

YERALTI SULARIN HİDROLOGİYASI

Hidrosferin tərkib hissələrindən biri də yeraltı sulardır. Yeraltı suların əmələ gəlməsi, rejim xassələri, ehtiyatları, tənzimlənməsi, qorunması və səmərəli istifadəsini tədqiq edən elm *hidrogeologiya* adlanır. Hidrogeoloji tədqiqatlar fizika, kimya, torpaqşünaslıq, hidrometeorologiya və digər təbiət elmləri ilə əlaqəlidir. Yeraltı sular təbiətin böyük su dövrəsinə iştirak edərək, insanların su təchizatı və bir çox təsərrüfat sahələrinin inkişafında əvəzolunmaz mövqeyə malikdir. Yeraltı suların axtarışı, qiymətləndirilməsi və istifadə olunması ilə qədim zamanlardan məşğul olsalar da elmi əsaslarla kompleks tədqiqi XIX əsrdən başlanmışdır.

YERALTI SULARIN MƏNŞƏYİ VƏ YER QABIĞINDA YERLƏŞMƏSİ

Uzaq geoloji dövrlərdə mantiyadan ayrılan $3,4 \cdot 10^{18}$ ton (Vinoqradov, 1959) sular (buxar) tədricən Yer qabığına və Dünya okeanı çökəkliyinə keçərək hidrosferi yaradır. Bu prosesdə, meteoritlərlə daxil olan $1 \cdot 10^{14}$ ton suyun da müəyyən rolu olmuşdur (Dyerqolç, 1962). Yerdə ilkin hidrosferin formalaşması təxminən 3,6 milyard il bundan əvvəl başlayaraq mürəkkəb təkamül prosesi keçmişdir. Endogen və ekzogen proseslərin inkişafı tədricən yeraltı hidrosferin formalaşmasına şərait yaradır. Müxtəlif sferalardakı suların bir-birinə təmas etməsi və sonralar isə insan cəmiyyətinin fəaliyyəti yeraltı suların müəyyən dərəcədə dəyişməsinə səbəb olur. Bu proses müasir dövrdə də davam etməkdədir.

V.İ. Vernadskinin fikrinə görə, yeraltı suların ümumi miqdarı təxminən okean sularının miqdarına bərabərdir, çəkisinə görə isə yer qabığının 6-8 % -ni təşkil edir.

Yer təkində toplanan suların aşağı sərhədi astenosferin alt hissələrinə yaxın zonada (təxminən 800 km-də) yerləşsə də daha yaxşı tədqiq olunan yeraltı sular üst 2 km-lik dərinliyi əhatə edir. Buradakı sular fiziki cəhətdən hər üç halda – qaz, maye və sülb vəziyyətindədir. Yer qabığının 2 km dərinliyinə kimi olan üst hissəsi şaquli kəsilişdə üç fərqli hidrodinamik zonaya bölünür. Hər zonanın yeraltı suları yatma dərinliyi, su dövrəni intensivliyi, fiziki göstəriciləri, kimyəvi tərkibi və minerallaşma dərəcəsinə görə fərqlənilir.

Birinci (üst) hidrodinamik zona - əsasən 0,3-0,5 km dərinliyə kimi olan hissəni əhatə edir. Bu zonanın yeraltı suları yer səthinə yaxın olduğundan su dövrəni aktivdir, bitkilərin transpirasiyasında iştirak edirlər, səth suları ilə hidravlik əlaqədə olub çaylara, göllərə, dənizlərə və s. boşalırlar. Əsasən şirin sulu və ya az minerallaşmış olurlar.

İkinci (aralıq) hidrodinamik zona - su dövrəni nisbətən zəifdir, birinci hidrodinamik zona ilə okean səviyyəsi arasındakı bölgəni əhatə edir. Bu zonanın suları qırıxmış qalxmaların kənar hissələri və nisbətən dərinə yerləşən az yuyulmuş strukturlarla əlaqədardır. Yeraltı suların drenlənməsi çay dərələri, çökəkliklər və ümumiyyətlə relyefin çökək yerlərində baş verir, dənizsahili rayonda isə onlar dənizə boşalır. Bir sıra müalicə əhəmiyyətli mineral suların mənbəyi bu zonada yerləşir.

Üçüncü (alt) hidrodinamik zona - su dövrəni ətalətlidir, okean səviyyəsindən 2000m dərinliyə kimi olan bölgəni əhatə edir. Bu zonanın suları çox qədim yaşlı olub adətən neft yataqları ilə əlaqəlidir. Zonadakı suların drenlənməsi aşağı hissələri okeanda yerləşən dərin çay yatağı və dərələrlə, həm də okean çökəkliklərinin yamacları ilə baş verir. Minerallaşma dərəcəsinə görə bu sular əsasən şor və ya rapalıdır. Qeyd olunan hidrodinamik zonalara daxil olan sular mənşə etibarilə *ekzogen* və ya *endogen* ola bilərlər.

Ekzogen mənşəli yeraltı sular süxurlara infiltrasiya, kondensasiya və sedimentasiya prosesləri zamanı daxil olur.

Infiltrasiya suları - atmosfer və səth sularının süxurlara keçməsi (süzülməsi) ilə formalaşır. İlk zamanlar şirin olan bu sular süxurların içərisi ilə hərəkət etdikcə ionlar və qazlarla zənginləşir.

Kondensasiya suları - atmosferdəki su buxarının süxurlarda kondensasiya olması nəticəsində əmələ gəlir. Yüksək dağlıq və səhra zonalarında əhəmiyyəti böyükdür.

Sedimentasiya suları – qədim dəniz və göl sahələrində çöküntü toplanma prosesi zamanı yaranıb. İlk dövrlərdə sedimentasiya (relikt) suları ilə hövzədəki suların tərkibi eyni olsada sonralar biokimyəvi proseslərlə onlar dəyişir.

Endogen mənşəli yeraltı suların əsasını yuvenil sular təşkil edir.

Yuvenil sular - maqma fəaliyyəti olan zonadan su molekullarının çıxması ilə formalaşır, onların yüksək temperatura malik olmaları yerləşdiyi ərazinin geotermik şəraiti ilə əlaqədardır.

Yeraltı sular müxtəlif dərinliklərdə və fiziki (qaz, maye, sülb) vəziyyətdə mövcud olduğundan onların həcmnin və özünübərpa müddətinin müəyyənləşdirilməsi müasir hidrogeologiyanın problemli məsələlərindən biridir. Yeraltı suların miqdarı haqqında əksər mütəxəssislər tərəfindən qəbul edilən və son illərin ədəbiyyatında göstərilən ümumiləşdirilmiş kəmiyyətlər aşağıdakılardır:

- Yer qabığında 2 km dərinliyə kimi yerləşərək su dövrənində iştirak edən yeraltı suların miqdarı 23,4 mln. km^3 olub, hidrosferin ümumi ehtiyatının 1.68 %-ni təşkil edir. Bu suların özünübərpa dövrü təxminən 1400 ildir.
- Yeraltı suların 10530 min km^3 -i şirin sular olub hidrosferin ümumi ehtiyatının 0.76%-ni təşkil edir.
- Yer qabığında donmuş (buz halında olan) suların həcmi 300 min km^3 olub, hidrosferin ümumi ehtiyatının 0,022%-ni, şirin suların isə 0,82%-ni təşkil edir. Bu suların özünübərpa dövrü təxminən 10000 ildir.
- Hər il Yerin mantiyasından qazsızlaşdırma yolu ilə hidrosferə orta hesabla $\leq 1\text{km}^3$ su daxil olur və 0.5km^3 -ə yaxın su (buxar) isə kosmik fəzaya dağılır.

Yer kürəsində su dövrənin fiziki səbəbləri – günəş enerjisi və ağırlıq qüvvəsidir.

SÜXURLARDA SUYUN MÖVCUDLUQ NÖVLƏRİ

Süxurlarda fiziki halda saxlanılan su təzyiq və temperaturdan asılı olaraq: buxar, hiqroskopik, örtük (pərdəvarı), kapilyar, sərbəst, qravitasiya və sülb halında ola bilər.

Buxarlar. Buxar, hava ilə birlikdə süxurlardakı məsamələrə və çatlara dolur. Süxurun temperaturu nə qədər yüksək və təzyiq nə qədər aşağıdırsa, su buxarı da havada bir o qədər çox qalır. Buxar halında olan sular daim hərəkətdədir. Onların dinamikasına cazibə qüvvəsi təsir etmir.

Hiqroskopik su süxurlardakı su buxarının süxur dənəciklərinin səthində kondensasiyası nəticəsində yaranır. Süxur dənəcikləri nə qədər xırda olarsa, hiqroskopik suyun miqdarı da bir o qədər çox olar. Quru halda olan süxurun, rütubətli havada öz çəkisini maksimum hiqroskopiklik həddinə uyğun nəm halına kimi artırmaq qabiliyyəti vardır. Hiqroskopik su maye halında süxurun daxilində hərəkət edə bilmir və yalnız buxar halına keçəndən sonra onun hərəkət etmə qabiliyyəti yaranır.

Örtük (pərdəvarı) su. Sukeçirən süxur dənələrinin ətrafında tam hiqroskopiklikdən sonra nazik örtük halında maye su əmələ gəlir. Bu sular süxur dənələrinin üzərində molekulyar cazibə qüvvəsi ilə sanki yapışmış olur və asanlıqla bir dənədən o biri dənəyə hərəkət edə bilər. Örtük suları süxurlardakı boşluqları tamamilə doldura bilmədiyindən hidrostatik təzyiqə məruz qala bilmir. Örtük suyunun miqdarı xırda dənəli süxurlarda çox, iridənəlidə isə az olur (şəkil 4.1).

Kapilyar su süxurların nazik çatlarında (kapilyar kanallarda) saxlanılan sudur. Onlar su səthindən yuxarı qalxa bilər və səthi gərilmə qüvvəsi ilə saxlanılır. Kapilyar sular ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə hər hansı bir istiqamətdə hərəkət edə bilər. Məsamə və ya çatların diametri nə qədər kiçik olarsa kapilyar qalxma da çox olar. Kapilyar qalxmanın sürəti iridənəli süxurlarda azalır.

Sərbəst su maye halında olub, süxurların məsamə və çatlarını dolduraraq sərbəst hərəkətmə qabiliyyətinə malikdir. Onun hərəkəti cazibə qüvvəsinə tabedir. Bu sular müxtəlif sürətə malik olmaqla, yatım şəraitindən asılı olaraq təzyiqli və təzyiqsiz sular yarada bilərlər.

Qravitasiya suları hidrodinamika qanunlarına uyğun olaraq süxurun bərk hissəcikləri arasındakı boşluqlarda hərəkət edir və ya süzülür. Qravitasiya suyunun səviyyəsini (su səthini) ağırlıq qüvvəsi formalaşdırır. Qravitasiya suları ilə kapilyar sular arasında sıx əlaqə mövcuddur.

Sülb halında olan sular. Mənfi temperaturda süxur boşluqlarındakı su donaraq həmə boşluqları doldurur. Nəticədə, süxurların bərk mineral hissəcikləri bir-birinə daha möhkəm yapışaraq bütöv və bərk bir mühit yaranır. Bu sular daimi donuşluq zonaları üçün xarakterikdir.

YERALTI SULARIN YATIM ŞƏRAİTİ

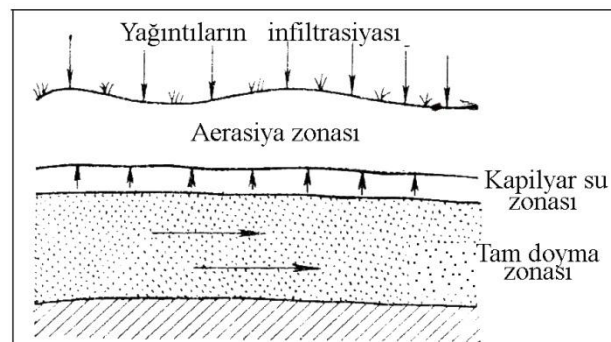
Yeraltı suların yer qabığında yatım şəraiti: dağ süxurlarının strukturu və litoloji tərkibi, sukeçirməyən süxurların yatma dərinliyi, su keçirən (qum, çaqıl, çingil və s.) və sukeçirməyən (gil, qranit və s.) süxurların növbələnməsi nəzərə alınmaqla ərazinin geoloji quruluşu ilə müəyyənləşdirilir.

Beləliklə, sukeçirməyən süxurlar üstündəki sulu laylarda sərbəst suların toplanmasına şərait yaranır və müxtəlif dərinliklərdə yerləşə bilən sulu horizontlar formalaşır. Yeraltı sular yer səthinə nə qədər yaxın yerləşərsə iqlim amillərinə bir o qədər çox məruz qalar, su dövrələri intensivləşir.

İqlim şəraitinin təsiri ilə yeraltı sular: *zonal* (iqlim amillərinin təsiri kifayət qədərdir, təbii zonallığın xüsusiyyətləri özünü rejim xassələrində aydın göstərir), *azonal* (iqlim amillərinin təsiri çox zəifdir, texnogen amillərin təsiri yüksək ola bilər) və *introzonal* (bu sular müxtəlif coğrafi zonalarda təsadüf oluna bilən) qruplara bölünürlər.

Yer qabığının üst hissəsinə yaxın yerləşən yeraltı sular adətən iki zonaya bölünür: aerasiya zonası və doyma zonası.

Aerasiya zonası - yer səthindən ilk qrunut suları səviyyəsinə kimi olan dərinliyi əhatə edir. Bu zonadakı sular süxurlararası məsamələri tam doldura bilmir. Torpaq suları bu zonada yerləşir (şək. 4.2).



Şəkil 4.2. Yer qabığının üst hissəsində yeraltı suların yerləşməsi

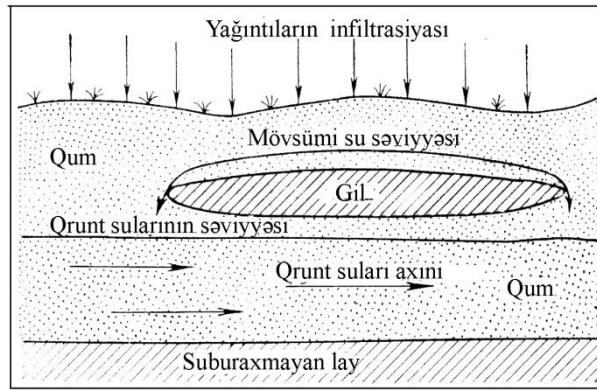
Doyma zonasında – süxurların məsamələri su ilə dolmuş olub qrunut, layarası təzyiqsiz və təzyiqli sular formalaşır.

Yeraltı suların yatım şəraitinə aid müxtəlif təsnifatlar hazırlansada A.M. Ovçinnikovun 1948-ci ildə təklif etdiyi təsnifat hidrogeoloji tədqiqatlarda daha geniş istifadə olunur. Bu təsnifata əsasən bütün yeraltı sular üç növə (mövsümi, qrunut və artezian), iki yarımnövə (məsamə suları və çat suları) və iki xüsusi növə (daimi donma rayonlarının suları və müasir vulkanik rayonların sularına) ayrılır.

QRUNT SULARI VƏ TƏZYİQLİ SULAR

Yer qabığının səthə yaxın hissəsində formalaşan təzyiqsiz sulara - mövsümi, torpaq və qrun्त suları aid edilir.

Mövsümi su - aerasiya zonasının yer səthinə yaxın hissəsində, su keçirməyən və ya zəif su keçirən su linzaları üzərində toplanır (şəkil 4.3). Adətən qrun्त suları səviyyəsindən yuxarıda formalaşır. Atmosfer yağıntılarının, səth sularının infiltrasiyası və su buxarının kondensasiyası zamanı əmələ gəlir. Həcmi böyük olmadığından quru hava şəraitində yox ola bilər. Bu suların fərqli əlamətləri aşağıdakılardır: yayılma sahəsi məhdud olduğundan su keçirməyən linzaların ölçüləri ilə müəyyənləşdirilir; çay suları ilə hidravlik əlaqəsi yoxdur; çox vaxt daimi su təchizatında istifadə olunmur. Mövsümi suların qalınlığı adətən 0,5-1,0 m, nadir hallarda 2-5 m-ə çatır.



Şəkil 4.3. Mövsümi sular

Torpaq suları - Yer səthinin torpaq qatında yayılaraq molekulyar cazibə qüvvəsi təsiri altında olurlar. Torpaq qatındakı məsamə və boşluqlar hava və su buxarı ilə dolmuş olur, qrun्त sularından fərqi olaraq, torpaq suları adətən boşluq və məsamələri tam doldurmur. Bu sular əsasən atmosfer yağıntıları ilə qidalandığından ən çox doyma dövrü yağıntılı və qarların əridiyi zaman, su ehtiyatının minimal vaxtı isə ilin quru və qış dövrünə təsadüf edir. Bu suların yayılma ərazisi onların qidalanma ərazisi ilə üst-üstə düşür.

Qrun्त suları – yer səthindən aşağıda yerləşən sərbəst səthli ilk sulu lay olub, birinci sukeçirməyən lay üzərində formalaşır. Əsasən təzyiqsiz sular olub, Dördüncü dövrün qırıntılı süxurlarına məxsusdur, qədim və müasir çay vadilərinin allüvilərində, çayların dağətəyi gətirmə konuslarında, gömülmüş buzlaq dərəsində yaranır. Buzlaşmalar dövründə Şimali Amerika, Avropa və Asiya ərazisinin şimalında formalaşan örtük buzlaqları çöküntülərinin qrun्त su ehtiyatları daha böyükdür. Dağlıq ərazilərdə səthin meyilliyi kəskin olduğundan qrun्त suları böyük sahələrdə toplanma bilmir və əsasən aşınma qabığının süxurlarında, tektonik çatlarda, dördüncü dövrəqədərki yarıqlarda intişar tapıb ki, bunlar da *çatlı-damarlı sular* adlanır.

Qrun्त sularının qidalanmasında əsas yeri atmosfer yağıntıları və havadakı su buxarının süxurlarda kondensasiya olması təşkil edir. Qrun्त suları qismən dərin qatlardakı təzyiqli sularla da qidalanır və qidalanma sahələri adətən onların yayıldığı sahələrə müvafiq olur. Qrun्त sularının səthi *qrun्त sularının səviyyəsi* (və ya güzgüsü) adlanır. Sukeçirməyən bünövrədən qrun्त sularının səthinə kimi olan məsafə *sulu layın qalınlığı*ni təşkil edir. Qrun्त sularının eyni səviyyəyə malik olan nöqtələrini birləşdirən xətt *hidroizohips* adlanır.

Qrun्त su layları relyefin mənfi formaları olan yarıqlar, qobular, çay dərələri, göl çökəkləri və s. ilə kəsişəndə onlarda boşalma baş verir və qrun्त suları səthə çıxır. Bu suların yatım dərinliyinin

artması çay yatağından suayırıcı istiqamətində və rütubətli zonadan quru iqlim ərazisinə doğru inkişaf edir.

Qrunt suları yer səthinə yaxın yerləşdiyindən hidrogeoloji monitoring işləri üçün çox əlverişlidir. Bu suların səviyyə, temperatur və kimyəvi xassələrinin mövsümlər üzrə dəyişməsinə müşahidə etmək olar. Qrunt sularından insanların təsərrüfat fəaliyyətində geniş istifadə olunur.

İki su keçirməyən lay arasındakı su keçirən süxurlarda yerləşən yeraltı sular *təzyiqli* və ya *artezian suları* adlanır. Bu sularda təzyiqin formalaşması iki səbəblə əlaqədardır: yeraltı suların iki sukeçirməyən lay arasında sıxlaşmasından və onların qida mənbələrinin yüksək hipsometrik səviyyədə yerləşməsindən. Artezian sularının əmələ gəlməsi üçün su layının tavan və dabanında su keçirməyən layın varlığı və bu layların çökək yatımlı muldaşəkilli, monoklinal, sinklinal quruluşda olması əsas şərtidir. Artezian suları təbii halda tektonik çatlar, yaxud süni yol ilə (buruq quyuları vasitəsilə) sulu horizontun tavanından səthə doğru yuxarı qalxaraq bəzən fəvvarə əmələ gətirə bilər. Qrunt sularından fərqli olaraq artezian suları qədim yaşlıdır və su dövrənində passiv iştirak edir.

Təzyiqli suların yayıldığı sahə *artezian hövzəsi* adlanır. Hər bir artezian hövzəsi hidrogeoloji baxımdan biri digərindən fərqlənən üç əsas sahədən ibarətdir: qidalanma, təzyiq və boşalma sahələri. Suyun təzyiq səviyyəsi *pyezometrik* səviyyə adlanır. Təzyiqli su layı bəzən yer səthi ilə kəsilir, nəticədə bulaq yaranır, yəni boşalma zonası formalaşır.

Böyük ərazi və dərinliklərdə yerləşən artezian hövzələri hər üç hidrodinamik zonanı əhatə etdiyindən onların suyu müxtəlif kimyəvi tərkibə və minerallaşma dərəcəsinə malikdir.

Yeraltı təzyiqli suların bir növüdə qeyzerdir. *Qeyzer* – vaxtaşırı su və buxar fəvvarələri ilə müşayiət olunan istisu bulağıdır. Tektonik qırılma zonaları üçün səciyyəvi olan bu sular bir çox hallarda yeraltı qaz və ya təzyiqin təsiri ilə yer səthinə çıxırlar. Müasir və ya yaxın keçmişdə aktiv olmuş vulkanik ərazilərdə müşahidə olunur. Fəvvarələrin püskürməsi arasında zaman fərqi bir neçə dəqiqədən bir neçə aya kimi ola bilər.