  izotoplarını bir yerə toplasaq, çox böyük bir rəqəm, 800 ton alınar. Atmosferin 25 km hündürlüyündə yaranan berillium  $^{10}\text{Be}$  izotopları yağıntılar şəklində okeana düşür və tədricən dibə yığılır. Okeanın dibindən götürülmüş nümunələrdə  $^{10}\text{Be}$  izotoplarının qatılığını bilməklə, okeanın istənilən qatının yaşını hesablamaq olar. Berillium-10 həm də dəniz lillərində, təbii sulara akkumulyasiya olunur. Bu səbəbdən onun köməyi ilə üzvi çöküntülərin yaşını da təyin etmək mümkündür.

Digər radioizotop-berillium 7-nin taleyi tamamilə fərqlidir. Onun parçalanma dövrü yalnız 53 gündür. Təəccüblü deyil ki, onun Yerdə miqdarı qramlarla ölçülür. Ondən havanın proqnozlaşdırılmasında istifadə olunur. Hava təbəqələrini cizgiləyən  $^7\text{Be}$ -nin qatılığının dəyişməsi hava kütlələrinin aralıq vaxtlarını müəyyən etməyə imkan verir.

Berillium bitkilərdə, heyvanların toxumalarında və sümüyündə rast gəlir. Berillium duzlarının qidada artıq miqdarı orqanizmdə sümüklərin zəifləməsinə yol açır, raxit xəstəliyi yaradır. Çünki berillium orqanizmdə fosforu özünə birləşdirərək, sanki fosforu oğurlamış olur. Bu da orqanizm üçün sümük xəstəliklərini qaçılmaz edir.

Onun əksər birləşmələri güclü zəhərdir. Onlar dəri xəstəliyi və "berillioz" adlı xüsusi xəstəlik yaradır. Bu xəstəlik zamanı orqanizmin bütün funksiyaları pozulur, nəfəs yollarında tıxanma, və boğulma əmələ gəlir. Havada və suda berilliumun qatılığının yol verilən həddi  $0,001 \text{ mq/m}^3$ -dir. Bu, əksər metalların, hətta qurğuşunun qatılığının yol verilən həddindən azdır. Berillioz xəstəliyinin müalicəsində xüsusi kimyəvi birləşmələrdən istifadə olunur. Bu birləşmələr berillium ionlarını özünə çəkərək orqanizmdən kənar edir.

Civə normal şəraitdə maye halında olan yeganə metaldır. Elm və texnika məhz civənin xidmətləri sayəsində termometr, monometr, barometr və digər cihazlara sahib olmuşdur. Civənin ilk birləşməsi kinovardır-  $\text{HgS}$ . Məhz onun sayəsində insanlar civəni tanımışlar. Parlaq qırmızı rəngli kinovar 86,2% civəyə malikdir. Kasıb filizlərdə civənin miqdarı 0,12%-dən çox olmur. Təbiətdə civə sulfidin kristallik quruluşuna görə fərqlənən 3 modifikasiyası məlumdur. Civənin bütün duzları zəhərlidir. Buna görə də onlarla işlədikdə ehtiyatlı olmaq lazımdır [3,10].

Zəhərli olmalarına baxmayaraq civənin duzlarından tibbdə geniş istifadə edilir. Süleymani antiseptik vasitə kimi, civə sianid antiseptik sabununun hazırlanmasında, sarı rəngli civə oksidi göz və dəri xəstəliklərinin müalicəsində istifadə edilir. Tibbdə yalnız birləşmələri deyil, həm də civə və onun buxarlarından da geniş istifadə edilir. Xəstəni müayinəyə başlayan həkim ilk növbədə termometrdən, sonra isə civə monometri ilə işləyən təzyiq

aparətından istifadə edir. Fizioterapiyada civə-kvars lampaları toxumaları qızdırır, katar, zökəm hətta vərəm xəstəliklərinin müalicəsində işlədilir. Onun zəhərlilik dərəcəsi orqanizmə daxil olan miqdarı ilə ölçülür. Kəskin zəhərlənmələr mədə-bağırsaqda başlayır, qusma, nəbzin aşağı düşməsi, ürək fəaliyyətinin zəifləməsi ilə müşahidə olunur. Civə orqanizmdən böyrəklər vasitəsilə xaric olunur. Civənin hava ilə kontaktda olduğu hər yerdə xroniki zəhərlənmə təhlükəsi var. Əgər maye civə döşəməyə, mebelə və s. düşərsə təcili sürətdə onu götürmək, həmin yeri dəmir xlorid məhlulu ilə silmək lazımdır. Bununla da civəni kimyəvi yolla təcrid etmək mümkündür. Çünki balaca dənəciklər sürətlə parçalanır və intensiv buxarlanmaya məruz qalır. Civə orqanizmə psixi təsir göstərir, zehni fəaliyyəti zəiflədir.

Selen havada mavi alovla yanaraq  $\text{SeO}_2$ - selen 4-oksidi əmələ gətirir. Selen və onun bütün birləşmələri zəhərlidir. Selenin modifikasiyaları içərisində termodinamik davamlı boz selen daha yaxşı öyrənilmişdir. Zəncirlərdə atomlar kovalent rabitə ilə, zəncir-molekullar isə molekulyar qüvvə, metalik rabitə ilə birləşirlər. Hətta selen əridikdə möhkəm həlqələrlə birləşmiş zəncirlərdən ibarət maye əmələ gəlir. Qaz halında selen  $1500^\circ\text{C}$ -dən yuxarı temperaturda mövcud ola bilər. Bir qədər aşağı temperaturlarda selen buxarları iki, altı və səkkiz nəfərlik "ailədən" ibarət olur.  $900^\circ\text{C}$ -də  $\text{Se}_6$  molekulları,  $100^\circ\text{C}$ -dən sonra  $\text{Se}_2$  molekulları üstünlük təşkil edir.

Qırmızı amorf selen də zəncirvari quruluşlu polimerdir.  $70-90^\circ\text{C}$  intervalında o kauçuka oxşar xassələr göstərməklə yüksək elastik vəziyyətə keçir. Bu da onun yarımkeçiricilik xassələrindən irəli gəlir. Təbiətdə selenin bioloji rolu çox mürəkkəbdir. Əksər canlılarda  $0,01-1\text{mq/kg}$  selen var. Torpaqda selenin artıq miqdarı ot yeyən heyvanlarda "alkoloiz" xəstəliyi yaradır. Bu xəstəliyə tutulan ev heyvanlarının yunu tökülür, buynuz və dırnaqları formasını dəyişir, kövrəkləşir. İş yerlərində amorf selenin havada yol verilə bilən qatılıq həddi  $2\text{mq/m}^3$ , əksər birləşmələri üçün isə  $0,2\text{mq/m}^3$  olduğu müəyyən edilmişdir. Onun birləşmələrindən yalnız biri natrium selenit  $\text{Na}_2\text{SeO}_3$  heyvandarlıqda faydalıdır. Bu duzun mikromiqdarı cücələri diatez xəstəliyindən qoruyur. Bu səbəbdən bəzi heyvanların yemində cüzi miqdar selenin natrium duzu əlavə olunur. Bioloqlar müəyyən etmişlər ki, orqanizmdə selen çatışmadıqda eynilə E vitamininin məhrumiyyətindən yaranan dəyişikliklər meydana çıxır. Sonralar Azərbaycan Elmlər Akademiyasının prezidenti olmuş, gənc fizik H.M.Abdullayev 1952-ci ildə müəyyən etmişdir ki, insan gözünün spektral həssaslığı fotoelementlərdə tətbiq olunan elementar seleninki ilə üst-üstə düşür. Bu uyğunluq əsasında belə bir əqli nəticəyə gəlmək mümkündür ki, canlı orqanizmdə selen işıq enerjisini elektrik enerjisinə çevirməklə məşğul olur, daha dəqiq ifadə edilərsə, göz bəbəyinin elektrik potensialının enerjiyə çevrilməsini təmin

edir. Bu isə bizim ətraf mühiti görmə hissimizin başlanğıcıdır. Sonradan sübut edildi ki, gözdə selenin miqdarı ilə görmə qabiliyyəti arasında xətti asılılıq mövcudur. İndi tibbdə insan və heyvanların selenə tələbatı haqqında çox danışılır. Amma nəzərə almaq lazımdır ki, selenin artıq miqdarı çox zərərliyə. Bu miqdar orqanizmdə oksidləşmə-reduksiya reaksiyalarını ləngidir, aminturşularının sintezini pozur, ağır funksional təzadlar əmələ gətirir. Buradan aydın olur ki, eyni səhnədə, yəni canlı orqanizmdə 34 Nöli element- selen həm qəhrəman, həm də “cani” rolunda çıxış edə bilər.

Arsen haqqında III fəsildə ətraflı bəhs edilmişdir. Onu qeyd etmək lazımdır ki, arsenin miqdarı az olan Vayxır suyundan süfrə suyu kimi istifadə etmək olar, amma arsenin miqdarı (22 mq/l) olan Darıdağ suyundan yalnız vannalar şəklində müalicə məqsədi üçün istifadə edilə bilər. Çünki, arsenin qatılığının yol verilə bilən həddi  $0,15 \text{ mq/m}^3$ -dir.

1911-ci ildə məhz radium və radioaktivliyin kəşfinə görə hər iki alim Anri Bekkerellə birlikdə Nobel mükafatına layiq görüldülər. Pyer Kuri Nobel mükafatını alarkən minnətdarlıq nitqində demişdir: “Düşünmək olar ki, cinayətkar əllərdə radium çox təhlükəli olacaqdır. Bu zaman insanlıq təbiətin gələcək gizli sirlərini açmağa maraqlıdır mı? Onun təfəkkürü kifayət qədər yüksəkdirmi ki, əldə etdiyi bilikləri faydalı istiqamətə yönəldə bilsin? Bu elmi nəaliyyətlər insanlığın gələcəyinə mənfi təsir göstərməyəcək mi? Misal olaraq Nobelə güclü partlayıcı maddələrin kəşfi, şöhrəti və böyük işlərin yerinə yetirilməsini təmin etdi, eyni zamanda cinayətkar hökmdarların əlində o, insanları müharibələrə sürükləyən dəhşətli qırğın vasitəsinə çevrildi. Mən Nobellə birlikdə o fikirdəyəm ki, yeni kəşflərdən insanlığa şər yox, xeyir, fayda gəlsin. Ümid edirəm ki, bizim də kəşfimiz bəşəriyyətə fəlakət deyil, fayda, gələcək bəxş edəcək..”

1903-cü ildə Rusiyada Moskva Dövlət Universitetinin professoru A.P.Sokolov müəyyən etdi ki, “Narzan” mineral suyunun karbon qazı radioaktivdir, Pyatıqorsk fantanının ətrafındakı ərazinin havası isə ionlaşmışdır. Sonradan A.P.Sokolov və onun tələbələri Qafqaz mineral sularının müəyyən hissəsində, palçıqda və ətraf atmosferdə radioaktivliyin olduğunu müəyyən etdilər. P.Kuri də mineral mənbələrin sularında və qazlarda radioaktivliyin olduğunu aşkar etmişdir.

Radium preparatları bədxassəli şişlərin və digər ağır xəstəliklərin müalicəsində istifadə edilməyə başlandı. Radiumdan radioaktivliyin vahidinin etalonları hazırlandı. Sonralar radium-berillium neytron mənbələri istifadəyə verildi. Nüvə fizikası və atom texnikası inkişaf etdikcə, yeni radioaktiv element və izotoplar kəşf olunduqca radium, səhnədən çəkilərək arxa plana keçdi. Amma hər şeydə ilk olmaq gözəl və şərəflidir. Radium da bu günə kimi radioaktivliyinə görə öz şöhrətini qoruyub saxlayır. Onun 206-214-ə



kimi radioaktiv izotopları məlumdur. Radiumun 218-230 izotopları da digərləri kimi qısa ömürlü alfa şüalardır. Onların yarımparçalanma dövrləri 0,4-15 saniyədir. Ən uzunömürlü radium izotopu isə Kürilərin kəşf etdiyi, yarımparçalanma dövrü 1600 ilə bərabər olan radium 226-dır.

İndi isə ən aktiv, elektromənfi, yüksək reaksiya qabiliyyətli, aqressiv element və qeyri-metal Flüor haqqında...

Flüor halogenlər ailəsinin elementidir. Bütün xassələrinə görə öz ailəsinin sələfidir, amma onun xassələri ifrat yüksək dərəcədədir. Bu 9 №-li elementin- flüorun dövrü cədvəldəki vəziyyətindən və elektron quruluşundan irəli gəlir. Xarici elektron təbəqəsini doldurmaq cəhdi flüorda çox yüksəkdir, bu səbəbdən o, demək olar ki, bütün elementlərlə reaksiyaya girir. O, hətta nəcib qazlarla: arqon, kripton, ksenon və radonla flüoridlər əmələ gətirir. Flüoru reaksiyadan çəkəndirmək çox çətindir, bu xüsusiyyəti onun atom və ionunun kiçik ölçülərindən irəli gəlir. Onlar 1,5 dəfə xlordan, iki dəfə isə yoddan kiçikdir.

Flüor atomları çox yüksək elektromənfilik, elektronları çəkmək qabiliyyəti nümayiş etdirir. Oksigenlə qarşılıqlı təsirdə flüor elə birləşmə əmələ gətirir ki, burada oksigen müsbət yüklənmiş olur. Qaynar su çox müstəsna bir vəziyyətdə flüorda yanaraq oksigen əmələ gətirir. Bu halda oksigen yanmanın səbəbi deyil, yanmanın məhsuludur! Flüorun təbii mineralı kriolit-batmayan buz adlanır. Doğrudan da, kriolitə nəhəng kristalları buzlaqların buzuna çox bənzəyir. Hidrogen flüorid bir çox reaksiyaların sürətini dəyişdirə bilir, buna görə müxtəlif kimyəvi reaksiyalarda katalizator kimi istifadə olunur. Buradan flüorun yaranma tarixinin qorxulu detektiv romana bənzədiyi aydın olur, səhifələrin hər birində zəhərlənmə və ya ölüm hadisələri var. Yəqin bu səbəbdən flüor və onun birləşmələri kütləvi qırğın silahlarının hazırlanmasında istifadə olunur. II dünya müharibəsində almanlar xlor 3- flüoriddən yandırıcı vasitə kimi istifadə etmişlər. Amerika, İngiltərə və Almaniyada bəzi flüorlu birləşmələr gizli zəhərləyici maddə kimi, yarım-sənaye məhsulu şəklində istehsal edilmişdir. Sırr deyil ki, flüorsuz atom bombası almaq mümkün olmazdı.

Flüorla işləmək çox təhlükəlidir, azacıq ehtiyatsızlıq insana güclü təsir edir, dişləri tökür, dırnaqlar yumşalır, sümüklər kövrəkliyini, qan damarları elastikliyi itirir. Nəticə yuxarıda deyildiyi kimi, ağır xəstəlik və ya ölümə sonuclanır. Amma tam bir təsadüfdən, filin dişində flüor tapıldığından, onun əks tərəfi, yəni müsbət xüsusiyyətləri də meydana çıxdı. Tədqiqatçılar tərəfindən insan və heyvanların dişləri sisteməlik tədqiq edilməyə başlandı. Müəyyən edildi ki, dişlərin tərkibində 0,02% flüor var, bu isə orqanizmə içməli su ilə daxil olur. Adətən bir ton suda 0,2 mq-dək flüor olur. Flüorun çatışmaması dişin çürüməsinə-kariyes xəstəliyinin

yaranaşına səbəb olur. Süni yolla suya flüorun əlavə edilməsi dişlərdə bu xəstəliyinin qarşısını alır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, flüorun suda artığı da flyuoroz xəstəliyinə yol açır. Tibb həmişəki kimi dilemma qarşısında qalır, böyük miqdar zəhər, kiçik doza isə dərmandır. Artıq bir çox yerlərdə suyun süni flüorlaşdırılması üçün xüsusi qurğulardan istifadə edilir. Bu uşaqlarda daha müsbət effekt yaradır. Ona görə də uşaqların yeməyinə və südə cüzi miqdar flüor əlavə edilir. Flüor həmçinin canlı hüceyrələrin inkişafı üçün lazımdır, o, fosforla birlikdə bitki və heyvanların toxumalarına daxil olur. Flüor üzvi birləşmələr uğurla qalxanabənzər vəzin xəstəliklərinin müalicəsində, xüsusilə də "Bazedov" xəstəliyində, diabetin xroniki formalarında, bronxial, oynaq və xərcəng xəstəliklərində istifadə edilir.

Molibdenin həyatda rolu (bioloji aspektlər nəzərə alındıqda) ikilidir. O, zəruri mikroelement hesab olunur. Onu bitkilərin yaşıl kütləsində təyin etmişlər. 1 kq quru maddədə təxminən 1 mq molibden müəyyən olunmuşdur. Molibdenin hiss ediləcək miqdarı noxud və paxlalı bitkilərdə müşahidə olunur. O, həmçinin canlı orqanizmlərdə də var. Lakin bütün bunlara baxmayaraq, onun maddələr mübadiləsindəki rolu uzun müddət aydınlaşdırılmamışdır. Bu məsələ yeni Zelandiyanın təsərrüfatlarında torpağa cüzi miqdarda Mor duzları əlavə etməklə məhsuldarlığın təxminən 30% artması ilə müşahidə olunmuşdur. Az sonra müəyyən edilmişdir ki, molibdenin mikro miqdarı kök bakteriyalarının fəallığını yüksəldir. Molibden turş torpaqlarda xüsusi ilə səmərəlidir. Dəmirin çox olduğu qırmızımtıl və bozumtul torpaqlarda isə molibdenin təsiri minimal həddədir. Buna baxmayaraq bəzi ölkələrdə molibdenin istifadəsi kütləvi xarakter almış və bundan sonra metalın arxa üzünü görmüşdür. Normadan artıq molibden təkəcə bitkilər üçün deyil, həm də heyvanlar və insan orqanizmi üçün çox zərərliyədir. Müəyyən olunmuşdur ki, bir neçə yüz illər bundan əvvəl orqanizmdə yaranan "podaqranın"- bədəndə maddələr mübadiləsinin pozulması nəticəsində əmələ gələn oynaq və toxuma xəstəliyinin də günahkarı məhz molibdendir. Onun bəzi hallarda zərərli, bəzi hallarda isə zərərsiz olduğu ancaq son dövrlərdə müəyyən edilmişdir. Artıq məlumdur ki, molibden ksanten oksidaz fermentlərinin tərkibinə daxildir. Əgər qidada molibden azdırsa, bu halda həmin ferment kifayət qədər yaranmır və orqanizm onun çatışmamazlığına həssas reaksiya göstərir. Əksinə, yeməkdə molibdenin miqdarı artıq olduqda da maddələr mübadiləsi pozulur. Ksanten-oksidaz orqanizmdə azot mübadiləsini sürətləndirir, bu isə öz təsirini xüsusilə "Purin" mübadiləsində göstərir. Nəticədə purinlərin parçalanması ilə sidik turşusu alınır. Əgər bu turşu həddən artıq çox olursa, böyrəklər onu orqanizmdən tamamilə çıxarmağa macal tapmır. Oynaqlarda və əzələ toxumalarında bu turşuda həll olmuş duzlar toplaşır. Oynaqlar ağrımağa başlayır, podaqra boy göstərir.

V.V.Kovalskiyə görə molibden yatağı rayonunda bu nadir metalın miqdarı sulara adətən normadan xeyli artıq olur. Bu isə həmin ərazidə yaşayan insanlarda molibden podagraşının inkişafı ilə nəticələnir.

İçməli sulara stronsium, bor, qurğuşun və digər mikroelementlərin normadan yüksək miqdarı ilə bağlı biogeokimyəvi endemiyalar məlumdur. Ehtimal ki, bəzi endemiyalar hələ müəyyən edilməmişdir. Bu sahədə geokimyəçilərin qarşısında böyük işlər dayanır.

Cədvəl 6.1- dəki içməli və mineral suların tərkibinə daxil olan zərərli elementlər aləminə qısa səyahət göstərir ki, bu elementlərin hidrosfer, atmosfer və litosferdə olan miqdarları bir-birindən kəskin fərqlənir. Ona görə də Yerin dərinliklərində yerləşən mineral və süxurlardan yeraltı sulara artıq miqdarda sızan bu elementlərin insan orqanizminə təsiri də müxtəlifdir. Bu səbəbdən mineral sularından içmək üçün istifadə etdikdə ehtiyatlı olmaq lazımdır.

Səpələnmiş elementlər genetik olaraq təbii sulara bu və ya digər miqyasda süxurların aşınması və insan fəaliyyəti nəticəsində daxil ola bilər. Bir sıra elementlərin süxur və çay sularında orta qatılıqları cədvəl 6.2-də verilmişdir.

Cədvəl 6.2. Dağ süxurları və çay sularında mikroelementlərin qatılıqlarının müqayisəsi (mkq/kq)

Mikroelement	Qranit	Bazalt	Qum	Əhəng	Çaylar
Litium	30	17	15	5	10
Bor	10	5	35	20	20
Flüor	800	400	270	330	100
Brom	4	4	4	6	1
Yod	0,5	0,5	1	1	7
Arsen	2	2	1	1	2
Sürmə	0,2	0,1	0,4	0,3	1
Alüminium	çox	çox	çox	4200	50
Vanadium	50	150	20	20	1
Manqan	450	1500	50	1100	8
Dəmir	çox	çox	çox	çox	40
Mis	20	87	2	4	7
Sink	50	105	16	20	30
Selen	0,05	0,05	0,05	0,9	0,2
Molibden	1	1,5	0,2	0,4	0,5
Gümüş	0,04	0,1	0,07	-	0,3
Civə	0,01	0,01	0,03	0,04	0,07
Qurğuşun	17	6	7	9	1

Stronsium	250	465	201	600	60
Rubidium	150	130	60	3	1
Skandium	10	30	1	1	0,004
Torium	14	2,7	5,5	2	0,1
Uran	3	1	2	2	0,1
Sirkonium	150	140	220	20	0,004
Kadmium	0,13	0,2	-	0,03	0,01
Barium	600	330	-	10	50
Volfrom	1,7	0,7	1,6	0,6	0,08
Qızıl	0,002	0,002	0,006	0,007	0,002
Tallium	1,5	0,2	0,8	0,01	0,001
Kobalt	4	40	0,3	0,3	0,2
Nikel	10	150	2	20	2

Bəzi səpələnmiş elementlər üçün dəqiq analitik məlumatlar az olduğundan onlar cədvələ daxil edilməmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi mikroelementlərin məhlula daxil olması elementin əlaqədar olduğu mineraldan və aşınmanın intensivliyindən asılıdır. Çöl şpatları və ya adi dəmir-maqneziumlu mineralların səpələnmiş elementləri asan qarışımlar [160]. Onlardan bəziləri sirkon, apatit və ya monasit kimi mineralların tərkibində, digərləri yalnız oksigen saxlayan sulara asan aşınırlar. Davamlı minerallar aşınma zamanı dəyişikliyə məruz qalmırlar. Amma aşınma çox intensiv getdikdə istisna hallar da müşahidə olunur. Buna baxmayaraq onların dəyişməsi sulara elementlərin yüksək qatılıqlarının formalaşmasına səbəb olmur. Çünki aşınma intensiv olduqda, durulaşma prosesləri elementlərin qatılmasına maneçilik göstərir. Mikroelementlərin yüksək qatılığa malik olduğu filiz yataqlarında metallar adətən sulfid mineralları şəklində yerləşirlər. Buna mis, sink, molibden, gümüş, cıvə, qurğuşun sulfidlərini misal göstərmək olar. Sonuncular isə daha çox selen, arsen, kadmium və s. saxlayır. Sulfidlərin sürətlə aşınması səbəbindən belə filiz yataqları həmin ərazilərdə yerləşən təbii suları həll olan mikroelementlərlə zənginləşdirə bilər. Bu səbəbdən geokimyəvi axtarışların əsas aspektlərindən biri filiz yataqlarının müəyyən edilməsi üçün ərazinin təbii sularının tərkibindəki mikroelementlərin tədqiq edilməsidir.

Mikroelementlərin hidrosferə insanlar vasitəsi ilə daxil edilməsi müxtəlif yollarla həyata keçirilir. Qazma yanacağıının yanması və filizlərin əriməsi prosesində metallar atmosfərə, oradan isə yağışlar vasitəsi ilə yerüstü sulara qarışır. Məişət və sənaye axıntıları ilə metallar birbaşa hidrosferə daxil olur. Filiz yataqlarının işlənməsi metalların sərbəst qalması

ilə nəticələnə bilir, belə ki, ilk mərhələdə nüfuz olunmayan süxurlar xırdalanır və su ilə qarşılıqlı təsirdə olurlar. Sulfid saxlayan filizlər isə oksigenlə kontakda olaraq sürətlə həll olurlar. Yeraltı zəhərli tullantılar, eyni zamanda radioaktiv tullantılar bir sıra mikroelementlərin yeraltı sulara, sonradan isə yerüstü sulara keçməsinə təmin edir. Mikroelementlərin çay və göllərə insan fəaliyyəti nəticəsində daxil olması təbii yollarla daxil olmasından dəfələrlə çoxdur [161,162]. İnsan fəaliyyətinin mənfi təsiri okean sularında daha yüksəkdir [163]. Bütün hallarda mikroelementlərin müəyyən miqdarı bitki və heyvanlar, habelə insan orqanizmi üçün zəruridir. Orqanizmlər sularda rast gələn bu elementləri ekstraksiya etmək qabiliyyətinə malikdir. Belə ki, okean və göllərin üst qatlarında günəş işığının təsirindən orqanizmlər fotosintez prosesində iştirak edərək suyun mineral komponentlərini (fosfat, nitrat) tükədirlər. Belə ki, artım prosesində orqanizmlər sulardan bir sıra mikroelementləri ekstraksiya edərək suyun səthində onların miqdarını tədricən azaldırlar. Bu səbəbdən orqanizmlər tərəfindən istifadə edilən bu elementlər suyun səthində bioloji proseslərin əsas yoxlama faktorları rolunda çıxış edirlər. Cüzi miqdarda olan bu elementlər ( Mn, Cu, Ni, Mo, Se və s.) və onların aşağı qatılıqları orqanizmlər tərəfindən tutulur. Onların qatılıqlarının yuxarı olduğu mühitdə (insan tərəfindən çirkləndirilən sularda) orqanizmlər tərəfindən tutulan miqdarları təbii proseslərlə (adsorbsiya prosesləri) müqayisədə xeyli azdır. Lakin bu miqdar belə suyun keyfiyyətinin pisləşməsinə və orqanizmlərə mənfi təsir göstərməsinə səbəb ola bilər. Beləliklə, təbii sularda istənilən mikroelementin davranışını aydınlaşdırmaq üçün tədqiq edilən sularda onların hansı kimyəvi formada olduqlarını bilmək lazımdır.

### **3. Təbii suların çirklənmə mənbələri**

Təbii suların çirklənmə mənbələri və çirklənmə prosesinin mənşəyi suların özü kimi çox qədim zamanlardan axıb gəlir. Suların keyfiyyətinin potensial pisləşməsi zonasına daxil olan fərqli hidrogeoloji şəraitə malik ərazilər suyun keyfiyyətinin çirklənmə mümkünlüyünün müxtəlif dərəcələri ilə xarakterizə olunur. Bununla əlaqədar olaraq suların keyfiyyətinin potensial çirklənmə zonasının aşağıdakı təsnifatı təklif olunur: 1- böyük təhlükəli, 2 – müntəzəm təhlükəli, 3 – orta təhlükəli, 4 – az təhlükəli, 5 – təhlükəsiz sular.

Yeraltı suların mövcud çirklənmə mənbələri daimi, periodik fəaliyyətli və təsadüfi növlərə ayrılır. Çirklənmə dərəcəsinə görə yeraltı suların tərkibinə ən çox sənaye tullantıları təsir göstərir. Faza vəziyyətlərinə görə tullantılar öz növbəsində bərk, maye, qaz və qarışıq halında olur. Yeraltı suların fiziki-kimyəvi xassələrinin və tərkibinin daha çox dəyişmələri sənaye

axıntılarının filtrasiyası nəticəsində baş verir. Maye halında mövcud olan sənaye tullantılarının çirklənmiş komponentləri dörd qrupa ayrılır:

- 1) Spesifik zəhərli xassəli qeyri-üzvi birləşmələr,
- 2) Spesifik adi xassəli qeyri-üzvi birləşmələr,
- 3) Spesifik zəhərli xassələrə malik üzvi birləşmələr,
- 4) Spesifik adi xassəli üzvi birləşmələr.

Birinci qrupa qeyri-üzvi xammal istehsal edən kimya sənayesinin tullantı suları aiddir. İkinci qrupa dağ-mədən, filiz zənginləşdirmə və s. müəssisələrin tullantı suları daxildir. Üçüncü qrup tullantı sularına üzvi sintezlə məşğul olan kimya, neft kimyası, neft emalı və sellüloz-kağız istehsal edən müəssisələrinin tullantıları aiddir. Onların içərisində boyalar, qatranlar, fenollar, qurğuşun, sintetik yağ turşuları, spirtlər və s. zəhərli tullantılar hesab edilir. Dördüncü qrupa maya, kartof nişasta, şəkər, pivə və digər qida məhsulları istehsal edən zavodların tullantı suları daxil edilir. Dördüncü qrup tullantı suları sudaşıcı laylara sızaraq suyu zəhərləmədən, onun keyfiyyətini pisləşdirirlər.

Sənaye tullantılarından əlavə məişət və kənd təsərrüfatı tullantıları da geniş yayılmışdır. Ümumi şəkildə məişət tullantıları  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , üzvi kationlar, aldehydlər, bir sıra spirtlər, mikroelementlər (B, Cd, Hg, Cu, Pb, Zn, Cr, Ni), mikroorqanizmlər, nitrobirləşmələr, benzol, yağlar, benzin, neft və s.-dən ibarətdir.

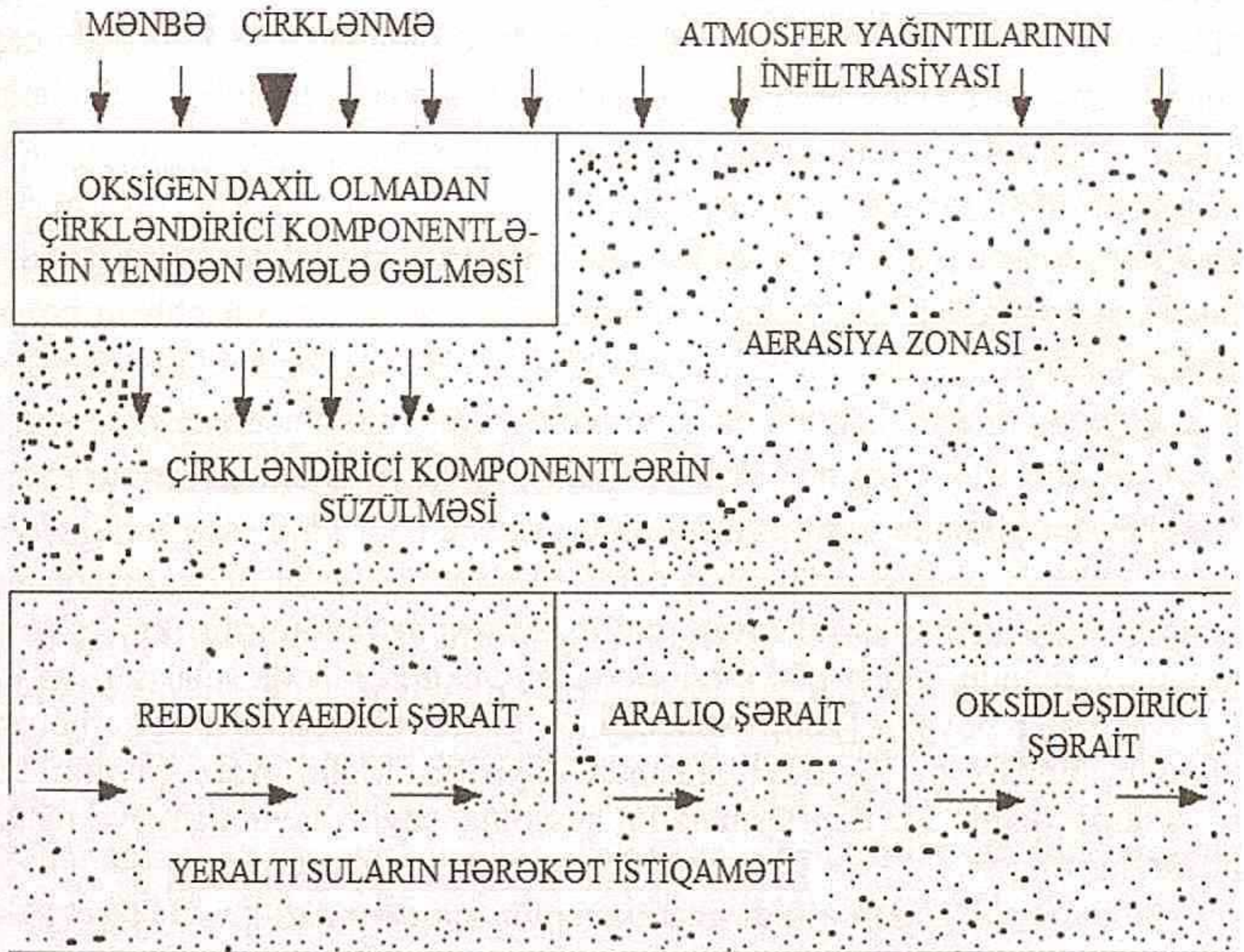
Yeraltı suların bərk məişət tullantıları ilə çirklənməsi tullantıların parçalanma dərəcəsi ilə müəyyən olunur. Bərk tullantıların 50%-i mineralaşır və yeraltı sularda miqrasiya edən sadə üzvi birləşmələrə parçalanır. Parçalanmanın xarakteri və məhsulları müxtəlifdir və birbaşa oksidləşmə-reduksiya şəraitindən asılıdır. Oksidləşdirici şəraitdə tullantıların parçalanması sürətli və sona qədər gedir. Parçalanma məhsulları arasında karbon qazı və sadə mineral birləşmələr üstünlük təşkil edir. Oksidləşmə şəraitində bərk məişət tullantılarının tam parçalanması nəticəsində yeraltı sular  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  ionları ilə zənginləşir. Nəticədə onların ümumi minerallığı və codluğu artır. Bu zaman sulara xüsusi cövhərlər (məsələn, selen) daxil olur və böyük miqdar anaerob bakteriyalar yaranır. Reduksiyaedici şəraitdə bərk məişət tullantılarının parçalanması sona qədər getmir, yeraltı sular parçalanmanın aralıq məhsulları ilə zənginləşir. Bura yağlar, spirtlər, aldehydlər, yağ turşuları, sulfidlər və s. daxildir. Nəticədə yeraltı sulara böyük miqdar anaerob bakteriyalar və mikroorqanizmlər keçir. Kənd təsərrüfatı tullantıları mineral və üzvi gübrələrin istifadəsi, heyvandarlıq kompleksləri, quşçuluq fabrikləri, ferma və tövlələrin mövcudluğu ilə əlaqədardır. Gübrələrin istifadəsindən yeraltı sulara azot, fosfor, kalium, kalsium, maqnezium, natrium, ammoniyak, nitrit, sulfat,

fosfat və hidrokarbonatlar daxil ola bilir. Heyvandarlıq kompleksləri və digərləri yeraltı suları xlor, natrium, azot birləşmələri, ammonyak və hidrokarbonatlarla çirkləndirmək qabiliyyətinə malikdir. Kənd təsərrüfatı tullantıları eyni zamanda müxtəlif mikroelementlərlə zəngindir.

Yer səthinin yuxarı hissəsinin suları vəziyyətdən asılı olaraq üç növ çirklənmə mənbəyinə: atmosfer, səthi su axımları və sututarlara (göl, nohur, hövzə) aid edilir. Atmosfer toz hissəcikləri və qazlar şəklində müxtəlif növ çirklənməyə məruz qalır. Bu sənaye müəssisələrinin yerləşdiyi iri şəhərlərin atmosferində özünü büruzə verir. Atmosferin müəyyən hissəsi gübrələnmiş sahələrdən və ziyanvericilərlə mübarizə vasitələrindən çirklənir. Atmosfer çirklənmələrinin cüzi bir hissəsi yeraltı sulara keçir, amma bu çox böyük sahələri əhatə edir. Su axımları və hövzələri (çaylar, göllər, sututurlar) regionun yaşayış məntəqələri və sənaye obyektlərindən axıdılan çirkab suları ilə çirklənilir. Bu növ çirklənmə yerli şəraitdən asılı olaraq fərdi xarakter daşıyır. Atmosfer yağıntıları sənaye və kənd təsərrüfatı tullantılarını yuyaraq yeraltı sulara keçirir. Bu zaman atmosfer yağıntılarının intensivliyi tullatı materiallarının filtrasiya qabiliyyətini müəyyən edir. Çirklənməyə ilk növbədə yuxarı qat və qrun suları, artezian strukturlu lay və çat suları məruz qalır. Laylı sular sudaşıyan kompleksin yuxarı səthə çıxdığı sahələrdə az çirklənir. Çirklənmənin sulara daxil olması regional, xətti və nöqtəvi xarakterə malikdir. Suların çirklənməsi xəta və qəzalar nəticəsində də baş verə bilər. Yeraltı suların çirklənmə intensivliyi texnogen və təbii faktorların nisbəti ilə müəyyən edilir. Üstün texnogen çirklənməyə böyük miqdar istehsal axıntıları və bərk tullantılar, xammal və hazır məhsul itkisi, atmosferin sənaye müəssisələri və nəqliyyat qazlarından yüksək miqdar çirklənməsi, tullantı sularının buxarlanması və s. aiddir.

Yeraltı suların təbii çirklənmə faktorlarına sudaşıyan kompleksin müəyyən miqdar süxurlarla yüklənməsi, süxurların yüksək filtrasiya xassələri, böyük miqdar atmosfer yağıntıları və onların əhəmiyyətli dərəcədə intensivliyi, yeraltı suların qidalanma, həllolma və yüklənmə sahələrinin üst-üstə düşməsi və s. daxildir. Hidrogeokimyəvi anomaliyanın zonallığı çirklənmə mənbələrinin regional yayılması ilə kifayət qədər mürəkkəb xarakter alır. Meşə ərazilərinin azalması, kənd təsərrüfatında tətbiq edilən gübrələrin istifadə həcmının artması, nəqliyyat vasitələrinin atmosferi aramsız çirkləndirməsi anomaliyaların həcmi artırır. Çirklənmə mənbələrinin qatılığının artdığı rayonların suları da bu və ya digər dərəcədə çirklənməyə məruz qalır. Çirklənmə mənbələrinin ərazi hüdudlarından kənarlara yayılması yeraltı suların miqdarının azalmasına və keyfiyyətinin aşağı düşməsinə səbəb olur. Nəticədə aerasiya zonasında üzvi maddələrin oksidləşməsi reduksiyaedici mühitin yaranmasına yol açır. Üzvi maddələrin oksidləşməsi aerasiya

zonasında çirklənmiş suların atmosfer yağıntıları ilə durulaşması qabiliyyətini artırır. Zonanın əsas reduksiyaedici komponentləri karbon qazı, hidrogen sulfid, kükürd, ammonyak, azot, azot oksidləri və s.- dir. Şəkil 6.4- dən görüldüyü kimi, bu zonada suların özünü təmizləməsi prosesi baş verir, amma oksidləşmə-reduksiya prosesi sona qədər getmir. Sonrakı mərhələdə yeraltı suların reduksiyaedici şəraiti tədricən oksidləşdirici şəraitlə əvəz olunur. Aralıq mərhələdə yaranan keçid zonalarında sərbəst oksigen əmələ gəlir ki, bu da mühitdə bakteriyaların varlığını təmin edir. Oksidləşmə zonasında çirklənmənin üzvi forması praktik olaraq yoxa çıxır, o sulara öz yerini təbii



Şəkil 6.4. Çirkləndiricilərin təsiri ilə suların oksidləşmə - reduksiya şəraitinin dəyişməsi

mineral çirklənməyə verir. Nəticədə sulara  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  ionları üstünlük təşkil edir.

Çirklənmə mənbələri kimi, xüsusiyyətləri də müxtəlifdir. Məsələn, bütün dünya üzrə hər il müəssisə və məişət obyektlərindən havaya kükürd qazı buraxılır. Dünyada il ərzində yalnız daş kömürün yanmasından



atmosferə milyonlarla ton kükürd qazı buraxılır, o isə oksidləşir və suda həll olaraq sulfat turşusu əmələ gətirir. Bunun nəticəsində atmosfer yağıntıları bəzən turş olur. Yağıntıları yayan küləklər ərazinin digər yerlərinin də sularını turşlaşdırır. Yerüstü sular turş qar örtüyündən və turş yağışlardan nəsibini alır, çay, göl və sututarlarda suyun pH-ı 4 və daha aşağı olur. Bu isə həmin hövzələrdə balıqların məhvi deməkdir. Son onilliklərdə atmosferin güclü kirlənməsi nəticəsində əksər göllərdə forel balığı tamamilə məhv olmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, sulfat ionlarının atmosfer yağıntılarındakı miqdarının 30 %-dən çoxu texnogen mənşəlidir. Nəhəng texnogen yüklənmə məişət və sənaye tullantılarının daxil olduğu çay və göllərdə baş verir. Dünyada bu növ texnogen tullantıların miqdarı yüz milyard tonlarla ölçülür. Təqribi hesablamalara görə hər il çaylardan okeanlara (milyon ton hesabı ilə) 320- texnogen dəmir, 2,3- qurğuşun, 1,6 manqan, 6,5-fosfor, 1,0 kadmium və s. axıdılır. Nəticədə çayların ion axımı və texnogen tərkibi ildən-ilə artır [164]. Çay sularının tərkibindəki texnogen yağ, turşu, çoxlu sayda müxtəlif xarakterli üzvi və zəhərli maddələr də okeana daxil olur. Bu həm çay və göllərin, həm də okeanın bioloji dövrəsinə mənfi təsir göstərir. Üzvi maddələrlə zəngin zəif minerallaşmış çay sularında dəmir üzvi komplekslər şəklində yayılmışdır [165].

Adətən üzvi maddələrin sularda miqdarı həll olan üzvi karbon və ümumi üzvi karbonla müəyyən edilir. Müəyyən edilmişdir ki, sularda ümumi karbonun miqdarı 20 mq/l və ondan yuxarı olduqda sular sarı və ya qəhvəyi rəngə boyanır [166]. Araz çayının yuxarı hissəsində üzvi karbonun ümumi miqdarı 6- 33 mq/l arasında dəyişilir. Məhz Araz çayının bu hissəsində dəmir üzvi birləşmələrin hesabına çayın suyu qəhvəyi rəngə boyanmış olur.

Oliqatrof göllərdə qida maddələrinin miqdarı cüzdür. Ona görə də fotosintezin məhsuldarlığı bu göllərdə aşağı düşür və oksigen çox dərin qatlarda yerləşir. Evtrof göllərdə isə qidalandırıcı maddələrin miqdarı yüksəkdir, bu isə fotosintezin məhsuldarlığını artırır. Evtrof göllərə su mübadiləsi yolu ilə daxil olan hidrogen sulfid və digər zəhərli maddələr suyun dərinliklərinə nüfuz edərək oradakı canlıları (balıqlar və s.) məhv etməyə səbəb olur. Çirklənmə reaksiya qabiliyyətli birləşmələrin qida maddələrinin (fosfat və nitratların) və digər kimyəvi birləşmələrin (ağır metalların davamlı üzvi birləşmələrin və s.) suya daxil olması və göllərin bioloji sistemləri ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində suyun oksigen balansına təsir edə

bilir. Axıntı sularında üzvi çirklənmənin təyini adətən oksigenin bioloji və kimyəvi sərfini ölçməklə həyata keçirilir. Oksigenin bioloji sərfi 20°C-də qaranlıq mühitdə 5 sutka ərzində durulaşdırılmış su nümunəsinin saxlanması və sərf edilən oksigenin ölçülməsi ilə təyin edilir. Məhs oksigenin bioloji sərfi konkret çirklənmə mənbəyinin xarakterini müəyyən edə bilir.

Oksigenin kimyəvi sərfi suda üzvi maddələrin oksidləşməsinə sərf olunan güclü oksidləşdiricinin (kalium bixromat) miqdarına görə təyin edilir. O, aktiv və bioloji davamlı birləşmələrin suda ümumi qatılığını müəyyən edir. Oksigenin kimyəvi sərfi bioloji sərfinə nisbətən daha dəqiq və əlverişli göstəricidir. Amma bəzi hallarda oksigenin bioloji sərfinin təyini üsulu da yaxşı nəticələr verə bilir.

Axıntı sularının ənənəvi üsullarla işlənməsi onların tərkibindəki çirkləndiricilərin qatılıqlarını azalda bilər, amma fosfatların və azot birləşmələrini aradan qaldırmaq üçün effektiv deyillər. Yəni sulara bu qidalandırıcı maddələrin əhəmiyyətli hissəsi kənd təsərrüfatı kübrələri vasitəsi ilə daxil olur. Oligotrof göllər çirklənmə nəticəsində eutrof göllərə çevrildikdə, bu prosesi tərsinə döndərmək çətindir. Güman etmək olar ki, eutrof göllərdə parçalanmayan üzvi maddələr çöküntülərlə birgə sıradan çıxarılabilir. Beləliklə fosfor kimi qidalandırıcı tərkib də sulardan kənar ola bilər [167]. Qidalandırıcı maddələrin sulardan kənar olması qismən də olsa təbii yolla baş verir. Bu dəmir (III) birləşmələrinin reduksiyası mühitində baş verir, çünki dəmir oksidləri fosfatları güclü adsorbsiya etmək qabiliyyətinə malikdir. Bu prosesdə üçvalentli dəmir  $Fe^{2+}$ ,  $FeS$  və ya  $FeCO_3$ -ə qədər reduksiya olunur, fosforun isə artıq miqdarı məhlulda sərbəst qalır [168]. Beləliklə göllər eutrof vəziyyətə keçdikdə ilk mərhələdə fosfatlar çöküntüdə daha dərin qatlara nüfuz edir, su mübadiləsi zamanı onların əlavə miqdarları yuxarı təbəqələrə keçə bilər. Beləliklə fosfatların artıq miqdarları eutrofikasiya problemlərinin dərinləşməsinə səbəb olur. Trofik göllərdə sirkulyasiya - mövsümü temperatur dəyişmələri adi göllərdən fərqlənir [169]. Bir çox tropik göllərdə gecə və gündüz suyun temperaturundakı fərq su mübadiləsinin yaranmasına kifayət edir. Buradan da göllərdə termal stratifikasiya yaranır. Bu zaman göllərin dibində duzların həll olması quraqlıq dövründə suyun yüksək duzluluğu ilə müşahidə olunur. Bu kimyəvi stratifikasiya uzunmüddətlidir və illər boyu davam edə bilər. Dünyada bunun xeyli sayda maraqlı nümunələri sadəcə insanlarla yanaşı, mütəxəssisləri də təəccübləndirir.

Sututarlarda isə vəziyyət tamamilə fərqlidir. Burada su axımsız olduğundan sututarlarda durğun zona yaranır, torpaqdan keçən bioelementlər hesabına su qovşaqlarında suyun üzərində göyümtül yaşıl rəngli təbəqə yaranır, su yosunlaşır, sanki rənglənir. Çöküntülərin hesabına sututarlarda suyun oksigenin miqdarı tədricən azalır. Tərkibində lilli məhsullar artır, su içmək üçün yararlı olmur və keyfiyyəti aşağı düşür. Bununla belə göyümtül yaşıl yosunlar zülal, vitaminlər və mikroelementlərlə zəngindir [170,171]. Məsələn, yosunlarda kobaltın miqdarı digər bitkilərdən 50 dəfə çoxdur. Sututarlardan yosunların kənar edilməsi həm çirklənməni azaldır, həm də ev heyvanları üçün yem və torpaq üçün gübrə alınır. Yosunların çoxalması və toplanması sututarlarda evtrofikasiyasının xüsusi halıdır. Bu zaman sututarlarda bioloji məhsuldarlığı artır, suyu qidalandırıcı elementlərlə zənginləşir və tədricən isinir. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, torpaqdan çay və göllərə daxil olan gübrə və digər birləşmələr yalnız suyun evtrofikasiyasını təmin etmir, həm də bu sulara nitrat və nitritlərin miqdarını artırır və insanların bir sıra xəstəliklərə yoluxmasına səbəb olur.

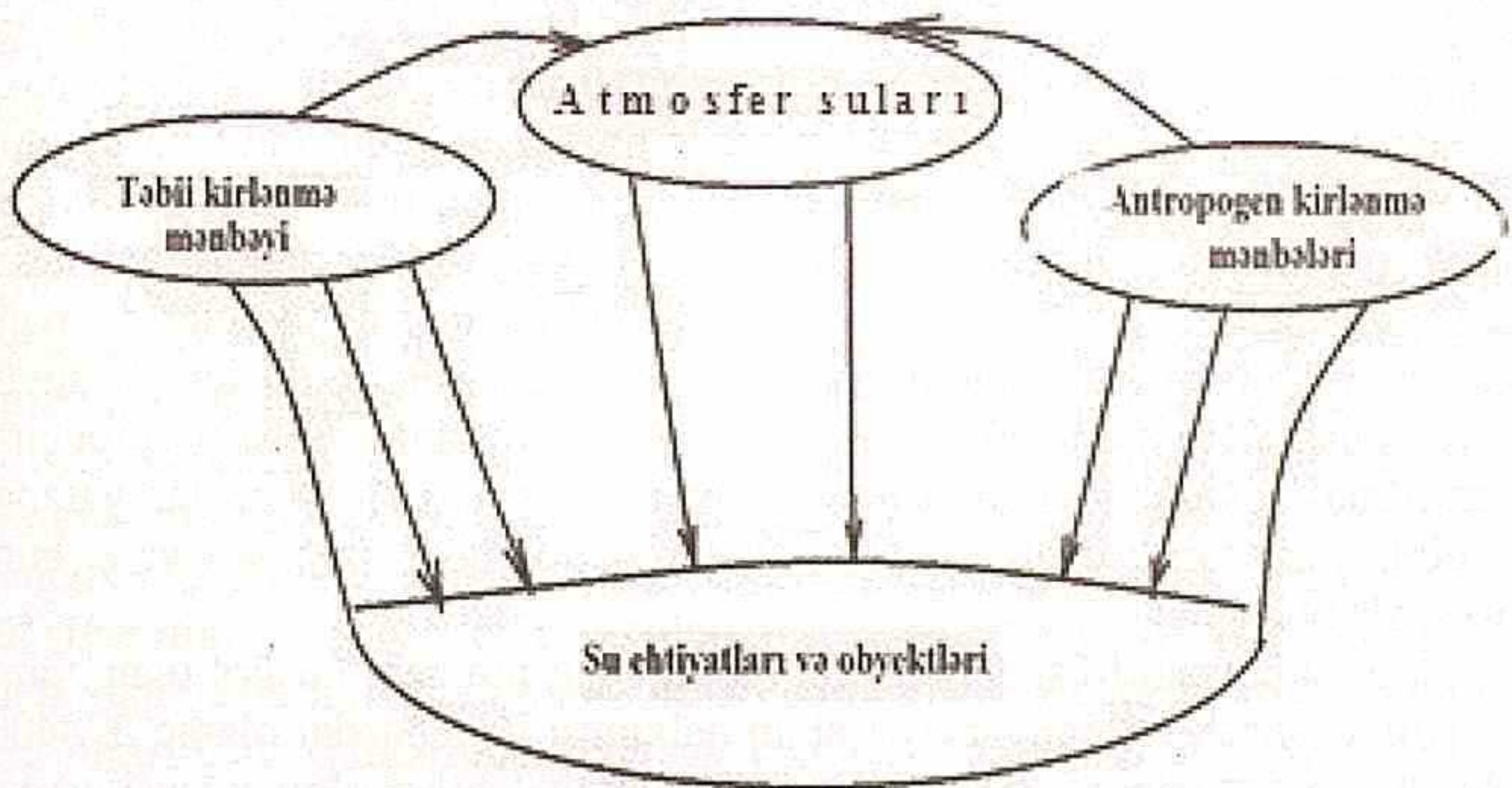
Çirklənmə qrunut və artezian sularında da müşahidə olunur. Bəzi qrunut sularında texnogen nitratlar 10 m dərinlikdə, bəzilərinə isə 30-100 m dərinliklərdə tapılmışdır. Bu amillər yeraltı suların çirklənmədən müdafiəsini aktual problemə çevirir.

Okean suları davamlı çirklənməyə məruz qalır. Okeanlarda neft daşıyan tankerlərin qəzaları zamanı sulara axıdılan külli miqdarda neft və neft məhsulları okean sularını çirkləndirir. Nəticədə suların səthində neft təbəqəsi yaranır ki, bu da oksigenin suya keçməsinə çətinləşdirir. Hər il dəniz və okeanlar külli miqdarda texnogen tullantılarla çirklənir [172]. Tullantıların tərkibindəki kobalt, fosfor, azot və s. sulara mikroorqanizmlərin çoxalmasına yol açır, bu isə zəhərli məhsulların sulara mübadiləsinə və dəniz faunasının məhvində səbəb olur. Bəzi mikroelementlərin sulara yaşam müddəti yarım ildən bir ilə qədər davam edir. Analoji hal Xəzər dənizində də müşahidə olunur. Xəzər dənizi sularının kanalizasiya və məişət tullantıları ilə çirklənməsi nəticəsində sulara artan mikroorqanizmlər balıqların məhvində səbəb olur. Zəhərli birləşmələrin miqrasiyası çox böyük əraziləri əhatə edir. Rusiya ərazisi çaylarından Xəzər dənizinə axıdılan çirkab sularının zəhərli birləşmələri Xəzərin Azərbaycan sahillərində yayıla bilər. Beləliklə, yerüstü və yeraltı suların təbii və antropogen yollarla kirlənməsi ekoloji gərginlik yaradır. Təbii suların çirklənmə mənbələri şəkil 6.5- də verilir.

Təbii sulara bir sıra amillər, xüsusilə kənd təsərrüfatı tullantıları əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Torpaqların suvarılmasının intensivliyi qrunut sularının səviyyəsinin yüksəlməsinə səbəb olur. Torpaqların şoran-

laşması sonradan onların kənd təsərrüfatı dövriyyəsindən çıxması ilə nəticələnir. Su obyektlərinə insan sağlamlığı üçün zərərli maddələr daxil olur. İçməli suyun su təchizatı prosesinə hazırlanması zamanı işlədilən təbii maddələr kanserogen təbiətli ola bilər. Bunlar təbii suların ikinci dəfə çirklənməsinə səbəb olur. Su obyektləri dənizçilik, məişət - təsərrüfat tullantıları və kənd təsərrüfatı axıntı sularının ətraf mühitə tullanması zamanı da çirklənə bilər. Bu zaman su obyektlərinin termiki çirklənməsi baş verir.

Suların soyutma proseslərində intensiv istifadəsi də suyun termiki çirklənməsinə səbəb olur. Nəticədə suyun temperaturu yüksəlir, oksigenin miqdarı azalmaqla su hövzəsinin öz-özünü təmizləməsi qabiliyyəti azalır.



*Səkil.6.5. Təbii suların çirklənmə mənbələri*

Şəkil 6.5-dən göründüyü kimi təbii suların çirklənmə mənbəyi həm təbii obyektlər, həm də insanlar tərəfindən yaradılan ünsürlərdir. İçməli suyun keyfiyyətinin insan orqanizminə və sağlamlığına təsiri xüsusi tibb sahəsi gigiyena tərəfindən öyrənilir. Geokimya tərkibindəki mikroelementlərin miqdarından asılı olaraq içməli suyun gigiyenasının yeni aspektlərini aydınlaşdırmağa cəhd edir. Müəyyən edilmişdir ki, materikin müəyyən sahələrində su, torpaq və ərzaq məhsulları müəyyən kimyəvi elementlərlə zəngin və ya kasıb ola bilər. Bu isə insan orqanizminə mənfi təsir göstərir, müxtəlif xəstəliklərə yol açır. Bu halda həmin ərazinin ev heyvanları və mədəni bitkiləri də eyni xəstəliklərə yoluxa bilər. Belə sahələri və əraziləri A.P.Vinoqradov biogeokimyəvi əyalət, onun üçün xarakterik olan xəstəlikləri isə biogeokimyəvi epidemiya adlandırır. Bu epidemiyaların əksəriyyəti sularda elementlərin artığı və ya çatışmamazlığı ilə əlaqədardır [11]. Deməli, biogeokimyəvi əyalətlərdə heyvandarlıq, kənd təsərrüfatı və

meliorasiya üçün suların mikroelement tərkibinin böyük əhəmiyyəti var. Ona görə də yerüstü və yeraltı suların tərkibindəki elementlərin miqdarı diqqətlə öyrənilməli, texnogen miqrasiya qanunlarına nəzarət gücləndirilməli, təbii suların ekoloji təhlükəsizliyinə əsaslanan elmi-nəzəri lokallaşdırıcı tədbirlər həyata keçirilməlidir.

#### **4. Azərbaycan Respublikasında su sisteminin mühafizəsi**

Azərbaycan Respublikası su ehtiyatlarının mövcudluğu baxımından kasıb ölkədir. Yağıntılardan azlığı və yüksək buxarlanma səbəbindən ölkənin bir çox hissəsində, xüsusən də Kür-Araz ovalığı və Abşeron yarımadasında nəzərə çarpacaq dərəcədə su qıtlığı mövcuddur. Ölkə əhalisinin 70%-dən çoxunun yaşadığı bu ərazilər kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalı baxımından suvarılmadan asılıdır. Su çatışmamazlığı ərazinin mövcud su ehtiyatlarından səmərəli istifadə edilməməsi səbəbindən baş verir. Belə ki, su şəbəkəsi sistemlərinin mövcud texniki tələblərə cavab verməməsi nəticəsində böyük həcmdə su itkisinə yol verilir. Respublikada su ehtiyatları ilə bağlı bir sıra məsələlər mövcuddur. Bakı və digər iri şəhərlərdə içməli suyun çatışmaması, Xəzər dənizinin məişət və sənaye sularının tullantıları ilə çirkləndirilməsi, Xəzər dənizinin səviyyəsinin dəyişməsi ilə əlaqədar yaranan gərginlik, bir sıra bölgələrdə çay sisteminin zəif inkişaf etməsi və s. buna misal ola bilər.

Azərbaycan Respublikasının daxili sularının əsas ünsürü olan Xəzər dənizinin sahəsi, səthinin səviyyəsinin qalxması ilə əlaqədar olaraq 378400-499140 km<sup>2</sup> arasında dəyişir. Xəzər dənizinin təbii-ekoloji xüsusiyyətləri suyunun fiziki-kimyəvi, hövzəsinin və sahillərinin hidroloji xassələri ilə xarakterizə olunur. Bura həm də zəngin karbohidrogen ehtiyatlarına malik dənizin dibinin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri də daxildir [173].

Xəzər dənizinin orta illik temperaturu 17<sup>0</sup>C qəbul edilir. Bu parametr fəsilərdən asılı olaraq 1<sup>0</sup>C-dən 37<sup>0</sup>C arasında dəyişir. Xəzər dənizinin sularında duzların miqdarı 13,05 q/l-dir. Dəniz suyunun orta illik buxarlanması 800 mm-ə bərabərdir. Bu rəqəm dənizin hövzəsinin şərqindən qərbinə doğru azalır. Orta illik rütubətlik 66% təşkil edir. Xəzər dənizinin orta hissəsində 1 litr suya düşən oksigenin miqdarı 8,74 milliqramdır. Bu rəqəm şərqdən qərbə doğru artır, 1 litrdə 7,61-9,77 mq arasında tərəddüd edir. Suda oksigenin miqdarı Xəzər dənizi suyunun canlı aləminin aktiv fəaliyyəti üçün əlverişli olduğunu təsdiq edir. Lakin Yer kürəsinin ən unikal qapalı gölü sayılan Xəzər dənizi aramsız şəhər və şəhəratrafi kanalizasiya axıntıları və çaylarla gətirilən kənd təsərrüfatı tullantı suları ilə çirkləndiyindən bitki və balıq ehtiyatları çoxnövçülüyünü itirir və sularda canlı ehtiyatların potensial

azalması təhlükəsi yaranır. Xəzər dənizinin qapalı olması, suyunun fiziki-kimyəvi xassələrinin dəyişməsi, dənizin suyunun öz-özünü filtrasiya etməsini çətinləşdirir [174,175]. Bu səbəbdən Xəzər dənizinin səviyyəsinin qalxmasının qarşısının alınması və ekoloji vəziyyətinin stabilləşdirilməsi üçün neqativ hallarla ciddi mübarizə aparılır. Bu məqsədlə Xəzəryanı 5 ölkə birlikdə Xəzər dənizi və ətrafına nəzarəti öz üzərinə götürən effektiv hüquqi rejimin yaradılmasına nail olmalıdır. Bu isə təbii və yeraltı ehtiyatların düzgün istismarı və dənizin ekosisteminin məruz qaldığı problemlərin həlli üçün zəruridir.

Azərbaycan ərazisində 8400-dən çox çay var. Onların 7550-si uzunluğu 5 kilometrədən az olan kiçik çaylardır. Qalan 64 çayın uzunluğu 50 km-dən çox, 740-nın uzunluğu isə 6 km ilə 50 km arasında dəyişir. Müəyyən edilmişdir ki, bu çaylar ildə orta hesabla 10 milyard kub metr su axıdır. Atmosfer yağıntılarında olduğu kimi, çaylarda da axım il ərzində bərabər paylanmır. Bu səbəbdən yay aylarında əkin sahələrinin suya olan tələbatı artır. Azərbaycan Respublikası iki cənubi Qafqaz respublikalarından aşağıda yerləşir [47]. Azərbaycan çayları Xəzər dənizi hövzəsinə aiddir. Ayrılıqda onlar üç qrupa: Kür çayının sol və sağ qolları, Araz çayının sol qolları-Araz hövzəsinin çayları və birbaşa Xəzər dənizinə tökülən çaylar. Ermənistan və Gürcüstanın iri çayları təbii yolla Azərbaycan ərazisindən axaraq Xəzər dənizinə tökülür. Məhz bu coğrafi vəziyyət Azərbaycanın qonşu dövlətlərlə su siyasətini müəyyən edir. Ekoloqların qənaətinə görə ölkəmizin yalnız kiçik dağ çaylarının suyu təmiz hesab edilə bilər. Onlara sənaye tullantıları axıdılmır. Çay vadilərində yerləşən kəndlərin əhalisi məişət və təsərrüfat tullantılarını çaylara axıdır, nəticədə bu tullantılar iri çaylara daxil olur.

Azərbaycanın iri çayları Türkiyə, Ermənistan, Rusiya ərazilərindən axıdılan antropogen və təbii çirkləndiricilərlə çirklənir. Azərbaycan Respublikasının Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi Departamentinin işçiləri sisteməlik olaraq Kür və Araz çaylarında milli monitorinqlər həyata keçirirlər. Monitorinqlər zamanı müəyyən məntəqələrdən ayda iki dəfə nümunələr götürülür və tədqiq edilir. Araz çayı sularının vəziyyəti Naxçıvan və Horadiz bölgələrindən, Kür çayı suları isə Qazax rayonu ərazisində yerləşən monitorinq məntəqələrindən götürülmüş nümunələrdə müəyyən edilir. Kür və Araz çaylarının monitorinqlərinin nəticələri göstərir ki, bu çaylarda fenol, mis oksidləri və digər çirkləndiricilərin miqdarı normadan 2-3 dəfə artıqdır. Cənubi Qafqaz səviyyəsində sərhədyanı çayların çirklənmə probleminin həlli üçün beynəlxalq hüquq çərçivəsində Azərbaycan 2000-ci ildə "sərhəddən keçən su axınları və Beynəlxalq göllərin qorunması və istifadəsi" Helsinki konvensiyasını ratifikasiya etmişdir.

Ermənistan və Gürcüstan isə qonşu dövlətlərlə sərhədyanı suların çirklənməməsi beynəlxalq nəzarəti öz üzərinə götürən bu konvensiyaya üzv deyillər. Goğrafi vəziyyətlərinə görə hər iki dövlət Azərbaycan ərazisinə daxil olan çaylar vasitəsi ilə Kür və Araz çaylarını zərərli maddələrlə çirkləndirir. Tullantılarla çirklənmiş sularını çaylarımıza axıdan Ermənistan isə öz su resurslarından mütəmadi olaraq ekoloji silah kimi istifadə edir. Nəticədə sərhədyanı su ehtiyatlarımızın ekoloji vəziyyəti gərginləşir. Son illər Ermənistanın dağ sənayesinin həcmi xeyli azalsa da, tullantıların qalıqları yağıntı və sellər vasitəsilə Araz çayına axıdılır və ölkəmizin ərazisinə daxil olur. Müəyyən edilmişdir ki, yağıntısız aylarda sulara biogen tullantıların miqdarı sanitariya normalardan yüksək olur. Kür çayı Sabirabad şəhəri ərazisində aşağı axımda Arazla birləşdiyi yerdə daha çox çirklənməyə məruz qalır. Burada suyun tərkibində asılı hissəciklər, biogen maddələr, metallar, sulfatlar və ammoniumun miqdarı yüksəlir.

Əhalinin su təminatında əsas məsələlərdən biri içmək üçün dövriyyəyə daxil olan suyun keyfiyyəti ilə bağlıdır. Azərbaycan Respublikası əhalisinin dördü üç hissəsinin içməli su mənbəyi Kür çayıdır. Bu günə kimi Gürcüstan və Ermənistan şəhərlərinin təmizlənməmiş tullantı sularının Kür çayına axıdılması onun hidrokimyəvi rejiminə və suyun keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir. Müəyyən edilmişdir ki, Kür və Araz çaylarına Ermənistan ərazisindən il ərzində  $350 \text{ mln} \cdot \text{m}^3$  təmizlənməmiş tullantı suları daxil olur. Bu suların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi və digər əlaqədar təşkilatlar "Azərbaycan Respublikasının regionlarında kəndlərin müvafiq standartlara uyğun içməli su ilə təmin olunmasına dair milli plana" əsasən geniş miqyasda işlər aparır. Respublikanın şəhərlərində də sutəmizləyici qurğular yenilənir və müasir avadanlıqlarla təchiz olunur. Balakən, Zaqatala, Qax, Qusar şəhərlərinin içməli su sistemləri yaxşılaşdırılmış, yenidənqurma və bərpa işləri aparılmışdır. Bakı və Sumqayıt şəhərlərinin sutəmizləyici qurğuları yenidən qurulmuş və nano-texnologiya əsasında yeni avadanlıqlarla təhciz olunmuşdur. Ceyranbatan su anbarının ekoloji baxımdan mühafizəsi məqsədi ilə çirkab sularından təmizlənməsi tədbirləri başa çatdırılmış, 25 km uzunluğunda hasar çəkilmişdir. Həmin ərazinin 70 hektar sahəsində yeni meşə sahələri salınmışdır. Hazırda həmin ərazidə 1275 hektar meşə sahəsi mövcuddur.

Su kəmərləri vasitəsilə təchiz olunan sudan istifadə imkanları barədə göstəricilərdə şəhər və kənd arasında kəskin fərq müşahidə olunur. Buna görə də kənd yerlərində kəmərlər vasitəsilə təchiz olunan sudan istifadə imkanlarının artırılmasına diqqət verilməlidir. 2000-ci ildə aparılmış Qlobal su təchizatı və sanitariya üzrə qiymətləndirməyə əsasən sudan səmərəli istifadə imkanı "yaşayış yerindən 1000 m məsafədə yerləşən su mənbəyindən

gündəlik adam başına 20 litr suyun əldə edilməsi” kimi müəyyənləşdirilmişdir. Azərbaycan Respublikasının müəyyən illərdə ətraf mühit üzrə əsas göstəriciləri cədvəl 6.3-də verilmişdir. ETM- Ev Təsərrüfatlarının Bütçə müayinəsi.

Cədvəl 6.3. Azərbaycan Respublikasının  
2010-2012-ci illərdə ətraf mühit üzrə göstəriciləri

Göstəricilər	Ölçü vahidi, %	2010	2011	2012
Ölkənin ümumi quru ərazisi	min ha	8641,5	8641,5	8641,5
Becərilməyə yararlı torpaq sahələrinin nisbəti	%	54,91	55,02	55,50
Meşə örtüyü ilə əhatə olunmuş torpaq sahələrinin nisbəti	%	12,0	12,0	12,0
Meşələrin bərpası	min ha	7,5	8,7	8,9
Bioloji müxtəlifliyin qorunub saxlanması üçün mühafizə olunan torpaq sahələri	ha	192270	291400	302500
Təkmilləşdirilmiş su mənbəyindən davamlı istifadə imkanı olan əhalinin nisbəti				
Şəhər	%	94,2	94,2	94,2
Şəhər ETM məlumatı	%	86,1	91,7	92,2
Kənd	%	12,2	12,2	12,2
Kənd ETM məlumatı	%	29,2	39,2	41,5

Cədvəldən göründüyü kimi respublikada ətraf mühitin mühafizəsi üzrə geniş miqyasda işlər aparılır. Bura bioloji müxtəlifliyin qorunması, meşələrin bərpası, becərilməyə yararlı torpaq sahələrinin istifadəsi, təkmilləşdirilmiş su mənbələrindən davamlı istifadə olunması və s. aiddir. Cədvəl 6.3- dən görünür ki, şəhər ETM – in məlumatları daha yüksək göstəricilərə malikdir. Bu isə son dövrlərdə respublikanın böyük şəhərlərində mövcud olan sutəmizləmə qurğularının yenidən qurulması və içməli suyun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması ilə əlaqədardır.



Azərbaycanda suvarma drenaj infrastrukturunun yenidən qurulması və bərpası istiqamətində də işlər yerinə yetirilir. Samur baş suqəbuledici qurğusu bərpa edilmiş, Samur-Abşeron kanalının böyük hissəsində normal iş rejimi təmin edilmişdir. Bunun sayəsində ərazinin 20400 hektar suvarılan sahələrinin su təminatı yaxşılaşdırılmışdır. Baş Mil-Muğan kollektorunun Araz çayı ilə kəsişməsindəki lövbərin tikintisi başa çatdırılmışdır ki, bu da ətraf ərazilərdə suvarılan torpaqların meliorativ vəziyyətinin yaxşılaşdırılmasına imkan verir. Bu tədbirlər nəticəsində 500 000 hektar torpağın şoranlaşmasının qarşısı alınmış, həmin ərazidə kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalı 30-40% artırılmışdır. Respublikanın şimal bölgəsində Xanarx kanalı və onun üzərində hidrotexniki qurğular sayəsində Qusar və Xaçmaz rayonlarında 44 min hektar sahənin su təminatı yaxşılaşdırılmışdır.

Ağsu, Astara, Balakən, Qax, Oğuz, Şəki, Zaqatala rayonlarının selə həssas ərazilərində sellərin qarşısının alınması istiqamətində qabaqlayıcı tədbirlər yerinə yetirilir.

### **5. Naxçıvan Muxtar Respublikası daxili sularının ekoloji vəziyyəti**

Hidrosferə təsir edən amillər diyarın yeraltı sularının ekoloji vəziyyətini müəyyən edir. Daxili suların ekoloji vəziyyətində də analoji mənzərə müşahidə olunur [12,13].

Regionda aqrar sektor geniş inkişaf etdiyindən su təchizatı böyük əhəmiyyət daşıyır. Bu isə mövcud su ehtiyatlarından səmərəli istifadə olunmasını tələb edir. Hidrosistemin ekoloji vəziyyəti təbii və antropogen amillərdən asılıdır.

Bölgənin böyük çayları Arpaçay, Naxçıvançay, Əlincəçay, Gilançay, Vənəndçay, Ordubadçay, Gənzəçay və Arazın sol qollarını təşkil edən çaylar muxtar respublikanın ümumi hidroqrafik şəbəkəsini müəyyən edir [51]. Son illər su ehtiyatlarından daha səmərəli istifadə etmək məqsədi ilə əsas çayların yataqları üzərində kompleks məqsədli yeni və iri su qovşaqlarının yaradılması hidroloji şəbəkənin dəyişməsi ilə bərabər hidrofauna üçün tamamilə yeni ekoloji şəraitin meydana çıxmasına səbəb olmuşdur. Məlumdur ki, muxtar respublikanın hər bir çay ekosisteminə özünə məxsus dib onurğasızlarının qrupları və onların yaşayışı üçün əlverişli sayıla bilən ekoloji şəraitə uyğun olan müxtəlif biotoplar mövcuddur. Müəyyən edilmişdir ki, muxtar respublika ərazisi çaylarına xas olan sel hadisələri dib faunanın formalaşmasına təsir edir. Güclü sel axını və sel kütləsi dib orqanizmləri yuyub aparır, nəticədə çay ekosistemlərində dib faunanın növ tərkibi tədricən azalır.

Naxçıvan Muxtar Respublikasının çay və gölləri ümumi su balansına daxildir. Çay, göl və sututarların hövzələrinə müxtəlif miqdarda səth, yeratı və atmosfer suları cəmləşərək daxili suların özünə məxsus su kütləsini formalaşdırır [49]. Muxtar respublikanın su balansının strukturuna bir çox amillər (hidrometeoroloji şərait, çay və göllərə daxil olan su kütlələrinin həcmi, kimyəvi xassələri, hövzə və çalaların morfoloji quruluşu və morfometrik ölçüləri) təsir edir. Müəyyən edilmişdir ki, Araz çayı, Naxçıvançay, Arpaçay və onların qolları üzərində inşa edilən su anbarları və bir sıra göl olub sonradan su anbarına çevrilən sututarlar və digər hidro- qovşaqların hesabına çay suları daha çox tənzimlənir və nəticədə göllərin çay suları ilə qidalanması mümkün olmur.

Batabat göllər qrupunun suları yüksək minerallaşmaya malik olsa da, kimyəvi xarakteristikasına görə təmiz su sinifinə aiddir. Ümumiyyətlə, diyarın ərazisinin dağlıq bölgələrinə məxsus göllərin müasir ekoloji vəziyyəti qənaətbəxşdir.

Süni göl və sututarların su mübadiləsi zəif olduğundan bu hövzələrdə lillənmə və suyun çirklənməsi tədricən artır. Bu isə göl və sututarların şirin su qidasının azalmasına və mühitdə geokimyəvi dəyişikliklərin və texnogen mənşəli proseslərin yaranmasına səbəb olur. Bu səbəbdən göllərdə davamlı olaraq dib çöküntülərindən götürülmüş nümunələr təhlil edilməli və ekoloji şəraiti tarazlaşdırmaq üçün tədbirlər görülməlidir. Beləliklə, çay və göllərdə yaranan mənfi təzahürlər ərazinin su hövzəsinin ekoloji kompleksinə, bu da öz növbəsində muxtar respublikanın ekosisteminə ciddi təsir göstərir. İqlim dəyişmələri, torpaqların aşınması, meşə örtüyünün azalması və digər təbii faktorlarla bərabər, daxili sulardan səmərəli istifadə edilməməsi, onlara daxil olan və tükədilən suların arasındakı təbii tarazlığı pozur, çay və göllərdə suyun səviyyəsinin azalmasına səbəb olur.

Muxtar respublika çay və göllərinin kənd təsərrüfatında və əkinçilikdə müstəsna əhəmiyyətini nəzərə alaraq onların mühafizəsinə nəzarət artırılır, regionun təbii hidrosistemi ardıcıl şəkildə qorunur.

Muxtar respublikada çay hövzələrindən kənardə yerləşən yaşayış məntəqələrində suvarma məqsədi ilə kəhriz, bulaq və çeşmələrdən istifadə edilir. Kəngərli rayonunda iri çay və göllər olmadığından, burada kəhriz və bulaq suları üstünlük təşkil edir [50]. MR-də olan kəhrizlərin keyfiyyət göstəriciləri və xalq təsərrüfatı üçün böyük əhəmiyyətini nəzərə alaraq onların bərpası, qorunub saxlanması və kəhriz sularından daha səmərəli istifadəsi istiqamətində kompleks tədbirlər həyata keçirilir.

Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisindəki əksər həyətyanı sahələrdə kiçik təsərrüfat sahələrini, mal-qaranı suvarmaq üçün su quyularından da səmərəli istifadə edilir.

Bir çox hallarda torpağın dərin qatlarından sızıb gələn su yer altında keçiriciliyi olmayan təbəqələrlə rastlaşanda bu sahədə yığılaraq müəyyən su mənbəyi yaradır [176,177]. Belə sular yer səthinə artezian üsulu ilə çıxarılır. Artezian hövzələr yeraltı sular üçün su xəzinəsi rolunu oynayan yağıntıların və ya quyuların əmələ gətirdiyi yığınaqlardır. Təzyiq çox olduqda bu sular nasosdan istifadə etmədən yerin səthinə çıxa bilər. 1126-cı ildə Fransanın Artois bölgəsində ilk artezian quyusu qazılmışdır.

Muxtar respublikada da əkin sahələrini suvarmaq üçün artezian quyularının suyundan istifadə edilir. Eyni zamanda qrunut sularının səviyyəsini aşağı salmaq üçün artezian, drenaj sistemləri çox əhəmiyyətlidir. Şərur rayonu ərazisindəki geniş əkin sahələri nasos stansiyaları və artezian quyuları vasitəsilə suvarılır. Həmzəli, Kərimbəyli və digər kəndlərin təsərrüfatları bu sulardan yararlanır. Son illərdə muxtar respublikada 400-dən artıq subartezian quyuları qazılmışdır. 2014-cü il üçün muxtar respublika ərazisində 19 subartezian quyusunun inşa edilməsi nəzərdə tutulmuşdur.

Muxtar respublikada kəhrizlərin bərpasına yönəlmiş layihələr uğurla həyata keçirilir. Azərbaycan miqyasında ilk dəfə olaraq Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisindəki kəhrizlərin coğrafi yayılması xəritəsi işlənmişdir. Mövcud peyk geodeziyası əsasında GPS sistemindən istifadə edilməklə tərtib edilən elektron xəritə vasitəsilə kəhriz sistemlərinin üçölçülü koordinatlarının alınması həyata keçirilmişdir. Kəhrizlər idarəsi tərəfindən 15 kəhrizdə təmir-bərpa işləri aparılmış və bu istiqamətdə işlər uğurla davam etdirilir.

Əkinçiliyin inkişafını şərtləndirən əsas amillərdən biri suvarma sistemlərinin təkmilləşdirilməsidir. Muxtar respublikada bu sahədə “2008-2015-ci illərdə Naxçıvan Muxtar Respublikasında əhalinin ərzaq məhsulları ilə etibarlı təminatına dair Dövlət Proqramı” üzrə nəzərdə tutulmuş tədbirlər uğurla həyata keçirilir. 2014-cü ildə Sədərək rayonunda yeni nasos stansiyası istifadəyə verilmişdir. Nasos stansiyasının açılış mərasimindəki nitqində Naxçıvan Muxtar Respublikası Ali Məclisinin Sədri Vasif Talıbov demişdir: “Yeni nasos stansiyasının tikilməsi və irriqasiya sistemlərinin təkmilləşdirilməsi Sədərək rayonunun inkişafında mühüm əhəmiyyətə malik olan layihədir. Bu eyni zamanda ölkəmizdə kənd təsərrüfatının inkişafı istiqamətində həyata keçirilən genişmiqyaslı tədbirlərin tərkib hissəsidir. Layihə üzrə tikinti işləri aparılarkən 8 km-ə yaxın müxtəlif diametrlə metal bory xətti, 7 km-dən artıq beton və 100 km-ə yaxın torpaq kanal çəkilmişdir. Bunun da hesabına Sədərək rayonunda 1500 hektar torpaq sahəsi əkin dövriyyəsinə qatılmışdır.” İri su anbarlarından əlavə dördpilləli nasos stansiyaları və suvarma kanalları inşa edilmişdir. Son illər Cəhri-2, Qızılburun, Nehrəm, Uzunoba, Qoşadizə və s. stansiyaları, Qaraçuq-Nehrəm

kanalı bərpa edilərək istifadəyə verilmişdir. Naxçıvan Muxtar Respublikası Dövlət Meliorasiya və Su Təsərrüfatı Komitəsinin həyata keçirdiyi tədbirlər sayəsində beton və torpaq kanallar, kollektorlar, ara arxları təmir edilərək işlək vəziyyətə salınmışdır. Son illər yeni hidrotexniki qurğuların tikilməsi və mövcud qurğularda yenidənqurma işlərinin aparılması tədbirləri uğurla həyata keçirilir. Muxtar respublika əhalisinin su təminatında əsas məsələlərdən biri suyun keyfiyyəti ilə bağlıdır. Bu sahədə muxtar respublikada aparılan regional işlər böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu istiqamətdə həyata keçirilən kompleks tədbirlər-təmizləyici su qurğuları və kanalizasiya sisteminin yenidən qurulması, mərkəzləşmiş su təchizatı sisteminin yaradılmasından ibarətdir. Muxtar respublikada su və kanalizasiya sistemlərinin müasir standartlar səviyyəsində qurulması istiqamətində reallaşdırılan tədbirlər uğurla davam etdirilir. Naxçıvan şəhərində əhalinin keyfiyyətli içməli su ilə təmin edilməsi, kanalizasiya sisteminin yenidən qurulması istiqamətində Naxçıvan Şəhər Su Anbarı və Sutəmizləyici Qurğular Kompleksi istifadəyə verilmiş, Naxçıvan şəhərində 207,9 kilometr uzunluğunda kanalizasiya və 220,6 kilometr uzunluğunda içməli su xətləri çəkilmişdir. Yeni istifadəyə verilmiş kompleks Naxçıvan şəhərində 90 minə yaxın əhalini və sənaye obyektlərini fasiləsiz olaraq ekoloji cəhətdən təmiz su ilə təmin etməyə imkan verir. Təmizləmə prosesində ozon və duzdan istifadə olunması isə suyun insan sağlamlığı üçün yararlılığına tam zəmanət verir. Sutəmizləyici kompleksdən yeni tətbiq olunan nanosüzgəcləli qurğu ənənəvi qum süzgəclərindən fərqli olaraq sudakı bütün zəzərli mikrobları tutub saxlayır. Nanosüzgəcdən keçən su içməyə tam yararlı olur və emal zamanı onun xlorla zərərsizləşdirilməsinə ehtiyac qalmır. Suyun səthinə, təzyiqinə, elektrik keçiriciliyinə və bulanıqlılığına idarəetmə mərkəzində quraşdırılan kompüter sistemi nəzarət edir [178,179]. Müasir avadanlıqlarla təmin olunmuş suyun tədqiqi laboratoriyasında su nümunələrinin tərkibinə gündəlik nəzarət edilir. Eyni zamanda yeni tikilmiş və ümumi tutumu 25 min kub metr olan üç su anbarının inşası zamanı hündürlük fərqlinin nəzərə alınması şəhərin su təchizatının özüaxımlı rejimlə işləməsinə təmin edir. Bundan əlavə Babək, Culfa, Ordubad, Şahbuz, Şərur, Sədərək, Kəngərli rayonlarının mərkəzləri və ətraf kəndlərinin içməli su təchizatı və kanalizasiya şəbəkələrinin tikintisi istiqamətində, ümumilikdə, 383,4 kilometr uzunluğunda içməli su və 243,9 kilometr uzunluğunda kanalizasiya xətləri çəkilmişdir. 2020-ci ilə kimi dayanıqlı təmiz içməli suyun əldə edilməsi üçün ilk növbədə təhlükəsiz içməli suyun davamlı monitorinqini aparmaq nəzərdə tutulmuşdur.

Hazırda su ilə bağlı çox mürəkkəb kimyəvi - texnoloji, kimyəvi - toksikoloji, ekoloji və texniki problemlər yaranmış və onların təcili həlli tə-

ləb olunur. Aspektlərin çoxnövlüü və elmi problematikanın genişliyi praktik fəaliyyətin ehtiyaclarına əngəl olmamalıdır. Bütün bunlar XXI əsrin 50- ci illərinə qədər öz həllini tapmalıdır. Bu problematika elmdə birləşdirici amil rolunu oynaya bilər. Sənaye cəhətdən inkişaf etmiş ölkələr su ehtiyatlarının bundan sonrakı deqradasiyasının nə qədər təhlükəli miqyaslara çıxacağına fərqləndirildikdən, uyğun nəticələr çıxarmaqla deqradasiyaya məruz qalmış ekosistemlərin bərpasına, ekoloji-toksikoloji araşdırmaların inkişafına, ətraf mühitin çirklənmələrinin qarşısının alınmasına çəkilən xərclərin maliyyələşdirilməsini artırmaqla cavab verməyə çalışırlar. Problem "ilkin təbii" mövcudluğa qayıtmaqla və ya biosferi özünəməxsus texnosferlə əvəzləməklə deyil, biotik dövrənin imkanları və xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla mükəmməl texnikanın köməyi ilə biosferi şüurlu idarə etmək yolu ilə həll edilməlidir [180].

BMT- nin son məlumatlarına görə dünyadakı mövcud içməli suyun 9%- i özəlləşdirilmiş, bundan götürülən gəlir neftdən əldə edilən gəlirin 60%- nə bərabərdir. Ona görə də hər damlası çox qiymətli olan sudan gündəlik həyatımızda səmərəli istifadə etməli, onun bir damcısının belə izafi itkisinə yol verməməliyik.

Naxçıvan Muxtar Respublikasının coğrafi və təbii şəraiti regionda turizmin inkişafı üçün geniş perspektivlər vəd edir. Muxtar respublikada turizmin inkişafı istiqamətində ardıcıl tədbirlər görülür. Regionda zəngin mineral su yataqları, dağ çayları, göl və mineral bulaqları, gözəl mənzərəli yerləri və tarixi mədəniyyət abidələrinin olması ekoturizmin inkişafı üçün əlverişli şərait yaradır. Hazırda muxtar respublikada 150 min hektara yaxın ərazini əhatə edən milli park, təbiət qoruğu və üç yasaqlıq vardır. Buna görə də muxtar respublikada turizm ilə məşğul olan sektorun və turizm sahibkarlığının inkişafı üçün əlverişli investisiya mühitinin yaradılması əsas şərtidir. Bu da regionun inkişafına, yeni iş yerlərinin açılmasına və muxtar respublikaya turistlərin axınının artmasına imkan yaradır. Turizmdə informasiya təbliğat və reklam işinin yaxşılaşdırılması üçün dağlıq ərazilərdə kənd turizminin təbliği, muxtar respublikada mövcud olan qoruq və milli parklara (akademik H.Əliyev adına Ordubad Milli Parkı, Şahbuz Dövlət Təbiət qoruğu) turizm marşrutlarının açılması, regionun mənzərəli yerlərinin (Şahbuz, Batabat, Gəmiqaya, Əlincəqala, Ordubad (kəndləri, qədim memarlıq abidələri, məscidlər), Uzunoba su anbarında yeni istirahət mərkəzi və s. video-çarxlarının hazırlanması, reklam və əlaqələndirmə mərkəzlərinin yaradılması məqsədə uyğundur.

Muxtar respublikada ekoturizm infrastrukturunun inkişafı istiqamətində artıq müəyyən tədbirlər uğurla yerinə yetirilir. Turizm sahəsində mütəxəssislərin hazırlanması üçün Naxçıvan Dövlət Universitetində turizm

və otelçilik ixtisası üzrə kadrlar hazırlanır. Eyni zamanda muxtar respublikada müasir otellər və turizm şirkətləri fəaliyyət göstərir. Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi, Turizm İnformasiya Mərkəzi, ətraf mühitin mühafizəsi və ekologiya üzrə fəaliyyət göstərən Qeyri Hökumət Təşkilatları ilə birlikdə muxtar respublikada turizmin inkişaf etdirilməsi ilə bağlı yerli əhalinin maarifləndirilməsinə xidmət edəcək təlimlərin keçirilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Səmərəli təlimlərin əlaqədar təşkilatlar, vətəndaş cəmiyyəti və ictimaiyyətlə birgə iştirakı ilə “iştirak - müzakirə metodu” əsasında keçirilməsi ekoturizmin inkişafı üçün vacib amildir.

Şəkil 6.6 - 6.8-də muxtar respublika ərazisindəki bir sıra turizm üçün əlverişli təbiət mənzərələri verilmişdir. Ordubad rayonu ərazisində Azərbaycanın ən böyük şlalələrindən biri olan Pəzməri şlaləsindən əlavə bir neçə kiçik şlalələr də mövcuddur. Dəniz səviyyəsindən 2200 metr hündürlükdə dağları yarıb gurultulu səslə aşağı tökülən Pəzməri şlaləsi ilə birlikdə heykəlləşən su ansamblı çox gözəl təbiət abidəsi yaratmışlar. Eyniadlı Pəzməri çayı, onun qolları və Pəzməri şlaləsinin qeyri-adi təbiət mənzərəsi ərazidə turizmin inkişafı üçün əlverişli şərait yaradır.

Zaman bir çaydır, kitablar isə gəmilər. Bizim gəmimizin zaman ümmanında nə qədər üzəcəyini deyə bilmərik. Barmaqla sayılacaq qədər bir neçə elmi istiqamətli əsərlər istisna olmaqla, bu tipli kitablara uzun ömür bicilməyib. Nə xoşbəxt Nizami, Füzuli, V. Şekspir, B.Şou, V.Hüqo, U.Eko, E.M.Remark, Y.Kovabata, Q.Q.Markes, Kobo Abe, A.Kamyu kimi söz nəhənglərinə ki, yazdıqları əsrləri adlayaraq sonsuzluğa salam aparacaqlar. Çünki bu dahilər talelərinə gülümsədiklərindən, taleləri də onlara borclu qalmamış, təbəssümlə cavab vermişdir. J.P.Sartrın da təsdiq etdiyi kimi, bu nəhənglərin dahiliyinə onlara lütf edilən hədiyyə kimi deyil, dəlicəsinə fədakarlıq şəraitində seçilən çətin və ağır yolun məntiqi sonluğu kimi baxılmalıdır. Nə yaxşı ki, insanlıq çələngi belə incilərlə süslənib.

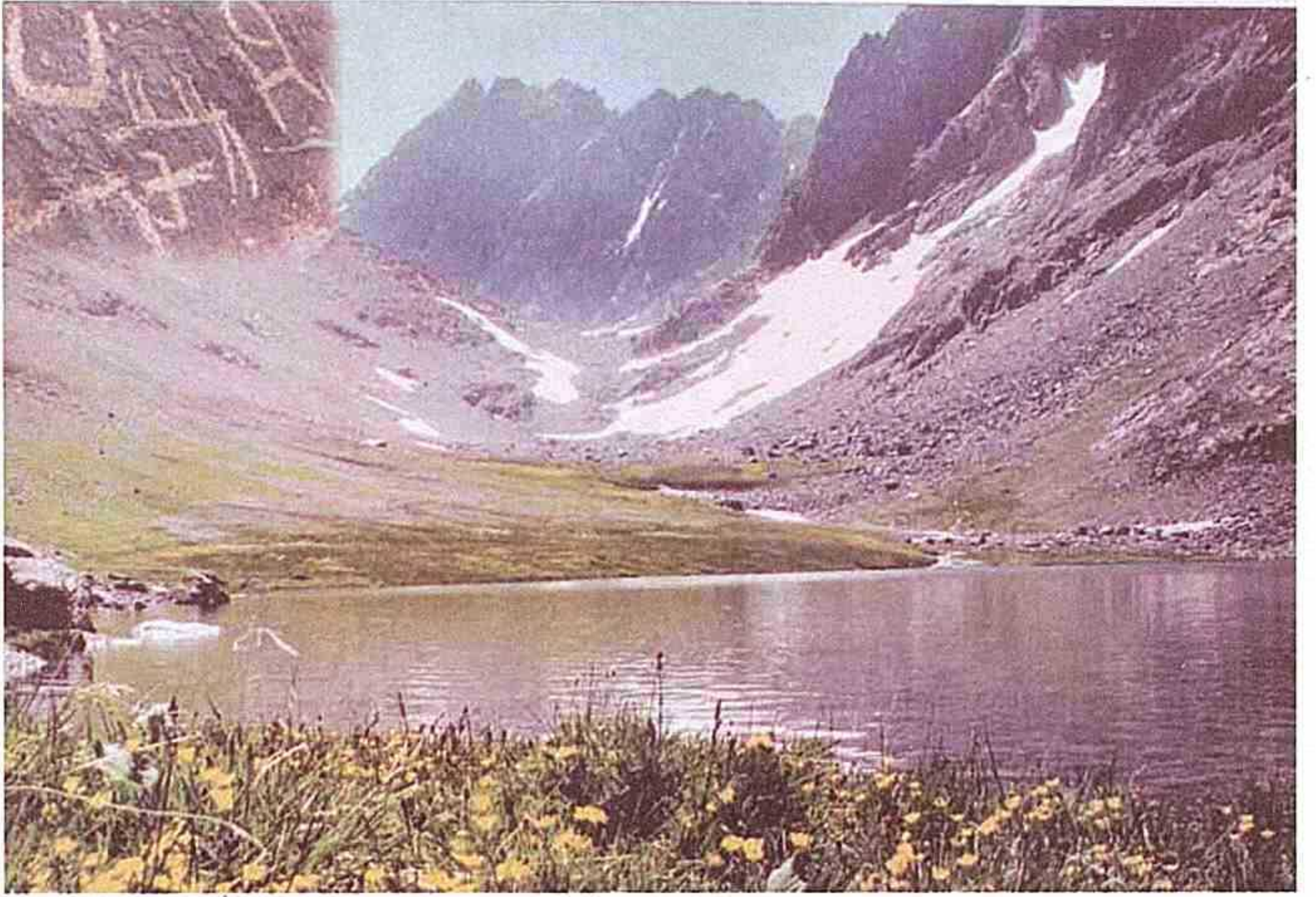
Bu tədqiqatda durğun göl və dənizlərin bəzən lal sükutunu, dağ çaylarının, şlalələrin və fırtınalı okeanların gurultulu nəğməsini, təbiətin melodiyasını duydunuz. Rəngsiz bildiyimiz suyun bəzən qəhvəyidən maviyə qədər müxtəlif rənglərə boyandığını gördünüz. Nəticədə bir damla suyun nə qədər möcuzələr yaratdığını, təbiətin möhtəşəm qüdrət sahibi, həm də onun şah əsəri olduğunu təsdiq etdiniz.

Beləliklə, oksigen və hidrogen atomlarının sirli birləşməsindən ibarət olan su molekulu bəsit və mürəkkəb maddələr içərisində ən möcüzəli və sadəsidir. Onun qəribəlikləri göy qurşağının əsas rənglərindən yaranan saysız-hesabsız rəng çalarları kimi müxtəlif və əsrarəngizdir.

Litosfer, atmosfer və biosferdə var olan həyat öz yaşamaına, bu gününə və gələcəyinə görə minilliklərin dərinliklərindən axıb gələn suya borclu-

dur. Biz suyun təbiətindəki qəribəlikləri və biokimyəvi xüsusiyyətlərini ümumiləşdirməklə, onun gündəlik həyatımızda rolunu yeni baxış bucağından aydınlaşdırmağa çalışdıq.

Naxçıvan Muxtar Respublikasının coğrafi baxımdan fərqli hissələrində yerləşən su mənbələrinin resurs potensialının diaqnostikasını nizamlayan bu tədqiqat ərazidəki içməli, mineral və suvarma sularının yararlılığının ümumi mənzərəsini aydınlaşdırmaqla xüsusi meliorativ sistemlərin yaranmasına və onların səmərəli istifadəsinə imkan verəcəkdir. Bu kitabla oxucuların qarşısına çıxmaq istəyimiz əsasən qeyri-adi yaşam mənbəyi olan suyun təbiətini, onun gözəlliyini, kimyəvi reagent kimi sonsuz imkanlarını göstərməklə, bu sahənin mütəxəssisi olmayan insanlarda belə, bu dərəcədə parlaq, sehirləyici bir qüvvəyə malik suya qismən də olsa marağı artırmaq istəyi olubdur. İnanırıq ki, mütəxəssislər sətirlər arasında daha çox mətləblər duyacaq, qeyd edilməmiş xeyli məqamları, faktları oxuyacaq, adı çəkilən məqamların məntiqindən duyduğumuz hissləri və təəccübü bizimlə bölüşəcəklər. Çoxsaylı digər oxucuların isə kitabda verilən məlumatlardan faydalanacağına şübhə etmirik.

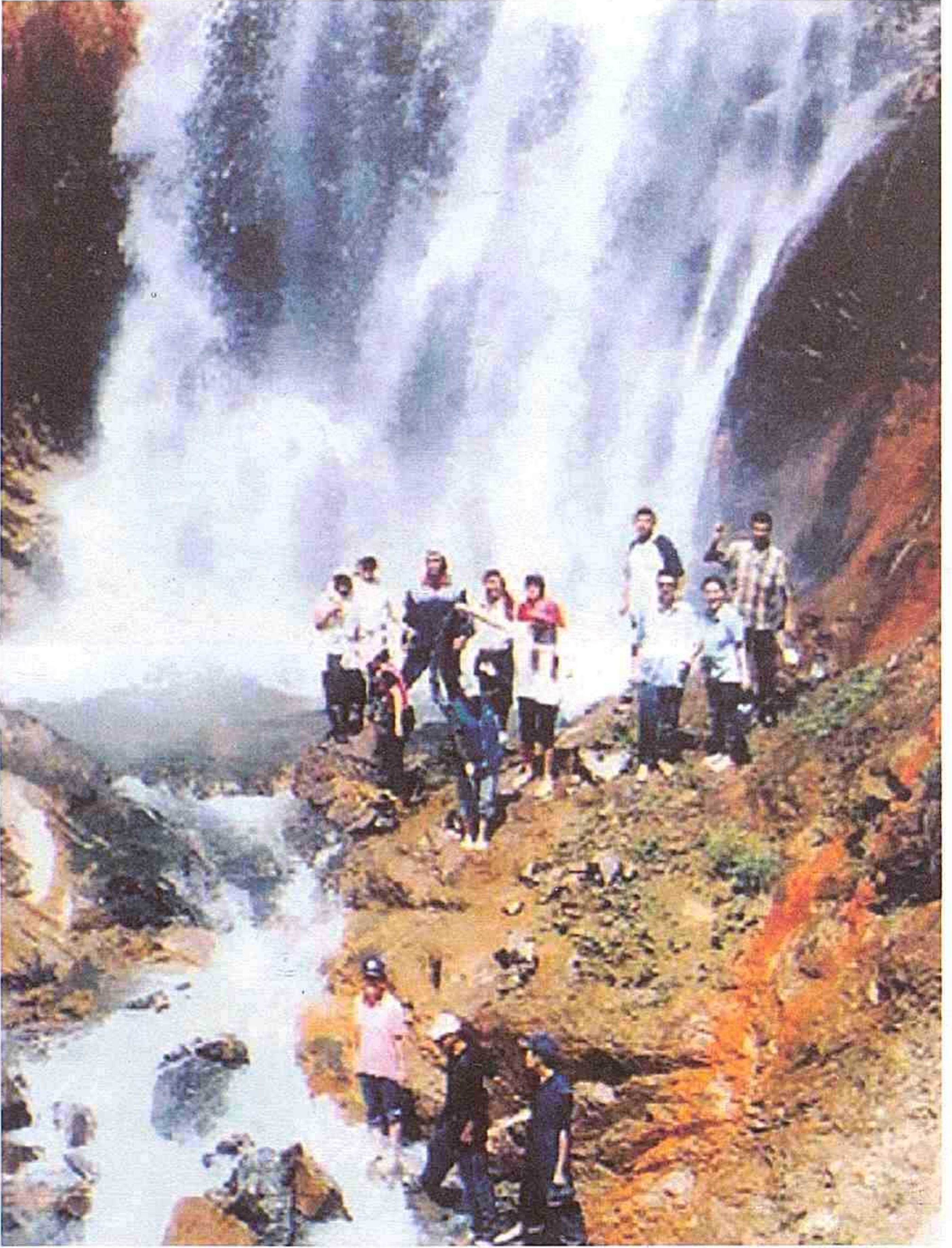


*Şəkil 6.6. Kiçik Qafqaz dağları və Göy göl*



*Şəkil 6.7. Muxtar respublikada təbiət mənzərəsi*





*Şakil 6.8. Ordubad rayonunda Pəzməri şələləsi*

## ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədova F. Naxçıvan MR-in su mənbələrinin kimyəvi tərkibi. Naxçıvanın tarixi, maddi və mənəvi mədəniyyətinin, təbii sərvətlərinin öyrənilməsi. Bakı, Elm, 2004, s. 285-292.
2. Мамедова Ф.С., Рустамов Н.Х. Экстракционно-фотометрическое и атомно-абсорбционное определение Fe(II,III), Co(II), Cu(II), V(II), Sb(V) в природных и промышленных водах. Первая Закавказская научно-техническая конференция в области охраны окружающей среды «Человек и окружающая среда» Тбилиси, 1986. с. 3-5.
3. Məmmədova F.S. Torpaqda və tullantı sularında cıvə (II) və tallium (III) un ekstraksiyalı-fotometrik təyində yeni reagentlər-etoksiakridinlər. Ekologiyanın müasir problemləri və onların həlli yolları. Ümumdünya elmi-texniki konfransı, Bakı, 1994, s.59-61.
4. Məmmədova F. Darıdağ suyunun özəllikləri. Azad Azərbaycan qəzeti, 2006, № 96, s.6.
5. Мамедова Ф.С., Рзаев Б.З. Получение мышьяковистого концентрата экстракционным методом. "Kimya problemləri" jurnalı, 2005, №1, s. 70-74.
6. Мамедова Ф.С., Гусейнов И.К., Рустамов Н.Х. Способ определения сурьмы А.С СССР. № 1458816, СССР. Москва, 1988.
7. Məmmədova F.S. Sürmə (V) təyini üsulu. Azərbaycan Respublikası. Patent İ 2010 .
8. Abbasov Ə. D., Məmmədova F.S. Borun kompleksyaradıcı anionitlərlə sorbsiyası. Beynəl. Bor Simp. Balıkesir Universiteti. Bildiri Özetləri, 2002, s. 71-74 .
9. Мамедова Ф.С. Свидетельство на стандартный образец состава латуни марганцево-кремнисто-алюминиевой ЛМцКА 58-2-1-1 /М1084х/ ГСО 3509- 1992.
10. Abbasov Ə.D., Məmmədova F.S. Anionitlərlə məhlulardan cıvənin təmizlənməsi. Ekologiya və həyat fəaliyyətinin mühafizəsi. IV beynəlxalq konf. mat. Sumqayıt, 2002, s.11.
11. Аббасов А.Д., Мамедова Ф.С., Велиев Э.Ф. О некоторых особенностях очистки кадмийсодержащих сточных вод неоргани-

чекими сорбентами. Ekologiya və həyat fəaliyyətinin müha-  
fizəsi. III beynəlxalq konf. materialları. Sumqayıt 2000, s. 83.

12. Məmmədova F.S., Məmmədova A.N. Naxçıvan MR- in mineral ehtiyatlarından kompleks istifadə yolları, AMEA NB Xəbərləri, Tusi, 2012, s. 20-25.
13. Məmmədova F.S. Naxçıvan MR-də ekoloji mühit və ekoloji təfəkkür. Elm və həyat, 2011, № 4, s. 41-45.
14. Yusifov D.M., Rəhimov R.R. Naxçıvan Muxtar Respublikasının neft- qazlılıq perspektivliyi, 2013. 151 s.
15. Аббасов Н.А. Особенности размещения и условия формирования медно и молибден-порфировых месторождений Ордубадского рудного района. Автореф. канд. дисс. Баку, 2003.
16. Babayev S.Y. Naxçıvan Muxtar Respublikasının fiziki coğrafiyası. Bakı, 1999, 226 s.
17. Bəktaş E. Naxçıvanın müalicə bulaqları, Bakı, 1997, 177 s.
18. Quliyev Ə. Naxçıvan kəhrizləri, Bakı, 2008, 164 s.
19. Qasimov E. Azərbaycanın orta əsr şəhərlərinin su təchizatı (IX-XV əsrlər). Bakı, 2002, 131 s.
20. Quliyev Ə. Naxçıvanın kəhriz abidələri problemləri, AMEA NB Xəbərləri, Tusi, № 5, 2006, s. 267-269.
21. Quliyev Ə.G. Naxçıvan MR kəhriz sularının ekoloji vəziyyəti. Ekologiya və su təsərrüfatı, №5, 2007, s.34-40.
22. Məhərrəmov A, Bəktaş S. Yer qabığının ümumi kimyası. Bakı, 2002, 480 s.
23. Əliyev F.S. Azərbaycan Respublikasının yeraltı suları, ehtiyatlarından istifadə və geoekoloji problemləri. Bakı, 2000, 326 s.
24. Бабаев А.М. Минеральные воды горно-складчатых областей Азербайджана. Баку. Чашыюглу, 2000, 384 с.
25. Əliquliyev R.İ., İsmayılova M.M., Əliquliyev A.R. Naxçıvan Muxtar Respublikasının mineral suları. Bakı. Mütərcim, 2002, 224 s.
26. Axundov Ə.B. Naxçıvan MSSR-in mineral suları və onların müalicəvi əhəmiyyəti. Bakı, 1981.

27. Кашкай М.А. Минеральные воды Азербайджанской ССР, Баку, 1952.
28. Тагиев И.И., Ибрагимова И.Ш., Бабаев А.М. Ресурсы минеральных и термальных вод Азербайджана. Баку: Чашыюглы, 2001, 167 с.
29. Əliquliyev R.İ., İsmayılova M.M. Sirab. Bakı, 2003, 186 s.
30. Аскеров А. Г. Минеральные источники Азербайджанской ССР Баку, издательство АГУ, 1954, 120 с.
31. Rzayev B.Z. Arsen və Darıdağ termal suyu. Bakı, Elm, 1983, 95 s.
32. Həsənov M, Zamanov X, Cəfərov B, Vəliyev N. Azərbaycanın çayları, gölləri və su anbarı. Bakı, 1973, 135 s.
33. Əliyev C.Ə. Azərbaycanın su hövzələri və onlardan istifadə edilməsi. Bakı, Azərnəşr, 1980, 77 s.
34. Azərbaycan Milli Ensiklopediyası. "Azərbaycan" cildi, Çaylar, Bakı, 2007, s.43-47
35. Bababəyli N.S. Araz çay sisteminin yuxarı hissəsinin ekoloji şəraiti. Bakı, 2004, 145 s.
36. Мамедов В.А. Особенности формирования и миграция химических элементов и тяжелых металлов в донных отложениях озер аридных зон Азербайджана. Доклады НАНА, 2004, т. LX, №5-6, с. 213-219 .
37. Рустамов С.Г. Водные ресурсы Нахичеванской АССР. Труды ИГАН Аз. ССР. Т.II. Баку, 1953, 427 с.
38. Budaqov B., Babayev S. Naxçıvan MSSR düzənlik lantşaft kompleksi. Coğrafiya səmiyyətinin əsərləri. Bakı, 1968.
39. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод. Бассейны рек Азербайджанской ССР. Баку , в разных годах.
40. Bababəyli N., Bababəyli Y., Abdüləzizova N. Naxçıvan Muxtar Respublikası çaylarında orta çoxillik axımın paylanması. AMEA NB Xəbərləri, Tusi, 2011, №4, s.293-299.
41. Mirzəyev P. Naxçıvan MSSR–in aqro iqlim səciyyəsi. Bakı, 1972.
42. Bababəyli N., İmat F. Araz çay sisteminin yuxarı hissəsinin ekogeografi şəraiti. Naxçıvan, 2009, 212 s.

43. Məmmədov V.A. Göllərin morfometriyası və su balansı. Bakı, Elm, 1998, 180 s.
44. Məmmədov V.A. Kür çökəkliyi göllərinin su kütləsində temperaturun təbii və antropogen rejimi dövrlərdə tərəddüdü. AMEA xəbərləri, Yer elmləri seriyası, 2006, №1, s. 103-108.
45. Naxçıvan Ensiklopediyası. Cild1. Naxçıvan: 2005. 356 s.
46. Əsgərov C. "Vayxır" su anbarı. Naxçıvanın tarixi , maddi və mənəvi mədəniyyətinin , təbii sərvətlərinin öyrənilməsi. Bakı. Elm, 2004. s. 309 - 313.
47. Əliyev F.Ş.Azərbaycan Respublikasının yeraltı suları ehtiyatlarından istifadə və ekoloji problemləri. Bakı, 2000, 180 s.
48. Bababəyli N., İkiel C., Süleymanova G. Gənzəçay çay hövzəsinin ekocoğrafi şəraiti. AMEA NB Xəbərləri, Tusi, 2013, № 4, s.256.
49. Həsənov Ə.M. Naxçıvanın təbii sərvətləri və onlardan istifadə yolları. Bakı, 2003, 138 s.
50. Guliyev A.G.,Kyarizes are pure wather sources from ecological point of view, Pros. of the intern. Congr. Ecology , economy. Baku. 2007, pp. 376-379.
51. Горский Н.Н. Вода-чудо природы.М.Изд - во АН. СССР,1962, с 270.
52. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л., Гидрометеоиздат, 1970, 400 с.
53. Овчинников А.М. Гидрогеохимия. М.Недра, 1970, 250 с.
54. Кудельский А.В. Новеллы о воде. Минск, Наука и техника,1973, с. 95.
55. Будыко М.И. Глобальная экология. М. Наука, 1977,119 с.
56. Осика Д.Г.Основы гидрогеологии: Общая гидрогеология. Новосибирск: Наука, Сиб. Отд - ние 1980, 232 с.
57. Перельман А.И. Геохимия природных вод. М.Наука,1982, 149 с..
58. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М. Наука, 1965, 190 с.
59. Баландин Р.А. Ступени эволюции. Химия и жизнь,1977, 4, с.53-63.

60. Виноградов А.И. Введение в геохимию океана. М. Наука, 1967, 100 с.
61. Валуховский И.Ф. Геологические циклы. Киев: Наук. Думка, 1966, 305 с.
62. Виноградов А. И. Биогеохимические провинции и их роль в органической эволюции. Геохимия, 1968, №3, с 29-35.
63. Войнар А. И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М. Высшая школа, 1960, 111 с.
64. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере. Успехи современной биологии, 1944, т. XVIII, вып. 2, с.78.
65. Розен Ю.Я. Геохимия брома и йода. М. Недра, 1970, 50 с.
66. Селиванов Л.С. Геохимия и биогеохимия рассеянного брома. Тр. Биогеохим. Лаб.АН СССР, М. Изд - во АН СССР, 39, т.5 с. 2 -35.
67. Ферсман А.Е. Избр. Тр. в 7-ми т. М. Изд-во АН СССР, 1953-1962, Т. 1-7, с. 386-390.
68. Посохов Е.В. Общая гидрохимия. Л. Недра, 1975, 208 с.
69. Романкевич Е.А. Геохимия органического вещества в океане. Наука, 1977, 120 с.
70. Рундквист Д.В. О пространственно - временных закономерностях размещения месторождений полезных ископаемых. В кн. Проблемы развития советской геологии. Л., 1971, с. 125-129.
71. Дривер Дж. Геохимия природных вод. 1985, Мир, 439 с.
72. Киссин И. Г. Землетрясения и подземные воды. М. Наука, 1982, 173 с.
73. Комарова М.В., Штенгелов Е.С. О связи между сейсмичностью и режимом подземных вод. Геофиз. Журн., 1980, т. 2, № 4, с. 63-68.
74. Алекин О. А. Химия океана. Л. Гидрометеиздат, 1966, 330 с.
75. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М. Госгеолтехиздат, 1963, с. 509.
76. Перельман А.И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. М. Недра, 1972.

77. Воронков Г.М., Кузнецов Г. И. Элементы жизни , “Химия и жизнь”, 1991, № 7, с. 43-47.
78. Виноградов А.П. Некоторые вопросы изучения источников рудного вещества по изотопным данным. М. Наука, 1969, 200 с.
79. Перельман А.И., Борисенко Е. Н. Интенсивность миграции и концентрации химических элементов в водах земной коры. М. Наука, 1977, 112 с.
80. Борисенко Е.Н. Геохимия глеевого катгенеза в породах красноцветной формации. М. Наука ,198, 250 с.
81. Глазовский Н.Ф. Техногенная миграция азота, фосфора, калия и серы на территории СССР. Вести, МГ , 1976, №4, с. 95-99.
82. Уводов П.А., Онифриенок И.П., Парилов Ю. С. Опыт гидрогеохимических исследований в Сибири. М. Высшая школа, 1962, 111 с.
83. Зауташвили Б.З. Геохимия микроэлементов глубоких подземных вод. Тбилиси: Мецниереба ,197 8, 150 с.
84. Прохоров В.Г. Геохимические особенности пород , руд и минералов индикаторов колчеданных месторождений. М. Наука, 1970, с. 141.
85. Пиннекер Е.В. Проблемы региональной гидрогеологии. М. Недра, 1977, 105 с.
86. Соловьев Ю.И., Фигуровский Н.А. Сванте Аррениус. Растворы (1859-1927). М. Изд-во АН СССР, 1959, с. 69.
87. Ферсман А. Е. Воспоминания о камне. М. Изд-во АН СССР, 1958, с. 57.
88. Эрмаков Н.И. Термобарогеохимия минералов Земли и космоса. Природа, 1980 , №5, с. 57.
89. Польшов Б.Б. О геологической роли организмов. В кн: Вопросы географии. М. Географгаз. 1963 сб. 33, с. 61.
90. Крайнов С.Р. Геохимия редких элементов в подземных водах. М. Недра, 1980, 205 с.
91. Драйвер Дж. Геохимия природных вод, М. Мир, 1985, с. 439.
92. Манская С.М., Дроздова Т.В. Геохимия В органического

- вещества. М. Наука, 1974, 115 с.
93. Крайнов С.Р., Швец В.М. Основы геохимии подземных вод. М. Недра, 1980, 295 с.
  94. Швец В.М. Органические вещества подземных вод. М. Недра, 1973, 139 с.
  95. Соколов В.А. Геохимия природных газов. М. Недра, 1975, 201 с.
  96. Германов А.И. Кислород подземных вод. Изд. АН СССР. Сер. Геол., 1955, № 6, с. 53-60.
  97. Смирнов С.И. Введение в изучение геологической истории подземных вод седиментационных бассейнов. М. Недра, 1974, 200 с.
  98. Щербаков А.В., Козлова Н.Д., Смирнова Г.И. Газы термальных вод. М. Недра, 1974, 198 с.
  99. Щербаков А.В. Геохимия термальных вод. М. Недра, 1978, 210 с.
  100. Вовк И.Ф. Радиолит подземных вод и его геохимическая роль. М. Недра, 1979, 105 с.
  101. Смирнов С.И. Региональная динамика подземных вод седиментационных бассейнов. М. Недра, 1979, 100 с.
  102. Ермаков Н.П. Геохимические системы включений в минералах. М. Недра, 1972, 150 с.
  103. Щербина В.В. Основы геохимии. М. Недра, 1972, 250 с.
  104. Конопляцев А.А., Ковалевский В.С., Семенов С.М. Естественный режим подземных вод и его закономерности. М. Госгеолтехиздат, 1963, 231 с.
  105. Виноградов А.И. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М. Изд-во АН СССР, 1957, 155 с.
  106. Кудерина Л.Д. Эпигенетические процессы в мезозой-кайнозойских отложениях Атасуйского рудного района. Изд. АН СССР. Сер. геол., 1973, № 9, с. 65-72.
  107. Вернадский В.И. Истории природных вод. 1960, т. 4, кн.2, 294 с.
  108. Рехарский В.И. Геохимия молибдена в эндогенных процессах. М. Недра, 1973, 120 с.



109. Гавриленко Е.С., Дерпгольц В.Ф. Глубинная гидросфера Земли. Киев: Наук. Думка, 1971, 300 с.
110. Пономерева В.Д., Иванов Л.И. Практикум по аналитической химии. Под. ред. Высшая школа, 1983, 271 с.
111. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М. Мир, 1978, 557 с.
112. Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа. М. Химия, 1974, 256 с.
113. Никаноров А.М., Посохов Е.В. Гидрохимия, Гидрометеиздат. 1985, 232 с.
114. Орлов Д.С., Лозановская И.Н., Николаева С.А., Химические процессы в орошаемых и мелиорируемых почвах. М. Изд-во. МГУ, 1990, 96 с.
115. Посохов Е.В. Ионный состав природных вод. Генезис и эволюция. Л. Гидрометеиздат. 1985, 256с .
116. Строганов Н.С., Бузинова Н.С. Практическое руководство по гидрохимии. 2-е издание, переработанное и дополненное. М. Изд. МГУ, 1980, 196 с.
117. Кауричева И.С. Практикум по почвоведению. Под ред. Издание четвертое, переработанное и дополненное. М. Агропромиздат, 1986, 336 с.
118. Гвишиани А.Д., Кейлис-Борок В.И. Прогноз сильных землетрясений. Земля и Вселенная, 1980, №5, с. 8-14.
119. Беус А.А. Геохимия литосферы М.Недра , 1973. 200 с.
120. Киссин И.Г. Об исследованиях роли воды в сейсмических процессах. Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли, 1971, №3,с. 39-48.
121. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет. М. Наука, 1978, 192 с. 89.
122. Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли. М. Недра , 1965, 379 с.
123. Кононов В.И. Геохимия термальных вод областей современного вулканизма. М. Наука, 1983, 315 с.
124. Вернадский В.И. Т. IV, История природных вод. Книга вторая. М., изд-во АН СССР, 1960, 250 с.

125. Дворов И.М., Дворов В.И. Термальные воды и их использование. М. Просвещение 1976. 127 с.
126. Крайнов С.Р., Щвец В.М. Основы геохимии подземных вод, М. 1992, 200 с.
127. Иванов В.Д., Невраев Г.А. Классификация подземных минеральных вод. Труды центр. Инс-та Курортологии и физиотерапии Минздрава СССР, 1964, 168 с.
128. Барташевич О.В, Зоркин Л.Н, Зубанраев С.Л. и др. Геохимические методы поисков нефтяных и газовых месторождений. М. Недра, 1996. 225 с.
129. Путник Н.П. Подземное тепло. М. Знание , 1960 , 115 с.
130. Барабанов В.Ф. Генетическая минералогия.-М. Недра,1977, 160 с.
131. Тырышкин И.В.и др. Полупромышленные испытание усовершенствованной схемы обогащения сульфидных медномолибденовых руд. Цветные металлы. "Металлургия", №2, 1984, с.89-91.
132. Султанходжаев А.Н Современное состояние и перспективы развития гидрогеосейсмологии, Узб. геол. журн., 1977, №5, с. 30-36.
133. Доманицкий А.П. и др. Реки и озера Советского Союза. Под ред. А.А.Соколова.Главное управление, 2000, 350 с.
134. Обручев В.А. Основы геологии.-М.-Л. Гос. изд. Геологической литературы, 1957 , 300 с.
135. Гидрологический ежегодник. Т.3, вып. 3-5, Ленинград , Гидрометеиздат, за разные годы.
136. Советская энциклопедия 1970, 900 с.
137. Chartres C; Varma S. Out of water. From Abundance to Scarcity and how to Solve the World's Water Problems FT Press (USA), 2010, p. 25.
138. Ellis A.J. and Mahon. Geochemistry and Geothermal Systems, 1977, Academic Press, New York, 392 pp.
139. Barues I. and Hem D. Chemistry of subsurface waters. 1973, Earth Planet , pp.157-301.

140. Claassen H.C., and White A.F. Application of geochemical kinetic data to groundwater systems. 1979, Chemical Modeling in Aqueous Systems, Am. Chem.Soc.Symp. Ser. 93, pp.771-794.
141. Pollack Gerald. "Water Science". University of Washington, Pollack Laboratory. 2011, 02-05.
142. Back W. and Hanshaw B. Rates of physical and chemical processes in a carbonate aquifer. 1971 , Nonequilibrium Systems in Natural Water Chemistry, Am. Chem. Soc.Adv. Chem.Ser.106, pp. 77- 93.
143. Astion S.R. Chemical Oceanography. Academic Press, New York,1988, pp. 361-440.
144. Berner R.A.The changing Chemistry of the Oceans, Wiley Interscience, New York, 1972, pp.347-361.
145. Conway E.J. The chemical evolution of the ocean. Proc. Royal Irish Acad., 1973, pp.161-212.
146. Reuter J.H.and Perdue E.M. Importance of heavy metal organic matter interactions in natural waters. 1977 , Geochim. Cosmochim. Acta , 41 ,pp. 325 - 334.
147. Livingstone D. A. Chemical composition of rivers and lakes. U.S. Geol. Surv. 1963, 64 pp.
148. Violey T.M. Plummer F.J. Mass transfer evaluation in natural water systems. Geochim. Acta,1978, 42. pp. 1117-1139.
149. Gibbs R.J. Water chemistry of the Amazon River. Geochim. Cosmochim. Acta, 1972, 36 pp.
150. Emerson S.M. and Widmer G. Early diagenesis in anaerobic lake sediments. Geochim. Cosmochim. Acta, 1978, 42 pp.
151. Eugster H.P. and Hardie L.A.Saline lakes. 1978, Lakes Chemistry, Geology , Physics, New York, pp. 237-293.
152. Eugster H.P. and Maglione G. Brines and evaporates of the Lake Chad Basin, 1979, Cosmochim. Acta, 43 pp.
153. Pearson F.J. and Caplen T.B. Stable isotope studies of lakes.1978, Lakes Chemistry, Geology, Physics, ed. A. Lerman Springer New York , pp. 325-339.
154. Inboden D.M., Weiss R.F.,Mikhel R.L. and Goldman C.R. Lake Tahoe geochemical study Lake chemistry. 1977, Limnol Oceanogr. 22, pp. 1039-1051.

155. Weaver G.C. Capillary Action Liquid, Water, Force and Surface Frank Articles. 2005, ISBN 0-534-39597-X.
156. Teichel A.E. Kulshreshtha S. N. 1998. A global outlook for water resources to the year 2025. *Water Resources Management* 12.
157. Calliway J.N. Alteration of trace metal geochemical cycles due to the marine discharge of wastewater. 1979, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 43, pp. 207-218.
158. Turchian K.K. Elements, geochemical distribution of *Encyclopedia of Science and Technology*, 1981, Vol .4, Mc.Grow-Hill, New York, pp.9-74.
159. Imboden D.M. Interstitial transport of solutes in non-steady state accumulating and compacting sediments. 1975 , *Earth Planet*, 27, pp. 221-228.
160. Berner E. A. The role of magnesium in the crystal growth of calcite and aragonite from sea water. *Geochim.Cosmochim. Acta* , 1975, 39, pp .489-504.
161. Martin J.M. and Meybeck M., Elemental mass balance of material carried by major world rivers. 1979, *Mar.Chem.*, 7, pp.173-206.
162. Jones B.F., Kennedy V.C. Geochemical influences on the chemical character of closed lakes. *Hydrology of Lakes and Reservoirs. Hidrol. Publ.* 1966, 70, pp .435-446.
163. Toth D.J. and Lerman A. Organic matter reactivity and sedimentation rates in the ocean. *Am.J.Sci.*277, 1977, pp. 465 - 485.
164. Means J.L., Crerar D.A., Barasik M.P. and Duguid J.O. Adsorption of Co and selected actinides by Mn and Fe oxides in soils and sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1978, pp.1763-774.
165. Burton J.D. and Liss P.S. *Estuarine Chemistry*.1979,Academic Press, New York, 229 pp.
166. Sitolkovitz E.R. Flocculation of dissolved organic and inorganic matter during the mixing of river and seawater. *Geochim. Acta*, 40, pp. 831-846.
167. Emerson S.M. and Widmer G. Early diagenesis in anaerobic lake sediments:Thermodynamic and kinetic factors controlling the formation of iron phosphate.1978, *Geochim. Acta*, 42, pp.1307-1316.

168. Pearson F.J. Stumm W. And Baccini P. Man- made perturbation of lakes. Lakes Chemistry, Geology, Physics, New York, pp. 91-126.
169. Redfield A.G., Ketchum B.J. and Richards, The influence of organisms on the composition of sea water. 1963 , The Sea, Vol. 2, New York, pp. 26-77.
170. Alan B.Space Cloud Holds Enough Water to Fill Earths Oceans 1 Million Times. 1998 , Headlines Horkins, 4/2007.
171. Besk K.C. Kinetic models for the early diagenesis of nitrogen, sulfur, phosphorus and silicon in anoxic marine sediments. The Sea, Vol 5, New York , pp. 427-450.
172. Fraelich P.N., Klinkhammer G.P. Early oxidation of organic matter in pelagic sediments of the eastern equatorial Atlantic suboxic diagenesis. Geochim. Asta, 43,1090 , pp.1075-1090.
173. Breck W.G. Redox levels in the sea and ocean.1980, The Sea, Vol.5, E.D. New York, pp. 153-179.
174. Caspian Sea Region: Legal Issues. Energy Information Administration, Yuly. 2001, pp. 560.
175. Dumont H, Ecocide in the Caspian 's, Nature, unisci - com. Stories, 2000 , pp. 637.
176. Garrels R.M.Sedimentary pyrite formation Am.J.Shi., 268, 1070, pp. 1-23.
177. Garrels R.M. Genesis of some ground waters from igneous rocks. Researches in Geochemistry, Vol.2 , New York , pp. 405-420.
178. Plummer L.N. A computer program for calculating chemical equilibrium in natural waters. 1988 , U.S. Geol. Survey Water Resout., pp 61-76.
179. Plummer L.N.,Parkhurst D.L. and Kosiur D.R. MIX2. A computer program for modeling chemical reactions in natural waters. 1979, U.S. Geol. Surv. Water Resour. Invest. 173 pp.
180. Pagenkopf G. E. Introduction to Natural Water Chemistry. Marcel Dekker , New York , 1979 , 284 pp.

## KİTABIN İÇİNDƏKİLƏR

Giriş.....	3
<b>I Fəsil.</b> Təbii suların quruluşu və mənşəyi.....	5
1. Suyun sehirlə dünyası və quruluşu.....	5
2. Suyun fiziki və kimyəvi xassələri.....	17
3. Suyun insan orqanizminə təsiri.....	28
4. Təbii sular və canlı maddə.....	31
5. Təbii suların tarixi geokimyası.....	38
<b>II Fəsil.</b> Təbii suların geokimyəvi xüsusiyyətləri.....	50
1. Təbii sularda kimyəvi elementlər.....	50
2. Su axıntılarının intensivliyi və elementlərin qatılığı.....	54
3. Təbii suların geokimyəvi xassələri.....	59
4. Suların tərkibində üzvi maddələr və qazlar.....	72
5. Təbii suların geokimyəvi təsnifatı.....	91
<b>III Fəsil.</b> Naxçıvan Muxtar Respublikasının kəhriz və bulaqları.....	103
1. Naxçıvan Muxtar Respublikasının hidroloji mənzərəsi .....	103
2. Bulaq və kəhrizlər haqqında ümumi məlumat.....	105
3. Naxçıvan Muxtar Respublikasının kəhriz suları.....	110
4. Naxçıvan Muxtar Respublikası kəhriz və bulaq sularının kimyəvi xüsusiyyətləri.....	115
<b>IV Fəsil.</b> Naxçıvan Muxtar Respublikasının mineral suları.....	125
1. Yerin qaynar nəfəsi- yeraltı sular.....	125
2. Yeraltı suların mənşəyi.....	129
3. Yeraltı suların fiziki-kimyəvi xassələri.....	146
4. Naxçıvan Muxtar respublikasının mineral suları.....	163
<b>V Fəsil.</b> Naxçıvan Muxtar Respublikasının yerüstü suları.....	193
1. Çaylar haqqında ümumi məlumat.....	193
2. Naxçıvan Muxtar Respublikasının çay şəbəkəsi.....	196
3. Göllərin təbii xüsusiyyətləri.....	211
4. Muxtar respublika ərazisindəki göllərin ümumi mənzərəsi.....	216
5. Muxtar respublikanın göllərinin hidrokimyəvi xüsusiyyətləri.....	219
<b>VI Fəsil.</b> Naxçıvan Muxtar Respublikasının təbii sularının ekoloji xüsusiyyətləri.....	235
1. Təbii suların ekoloji vəziyyəti.....	235

2. İçməli və mineral suların zərərli komponentləri.....	243
3. Təbii suların çirklənmə mənbələri.....	252
4. Azərbaycan Respublikası su sisteminin mühafizəsi.....	260
5. Naxçıvan Muxtar Respublikası daxili sularının ekoloji vəziyyəti.....	264
Ədəbiyyat.....	273

Əliəddin Abbasov,  
Fizzə Məmmədova,  
Fərəh Heydərova

*Təbii suların geokimyası və  
Naxçıvan Muxtar Respublikasında  
yayılma xüsusiyyətləri*

Nəşriyyat redaktoru  
M.Qasımzadə

Kompyuter tərtibatı  
Z.Məmmədov

Yığılmağa verilmiş 27.02.2015.  
Çapa imzalanmış 24.10.2015.  
Formatı 70X100 1/16 "Tayms" qarnituru.  
Ofset çap üsulu. Ofset kağızı. Həcmi 18.0 ç.v.  
Sifariş № 773. Tiraj 250 nüsxə.



Naxçıvan şəhəri, Təbriz küçəsi, 1