

Ş.F.MEHDİYEV

**Ü M U M İ
G E O L O G İ Y A**

**Ali məktəblər üçün dərslik
İkinci nəşri**

*Azərbaycan Respublikası
Təhsil Nazirliyi tərafından təsdiq edilmişdir*

Bakı - 2008

Az2
M44

Dərsliyə rəy verənlər: S.S.Səmədov – *geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, prof.*

* 55 55
M 34 1430

T.S.Şahsuvarov – *geologiya-mineralogiya elmləri doktoru, prof.*

Mehdiyev Ş.F.

M44 ÜMUMİ GEOLOGİYA (dərslik) Azərb dilində. B.; «Mars Print»NPF, 2008.. 404 səh.

Kitabda geologiya fənninin əsasları şərh olunur. Yerin fiziki xassələri, kimyavi tərkibi, daxili və xarici qüvvələrin təsirindən baş verən proses və hadisələr, planetinizin əmələ galməsi və inkişaf mərhələləri ətraflı işqalandırılır.

Dərslik ali məktəblərin geologiya və geofizika ixtisaslarından təhsil alan tələbələri üçün nəzərdə tutulmuşdur. Ondan «Geologyanın əsasları» fənni tədris edilən fakultələrin (məsələn, biologiya fakultəsinin) tələbələri də istifadə edə bilərlər. Kitab elmi-tədqiqat və layihə institutlarının əməkdaşları, geoloqlar, geofiziklər, mühəndis-texnik işçilər üçün də faydalıdır.

M 1303000000-576
097-2008

Az2
© «MarsPrint», 2008

MÜƏLLİFDƏN

Çoxşaxəli, geniş diapazonlu geologiya elminin əsaslarını tədris edən "Ümumi geologiya" kursu ali məktəblərin geologiya fakültələrinin tələbələri üçün dərslikdir. Bu kurs tələbələri geologiyanın bütün sahələri ilə tanış edir. Yerin əmələ gəlməsi və inkişafi tarixindən, onun mürəkkəb quruluşundan- onu təşkil edən süxur və minerallardan, bu ecazkar planetin (səyyarənin) müxtəlif təbii sərvətlərlə zənginliyindən, xəzinələr səltənəti olmasından bəhs edir, bu haqda ilk məlumat verir.

Yaxşı tərtib olunmuş "Ümumi geologiya" dərsliyi təkcə geologiya fakültəsinin tələbələrinə deyil, onunla maraqlanan başqa ixtisas sahiblərinə və geniş oxucu kütlələrinə yaşadığımız planetin sırlarını öyrənməyə kömək etməlidir. Buna görə də belə dərslikdə dərin məzmunlu, sərf elmi səciyyəli müddəalarla yanaşı bəzi məsələlər elmi-populyar formada izah olunmalıdır. Kursun mahiyyəti elədir ki, tələbələr müəllimlər geologiyanın bütün sahələrinə aid suallar verə bilərlər. Məhz buna görə də ali məktəblərdə ümumi geologiya kursundan dərs deyən müəllim zəngin təcrübəyə və geniş ümumi biliyə də malik olmalıdır.

Təbiidir ki, elmin müasir inkişaf mərhələsində ən yaxşı hazırlıqlı geoloq belə geologiyanın ancaq bir sahəsi və hətta həmin sahənin bir hissəsi üzrə yaxşı mütəxəssis ola bilər, o sahədə qəti və kəsərli fikir səyləyə bilmələr. Bu fikri başqa elm sahələrinə də aid etmək olar. Buna görə də hər bir müəllim təlim etdiyi elmin bəzi sahələrinə aid mühazirələrində sorğu kitablarında və digər geoloji ədəbiyyatda olan məlumatlara əsaslanmalıdır. Nəzərə alınmalıdır ki, müxtəlif alımların nəşr olunmuş kitablarında müəyyən təbii faktə munasibət eyni olmur. Buna görə mühüm əhəmiyyəti olan proses və faktların qiymətləndirilməsinə müxtəlif alımların munasibəti dərslikdə və mühazirələrdə həmin mənbələrdə olduğu kimi qeyd edilməlidir. Tələbə, yaxud oxucu düşünməli, müəyyən məsələlər haqqında cərəyan edən fikirlərə öz munasibətini bildirməyə çalışmalıdır.

Ümumi geologiya fənninə dair müxtəlif dillərdə xeyli

dərslik və dərs vəsaiti mövcuddur. Rus dilində D.İ.Muşketov və İ.V.Muşketovun (1931-1935), S.S.Kuznetsovun (1938), A.A.Boqdanov və M. M. Jukovun (1954), O.K.Lanqenin (1951), V. A. Obruçevin (1932 və 1947), M.M. Çarıqının (1956), E.Oqun (1938), A.Holmsın (1949) dərsliklərini və s. göstərmək olar. Azərbaycan dilində "Ümumi geologiya" və ya ümumi geologiya ilə geologiyanın başqa sahələrini əhatə edən dərsliklər nəşr edilmişdir (akad. Ə.Ə.Əlizadə ilə dosent M.S.Babayevin və professorlar T.Ə.Məmmədov, Ş.A.Pənahı, V.Y.Kərimov və b.-nın dərslikləri). T.Ə.Məmmədov və V. Y.Kərimovun "Ümumi və regional tektonika" (1982) və "SSRİ geologiyası" (1987) kimi sanballı dərslikləri nəşr olunmuşdur. Əlbəttə, hər bir dərsliyin müsbət və mənfi cəhətləri ola bilər. Azərbaycan dilində nəşr olunmuş dərsliklərimizin ümumi bir mənfi cəhəti terminlərlə əlaqədardır. Etiraf etməliyik ki, bir sıra geoloji terminlərimiz ifadə etdikləri məfhumların mənasını dəqiqliksiz etdirmir.

Bütün deyilənləri nəzərə alaraq, təqdim edilən dərslikdə tematik planda nəzərdə tutulmuş həcm daxilində geoloji faktların və proseslərin obyektiv izahına mümkün qədər geniş yer verilmişdir.

Təqdim olunan dərslik müəllifin 40 ildən artıq bir müddət ərzində Bakının ali məktəblərində oxuduğu və son illərin yeni məlumatları ilə tamamlanmış mühazirələrindən ibarətdir.

Dərslik haqqında öz qeyd və təkliflərini göndərəcək oxuculara əvvəlcədən minnətdarlığımızı bildiririk.

BİRİNCİ FƏSİL

GEOLOGİYA ELMİ HAQQINDA

GEOLOGİYA NƏDİR?

Giriş

Yunanca geo-Yer, logiya-təlim, elm deməkdir. Deməli, geologiya - yaşadığımız planet (səyyarə) - Yer kürəsi haqqında elmdir. Lakin Yer kürəsini başqa elmlər də öyrənir. Məsələn, coğrafiya, astronomiya, geodeziya, torpaqşunaslıq, iqlimşunaslıq və s. Bəs geologianın onlardan fərqi nədir? Geologiya *yerin qabığı* adlanan üst bərk qatı və daha dərin qatları (sferləri) haqqında elmlər kompleksidir. Sözün əsl mənasında geologiya-Yerin əmələ gəlməsi, tərkibi, quruluşu, hərəkətləri, onun inkişaf tarixi, faydalı qazıntıların mənşəyi, onların yerləşməsi qanuna uyğunluqları və keşfiyyat üsulları haqqında elmdir. Geologiya elmi bu məsələlərin hər birini müfəssəl öyrənən ayrı-ayrı sahələrə ayrıılır. Belə ki, Yerin inkişaf tarixini - tarixi geologiya, onun quruluşunu - geotektonika, tərkibini-mineralogiya, petroqrafiya, litologiya və başqa sahələr öyrənir. Doğrudur, bütün bu məsələlərin öyrənilməsi keçmişdə geniş mənada təsəvvür edilən geologiya elminin məqsədlərini təşkil edirdi. Lakin zaman keçdikcə iri fənlər diferensiasiyaya uğrayaraq müxtəlif sahələrə parçalanmış və nəhayət, həmin sahələr sərbəst elmlərə çevrilmişdir.

Hər elmin öz tədqiqat üsulları və obyektləri olduğu kimi geologiya elminin də tədqiqat üsulları və obyektləri vardır. Belə ki, Yer kürəsi bu elmin tədqiqat obyekti, Yer üzərində və onun daxilində baş verən hadisələrin müşahidə edilməsi, layların yatom şəraitinin, onları təşkil edən süxurların tərkibinin öyrənilməsi və s. onun tədqiqat üsullarıdır. Hələlik geologiya elminin araşdırıldığı və həll etdiyi əməli problemlərin, yaxud nəzəri əhəmiyyəti olan məsələlərin əksəriyyəti yer qabığının bilavasitə müşahidə edilə bilən, dərinliyi 10-15 km-ə qədər olan üst hissəsi ilə əlaqədardır. Bu mənada insanlar Yerə nisbətən kosmik fəzanın daha dərin

hissələrinə nüfuz edə bilmislər.

Hər hansı bir ərazinin geoloji tədqiqi ilk növbədə yer səthində gördüyüümüz və ya süni surətdə açılan (yəni, şurflar, qanovlar, karyerlər və s. yaratmaqla müşahidə edilə bilən) sükurların öyrənilməsi və tutuşdurulması ilə başlanır. Sükurlar həm təbii yatom şəraitində, yəni bilavasitə çöl şəraitində, mədəndə, həm də laboratoriyalarda kimyəvi, optiki və başqa üsullarla öyrənilir. Çöl (ekspedisiya) işləri nəticəsində, adətən, əsas geoloji sənədlər-geoloji xəritələr, profillər və qrafiklər tərtib edilir. Bu geoloji sənədlərə və başqa müşahidələrə istinad edərək müxtəlif faydalı qazıntıların axtarışı və keşfiyyatı məsələləri əsaslandırılır, bu və ya başqa mühəndisi tikinti obyektləri üçün ərazinin yararlı olması haqqında mülahizə yürüdüllür və s. Geoloji xəritə tərtib edilməsi, geoloji planaalma nəticəsində əldə edilən məlumatın daha da dəqiqləşdirilməsi və genişləndirilməsi üçün əl quyuları qazılması və ya başqa qazma işləri aparılması lazımlı gəlir. Bəzən isə bu və ya digər sahənin geoloji quruluşu haqda dəqiq məlumat əldə etmək üçün hətta dərin quyular qazılır. Keçmiş SSRİ-də 1947-ci ildə başlayaraq əsaslandırıcı və parametrik quyular qazılırdı. Bu quyular bütün ölkə ərazisini əhatə etmək şətirlə bir-birindən nisbətən eyni məsafədə qazılır və nəticə etibarilə ölkənin geoloji quruluşu haqqında ümumi məlumat əldə edilirdi. Yeri gəlmışkən qeyd etmək lazımdır ki, mexanikləşdirilmiş üsulla dünyada ilk neft quyu 1847-ci ildə Abşeron yarımadasında Bibiheybət sahəsində qazılmışdır. Amerikalılar bizdən yalnız 12 il sonra (1859-cu ildə) Pensilvaniyada belə bir quyu qaza bilmişlər. Keçmiş SSRİ-də və ABŞ-da artıq 8 km-dən dərin olan quyular qazılmışdır. Avropada da dərinliyi 7 km-dən artıq olan quyular vardır. Hazırda dünyada ən dərin quyu Kola yarımadasında qazılmışdır. Onun dərinliyi 13 km-ə yaxındır. Azərbaycanın Saatlı rayonunda da dərinliyi 15 km-ə qədər olan quyunun qazılması nəzərdə tutulmuşdur. Lakin hələlik bu quyu 8 kilometrdən bir qədər artıq dərinliyə qazılmış və dərinləşdirilməsi dayandırılmışdır. İstər Kola yarımadasındaki, istərsə də Saatlı quyu Yerin dərin qatları haqqında yeni və

maraqlı məlumat əldə edilməsinə imkan yaratmışdır. Bunlardan başqa keçmiş SSRİ ərazisində müxtəlif rayonlarda, o cümlədən Azərbaycan ərazisində, dərinliyi 10-15 km olan bir sıra quyular qazılması nəzərdə tutulmuşdu. Lakin ölkədə baş vermiş hadisələr bu planların yerinə yetirilməsinə mane oldu. Layihə üzrə 10-15 km dərinlikdə quyular dünyanın başqa ölkələrində də qazılmalıdır. Hələlik onu demək lazımdır ki, bu vaxta qədər qazılmış belə quyulardan əldə edilən məlumata görə yer qabığının quruluşu, onu təşkil edən maddə haqqında alımların bu vaxta qədər olan təsəvvürleri dəqiq deyil. Yer qabığının quruluşu bizim düşündüyüümüzdən daha mürəkkəb imiş.

GEOLOJİ TƏDQİQATLARIN İSTİQAMƏTİ

Geoloji tədqiqatlar, ümumiyyətlə, üç əsas istiqamətdə aparılır. Bunlardan birincisi təsviri səciyyə daşıyır və təsviri geologiya sahəsini təşkil edir. Mineralların, sükurların, təsviri layların və intruziv kütlələrin tərkibinin, forma və ölçülərinin, yatım şəraitinin, layların ardıcılığının və s. bir sıra başqa xüsusiyyətlərinin öyrənilib aydınlaşdırılması təsviri geologiyanın əsas vəzifələridir. Yerin siması, onun geoloji quruluşu bütün tarix boyu ardi-arası kəsilmədən dəyişdirilmişdir. Vaxtla dənizlər yerleşən sahələrdə nəhəng dağ silsilələri yüksəlmış, qocaman dağ silsilələri isə yuyulub düzənliyə çevrilmişdir.

Yer qabığı daim hərəkətdədir. Müşahidə edilən sakitlik nisbidir. Dinamiki geologiya yer səthində və *litosfer* adlanan Yer qatının dərinliklərində baş verən müxtəlif geoloji prosesləri və onların evolyusiyasını öyrənir. Geoloji proseslər həm Yerin xaricində hökm sürən amillərin təsirindən, həm də Yerin daxili qüvvələrinin təsirindən baş verir. Belə ki, Günəşin radasiyası, küləyin və yağışının təsiri nəticəsində sükurların pozulub parçalanması, qırıntı və toz halına düşməsi, bu sükur parça və qırıntılarının axar sular, buzlaqlar və başqa geoloji amillərin təsirində yenidən müxtəlif su hövzələrində, çayların

yataqlarında, göllərdə, dəniz və okeanlarda çökməsi və s. - Yerdən xaricdə olan amillərin törətdiyi proseslərdir. Bunlar ekzogen proseslərdir. Ara-sıra Yerin daxili qüvvələri cövlana gəlir, onların təsiri nəticəsində yer qabığının hərəkətləri böyük, gözəl şəhərləri xarabazarlığa çevirən zəlzələlər, dəhşətli vulkan püşkürmələri və onları müşayiət edən hadisələr baş verir. Bu proseslər *endogen proseslər* adlanır. Həmin prosesləri təkcə təbii şəraitdə deyil, eksperimental yolla da öyrənilir. Yerin daxilində hökm sürən qüvvələrin təsirindən baş verən endogen prosesləri kompleks surətdə öyrənmək üçün geonomiya adlanan elm sahəsi yaranmışdır. Geonomiya geofiziki, geokimyəvi və geoloji tədqiqat üsullarının kompleks tətbiqinə əsaslanır.

Geoloji tədqiqatların üçüncü istiqaməti Yerin geoloji keçmişini öyrənib bərpa etməkdən, yəni tarixi geoloji rekonstruksiyalar aparmaqdan ibarətdir. Bu məsələlərlə tarixi geologiya məşğuldur. Tarixi geologiya layların və başqa geoloji cisimlərin yayılması və ardıcılığını, tektonik hərəkətlərin tarixini, tektonik strukturların əmələ gəlməsini və inkişafını, bir sözlə *tektogenez* adlanan hadisələri, metamorfizmi, faydalı qazıntıların əmələ gəlməsi və pozulmasını, dənizlərin transgressiyasını (qurunu basmasını) və regressiyasını (geri çəkilməsini), buzlaşma epoxalarının buzlaqarası epoxaları ilə əvəz olunmasını və s. kimi geoloji proses və hadisələrin baş verdiyi vaxtı, həmin proseslərin ardıcılığını, davametmə müddətini araşdırır. Adları çəkilən məshumlar və terminlər haqda kitabın müvafiq fəsillərində məlumat verilir.

Tədqiqat üsulları müxtəlif olsa da bu üç istiqamət bir-birlə sıx əlaqədardır. Bu və ya başqa geoloji obyektlər hər üç istiqamət baxımından tədqiq edilir, öyrənilir. Geoloji keçmişdə baş vermiş, uzun müddət (milyon illərlə) davam etmiş prosesləri düzgün başa düşmək, onların mahiyyəti, səciyyəsi haqda dəqiq məlumat əldə etmək üçün bu proseslərin süxur və laylarda həkk olmuş izləri (fauna və flora), həmin süxur və layların tərkibi, quruluşu, yatım şəraiti, yer səthinin relyefi və s. ətraflı öyrənilir, müvafiq elmi mülahizələr yürüdülür. Tarixi geoloji tədqiqatlar

zamanı çökkmə süxur laylarının ardıcılığına xüsusi diqqət verilir. Həmin laylar Yerin keçmişinin ayrı-ayrı tarixi səhifələridir. Bu laylarda təpilan bitki və heyvanat qalıqları (fauna və flora) Yerin müxtəlif inkişaf mərhələlərindəki canlılar aləmi haqqında bizə qiymətli məlumat verir. Paleontoloji tədqiqat üsulları elə məhz süxurlarda təpilan daşlaşmış bitki və heyvanat qalıqlarının (fossilllerin) öyrənilməsinə əsaslanır. Bu elmin müxtəlif mühəndisi və məisət tikintisində, kənd təsərrüfatında, hərbi əhəmiyyəti olan axtarışlarda, ümumiyyətlə, yer qabığı ilə bağlı bütün məsələlərin həllində rolu olduqca böyükdür.

Geologiya elmi-geofizika, geokimya, paleontologiya, geomorfologiya, okean geologiyası, qlyasiologiya, astronomiya, iqlimşünaslıq, ümumiyyətlə, Yer haqqında olan bütün başqa elm sahələri ilə sıx əlaqədardır.

Keçmişdə geologianın tərkib hissəsi sayılan müxtəlif sahələr artıq ayrıca elmlərə çevrilmişdir. Qısaca da olsa onları səciyyələndirək.

Mineralogiya təbiətdə baş verən fiziki-kimyəvi proseslər nəticəsində əmələ gələn mineralların fiziki və kimyəvi xassələri, yayılması, təsnifatı, mənşəyi və istifadəsi haqqında elmdir. Mineraloji tədqiqatların bir sahəsi kimi əmələ gəlmış və uzun müddət mineralogiya ilə birgə inkişaf etmiş kristalloqrafiya son zamanlar kristalların atom quruluşunu öyrənməklə əlaqədar olaraq fizikanın bir sahəsinə çevrilməkdədir.

Petroqrafiya süxurların mineralozi və kimyəvi tərkibi, mənşəyi, təsnifatı, yayılması və istifadəsi haqda elmdir.

Çökkmə süxurların tərkibi, quruluşu, strukturu, teksturu və mənşəyindən bəhs edən elm sahəsi *litologiya* adlanır.

Hazırda eksperimental mineralogiya və eksperimental petroqrafiya sahələri yaranmışdır. Bu sahələr laboratoriya şəraitində müxtəlif mineral və süxurların əmələgəlmə yollarını öyrənir.

Tektonika yer qabığının hərəkətlərini və bu hərəkətlər nəticəsində əmələ gələn strukturları öyrənir. Yerin ən böyük strukturlarını, qitələrin və okeanların hərəkətlərini g eotektonika,

Neogen və Antropogen dövrlərinin tektonikasını isə neotektonika öyrənir. Qeyd edək ki, neotektonik və ya geoloji mənada ən yeni hərəkətlərə bəziləri Yura dövründə başlanan, başqları Oliqosendə və ya Miosendə baş verən hərəkətləri də aid edirlər.

Struktur geologiya geotektonikanın bir sahəsi olub, geoloji cisimlərin yatım şəraitini, onların formalarını, qırışılıqlıq, qırılma, maqmatogen tektonik pozulmaları, tektonik pozulmaları, tektonik formaların təsnifatını öyrənir. Axtarış və kəşfiyyat işlərində böyük əhəmiyyəti var.

Eksperimental tektonika tektonik proseslərin mənşəyini (məsələn, qırışqların əmələ gəlməsini) modellər üzərində öyrənməklə məşğuldur.

Vulkanologiya vulkanizm proseslərini, seysmologiya isə zəlzələlər və onları müşayiət edən prosesləri öyrənir.

Tarixi geologiya çökəmə sūxur qatlarında olan izlər əsasında (fauna və floraya əsasən) və başqa dəlillərə görə yer qəbişi əmələ gələndən indiyə qədər Yerin tarixini, geoloji keçmişdə baş vermiş hadisələri və onların ardıcılığını öyrənib, bərpa etməklə məşğul olan elmdir.

Stratiqrafiya çökəmə sūxurlar qatında layların ardıcılığını öyrənir.

Paleocoğrafiya geoloji məlumat əsasında qədim geoloji dövrlərin fiziki-coğrafi şəraitini bərpa edir. Dördüncü dövrün (Antropogen) geoloji tarixini və çöküntülərini Dördüncü dövr geologiyasını öyrənir. Tətbiq olunan tədqiqat üsullarının xüsusiyyətlərinə görə Dördüncü dövr geologiyası xüsusi bir sahəyə çevrilmişdir. Nəhayət, əməli əhəmiyyəti olan geologiya sahələrini - faydalı qazıntı yataqları geologiyasını göstərmək olar ki, buraya da filiz, kömür, neft və qaz yataqları geologiyası və s. daxildir.

Hidrogeologiya yeraltı sular, onların mənşəyi, yatım şəraiti, hərəkətətmə qanunları, tərkibləri, təsərrüfat əhəmiyyəti və s. haqda elmdir. Hidrogeologiyadan müxtəlif sahələri var: neft hidrogeologiyası, meliorasiya hidrogeologiyası və s.

Mühəndisi geologiya insanın mühəndisi fəaliyyəti ilə

əlaqədar olaraq yer qabığının üst horizontlarının geoloji şəraitini və dinamikasını öyrənir. Mühəndisi geoloji tədqiqatlar əsasında müxtəlif binaların bünövrələrinin, su hövzələrinin, başqa tikintilərin, qurğuların davamlılığı hesablanır. Seysmik fəal zonalarda belə tədqiqatlar xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Hərbi geologiya hərbi işlərlə əlaqədar axtarışlarda geologiyanın tətbiqi ilə məşğuldur.

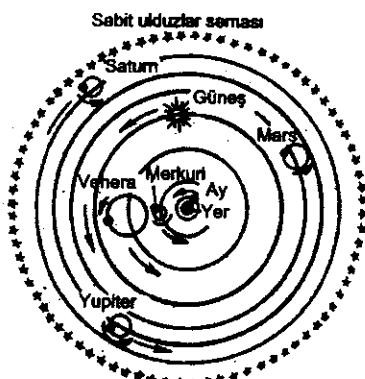
Hazırda tədqiqat üsullarına və əhəmiyyətinə görə dəniz geologiyası geoloji fənlər içərisində xüsusi yer tutur. Bu sahə dəniz və okeanların geoloji quruluşunu və təbii sərvətlərini öyrənməklə məşğuldur.

Adları çəkilənlərdən başqa geologiya elminin daha bir sıra sahələri vardır. Bunlardan analitik və ya riyazi geologiyani, regional geologiyani, şaxta və mədən geologiyasını, petrokimyani, petrofizikanı, petrotektonikanı, paleomaqnetizmi, nüvə geologiyası və onun bir hissəsi olan izotoplар geologiyasını, iqtisadi geologiyani, AY geologiyasını və s. göstərmək olar. Elmlərin davam edən diferensiasiyası və müxtəlif qonşu elmlər arasında yaranan əlaqə gələcəkdə də geologiya elmində bəzi yeni sahələrin yaranmasına səbəb olacaqdır.

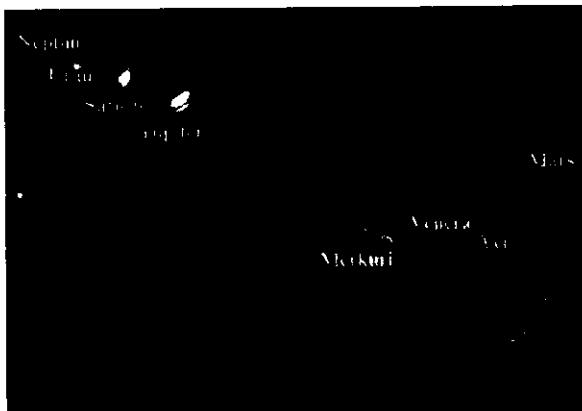
IKINCI FƏSİL

GÜNƏŞ SİSTEMİ

(Yer kürəsinin fəzada mövqeyi haqqında qədim Yunan astronomu Klavdiy Ptolomeyin geosentrik sistemi, demək olar ki, 15 əsrə qədər böyük bir müddət ərzində hökm sürmüdüdür.) O zaman belə güman edilirdi ki, Yer kainatın mərkəzində, Günəş, planetlər, başqa fəza cisimləri isə onun ətrafında fırlanır (şəkil 1). Yalnız 1543-cü ildə Polşa alimi Nikolay Kopernikin ölümü ərəfəsində onun əsəri çap olundu və sübut elildi ki, Xristian kilsəsinin uzun müddət müdafiə etdiyi geosentrik sistem səhvdir və planet (səyyarə) sisteminin mərkəzində Yer yox, Günəş yerləşir) Aydın oldu ki, Yer kürəsi Günəş sisteminin və ya başqa sözlə desək, Günəşin ailəsinin bir üzvüdür. Günəş sistemi isə bir planet sistemidir. Bu planet sistemini Günəş və Yerdən başqa daha 7 böyük planet: Merkuri (Utarid), Venera (Zöhrə, Nahid), Mars (Mərrix), Yupiter (Müştəri), Saturn (Zühəl), Uran, Neptun daxildir və bu planetlər Günəş ətrafında fırlanır (şəkil 2,3).

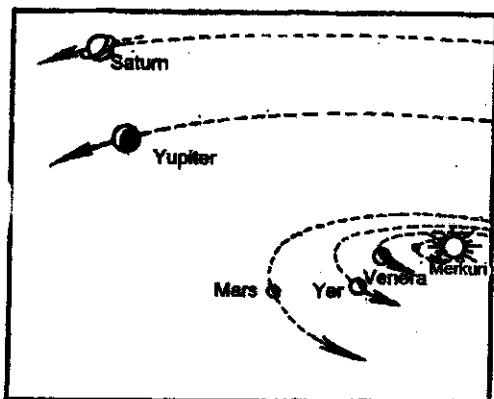


Şəkil 1. K. Ptolomeyin geosentrik sistemini görə Günəşin, Yer kürəsinin, başqa səyyarələrin fəzada mövqeyi



Səkil 2. Günsəs sistemi

(Kopernikin təsvir etdiyi bu planet sisteminiə *heliosentrik sistem* adı verilmişdir. Katolik kilsəsi Kopernikin heliosentrik sistem təsvir edilən və 1543-cü ildə nəşr olunmuş "Səma sferlərinin dövr etməsi" adlanan əsərini uzun müddət (1616-cı ildən 1828-ci ilə qədər) qadağan etmişdi. Bu sistemə görə Günsəsə ən yaxın olan planet Merkuri, ən uzaq olanı isə Neptundur. Günsəs sisteminiə daxil olan planetlərin ən böyüyü Jupiter (Müştəri), ən parlağı isə Veneradır (Zöhrə).) Bu planetlərin hamısı Günsəs ətrafında qərbədən şərqə tərəf hərəkət edir. Ancaq planetlərin hərəkət orbitlərinin müxtəlif olmasına və G ünəsdən müxtəlif məsafələrdə hərəkət etdiklərinə görə, onun ətrafında tam dövretmə müddəti də müxtəlifdir. Belə ki, Yer kürəsi saniyədə 30 km sürətlə (daha dəqiq desək 29,765 km) hərəkət etməklə 365 gün 5 saat 48 dəqiqə 11 saniyə ərzində, yəni bir il ərzində, Günsəs ətrafında tam bir dövr edir.) Jupiterin tam dövrü 11,86 ilə, Saturnunki- 29,46 ilə başa çatır. Planetlər Günsəs ətrafında dolanmaqla bərabər öz xəyalı oxları ətrafında da firlanır. Belə ki, Yerin öz oxu ətrafında firlanması gecə və gündüzü, onun Günsəs ətrafında dolanması, Yerin firlanma oxunun onun



Səkil 3. Planetlərin Güneş ətrafında hərəkət orbitləri

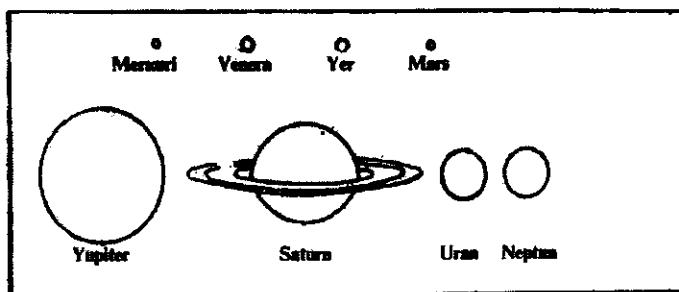
Günəşətrafi orbit müstəvisinə maili olması və bəzi başqa amillər fəsilləri şərtləndirir. Yer öz hərəkət orbitinin periheli yaxınlığında olduqda şimal yarımkürədə qış, afelisi yaxınlığında olduqda isə yay fəsli olur.

Günəş sistemində daxil olan planetlərin əksəriyyətinin daim hərəkətdə olan bir və ya bir neçə peyki vardır. Yer kürəsinin yalnız 1 peyki vardır; o, yerdən 384400 km məsafədə olan Aydır. Yer ilə Günəşin arasındaki orta məsafə isə 149,6 mln. kilometrdir. Bu məsafəyə *astronomik vahid* adı verilmiş və a.v. hərfləri ilə işarə edilir. Günəşə ən yaxın planet - Merkuri ondan 58 mln. km məsafədədir. Əlbəttə, bu rəqəm orta məsafəni göstərir. Günəş sisteminin sonuncu (yəni Günəşdən ən uzaq məsafədəki) planeti Neptun olur. Məsələn, 1979-cu il yanvarın 22-də sonuncu planet Neptun olmuş və bu vəziyyət 2009-cu ilədək davam edəcəkdir. Maraqlıdır ki, ABŞ-nın 1977-ci ilin sentyabrında buraxılan "Voyager-2" kosmik gəmisi 1989-cu ilin avqustunda Günəş sisteminin ən uzaqda olan planetinin yanından ötüb, bu sistemi tərk etmişdir. Beləliklə, Günəş sisteminin ən uzaq planetlərinə uçmaq üçün on iki ildən də az vaxt lazımdır. Deməli, insanın başqa planetlərə səyahəti artıq əfsanə deyil.

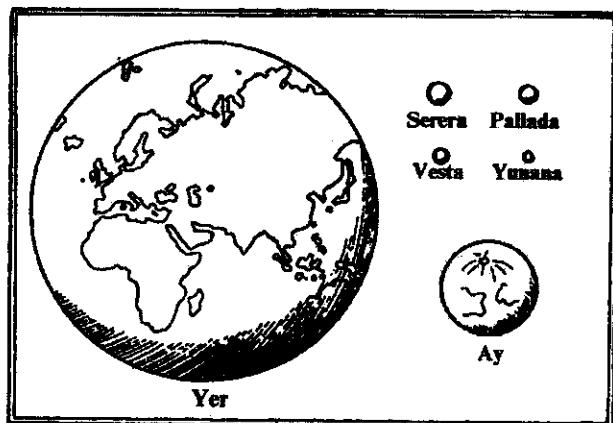
Bəzi tədqiqatçılar güman edir ki, Ay Yer kürəsinin Sakit okean sahəsindən ayrılmış və orada həyat yoxdur. Ayın Yer kürəsindən ayrılması məsəlesi hələ aydın deyil, ancaq orada həyatın olmamasını Amerika kosmonavtı Armstrongun 1969-cu il iyulun 21-də Aya səyahəti də sübut etdi (şəkil 4).

Günəş sisteminin başqa planetlərində də həyatın olub-olmaması haqda dəqiq söz söyləmək hələlik mümkün deyil. Təkcə Mars (Mərrix) planetində həyatın varlığı barədə müxtəlif fikirlər cərəyan edir. Belə ki, bəzi tədqiqatçılar güman edir ki, Mərrixdə həyat vardır, bəziləri isə bu "qırmızı səyyarə" də həyat yoxdur - deyirlər. Nəhayət, bəzilərinin fikrincə bu planetdə həyat yalnız ibtidai haldadır, yəni yalnız bakteriyalardan ibarətdir. Alımlar bu maraqlı problemlə ciddi məşğuldurlar. 1990-cı ilin oktyabr ayında ABŞ-in Florida ştatında bu məsələyə həsr olunmuş beynəlxalq müşavirə keçirilmişdir.

Günəş sisteminin ən böyük planeti olan Yupiterin-12, Saturnun-9, Marsın-2 (Fobos, Deymos), Neptunun-2 peyki var. Ən kiçik planetlər-Merkuri və Venera peyksizdir. Günəş sistemində planetlər və onların peyklerindən başqa, xeyli kiçik planetlər - asteroidlər, kometlər və meteor maddəsi (planetlərarası toz) daxildir (şəkil 5, 6). Kiçik planetlərdən ən məşhurları Serera, Pallada, Vesta, Yunona, Eros (Erot), Amur,



Şəkil 4. Günəş sistemində daxil olan planetlərin nisbi ölçüləri



*Səkil 5. Yer kürəsi, Ay və dörd asteroidin nisbi ölçüləri
(E.S.Krinovun kitabından)*



Səkil 6. Saturn planetinin güclü teleskopda görünüşü

İkar və başqalarıdır. Günəş sisteminin əsas üzvləri və onları səciyyələndirən bir sıra kəmiyyətlər 1-ci cədveldə verilir. Günəş və Günəş sisteminə daxil olan planetlərin və başqa səma cisimlərinin bir neçə əsas parametrləri 2, 3, 4, 5 və 6-ci

cədvəllərdə verilmişdir.

Günəş sisteminin bütünlükə və bu sistemə daxil olan ayrı-ayrı planetlərin əmələ gəlməsi məsələsi çox maraqlı, çətin və bu vaxta qədər həll olunmamış bir problem kimi qalır. Bu haqda irəli sürülen müxtəlif elmi fərziyyələr və nəzəriyyələrlə yanaşı, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, əfsanəvi fikirlər də çoxdur.

Müasir təbiətşünaslığın, astronomianın və başqa əlaqədar elm sahələrinin bu mübahisəli problemi ilə məşğul olan bəzi alımlar hakim siniflərin əqidəsinə zidd fikirlər söylədikləri üçün qəddarcasına təqib olunmuş, Cordano Bruno odda yandırılmışdır. Günəş sisteminin əmələ gəlməsi haqda olan fərziyyə və mülahizələrə keçməzdən əvvəl, bu sistemə və ümumiyyətlə, kainata aid bəzi məlumatlarla tanış olmaq vacibdir.

Kainat sonsuzdur. Günəş sistemi nəhəng Kəhkəşən yolunda - bu böyük ulduzlar aləmində, sanki bir kiçicik adadır. Günəş öz ekliptikası (yəni ulduzlar arasından keçən hərəkət yolu) boyunca hərəkət edərkən Qoç, Buğa, Əkizlər, Xərcəng, Şir, Qız, Tərəzi, Əqrəb, Oxatan, Oğlaq, Dolça və Balıqlar kimi əsasən heyvan adları daşıyan və *zodiak bürcləri* adlanan 12 bürcdən keçir. Daim hərəkətdə olan Günəş bu bürclərin hərəsini təxminən bir aya keçir. Günəşlə birgə bu sistemə daxil olan planetlər, o cümlədən Yer də daim hərəkətdədir. Eyni zamanda Yer öz oxu ətrafında firlandığı üçün onun gah bir üzü, gah o biri üzü Günəşə tərəf olur, bunun nəticəsində gecə və gündüz yaranır. Fəsillər isə (Yerin Günəş ətrafında dolanması və fəzada Yer oxunun Günəşə görə mövqeyinin dəyişməsi ilə əlaqədardır. 7-ci şəkildən göründüyü kimi Yerin fırlanma oxunun istiqaməti daim sabitdir. Lakin Yer öz hərəkət orbitinin müxtəlif nöqtələrində olanda, Günəş şüaları onun üzərinə gah çox, gah az, gah yaxından, gah da nisbatən uzaqdan düşür, gah az meyilli, gah xeyli iti bucaq təşkil edir. Bununla əlaqədar olaraq gah şimal yarımkürəsi, gah da cənub yarımkürəsi isti olur. Şimal yarımkürəsində yay olanda cənub yarımkürəsində qış və əksinə olur.

Günəş sistemini səciyyələndirən əsas kəmiyyətlər

Cədvəl 1.

Planetler	Radiusu, km	Həcmi (Ver-1)	Süxhğı, φ/sm^3	Günəş qədər orta mənzifə (astron. vahid-rı)	Orta həssabla Günəş ətrafında hərəkət müraciəti, ll	Hərəkət sürəti, km/sən	Öz oxu ətrafında sırfəsi müraciəti, saat	Peykərin sayı	Kütləsi, kq
Merkuri	2439	0,066	5,42	0,387	0,24	47,89	58,65 sutka	-	$3,302 \cdot 10^{23}$
Venera	6052	0,970	5,27	0,723	0,62	35,03	243,01 sutka	-	$4,871 \cdot 10^{24}$
Yer	6371,032 (orta) 6378,160 (ekvat) 6356,777 (gütb)	1,0	5,52	1,000	1,00	29,765	23,93 saat	1	$5,975 \cdot 10^{24}$
Mars	3398	0,155	3,94	1,524	1,88	24,13	24,62 saat	2	$6,421 \cdot 10^{23}$
Aste- roidlər	1-1000	-	-	6,4					Yerin 1/1500 hissəsi, Ayın 1/20 hissəsi,
Yupiter	71398	1344,8	1,314	5,203	11,86	13,06	9,841 saat	12	$1,90 \cdot 10^{27}$
Saturn	60330	760	0,69	9,554	29,46	9,64	10,233 saat	9	$5,68 \cdot 10^{26}$
Uran	25400	70	(1,19)	19,218	84,01	6,81	15,5 saat	5	$8,70 \cdot 10^{25}$
Neptun	24300	58	1,66	30,109	164,79	5,43	(15,8) saat	2	$1,03 \cdot 10^{26}$

Qeyd: Mötərizədə təxminini rəqəmlər.

Öz illik hərəkətində Günəş göy ekvatorunu kəsib, dünyanın cənub yarımkürəsində şimal yarımkürəsinə keçəndə yaz bərabərliyi müşahidə edilir, yəni Yer kürəsinin hər yerində gecə gündüzə bərabər olur. Bu, martın 21-nə, bəzən isə 20-nə düşür və astronomik yazın başlangıcı sayılır. Bu zaman Günəş Balıqlar bürcünə daxil olur. İyunun 22-də Günəş Əkizlər

Günəş haqqında məlumat

Cədvəl 2.

Yerə qədər məsafə - 149504000 ± 17000 km.

Radiusu - $6,96 \times 10^{10}$ sm (Yerin ekvator radiusundan 109 dəfə böyükdür)

Səthi - 609×10^{10} km² (yer səthindən 11900 dəfə artıqdır).

Həcmi - 1412×10^{15} km³.

Kütlesi - $1,99 \times 10^{33}$ (330 000 dəfə Yerdən çoxdur, Günəş sisteminə daxil olan fəza cisimlərinin ümumi kütłəsinin 99,866 %-ni təşkil edir)

Orta sıxlığı - $1,41 \text{ g/sm}^3$ (Yerin sıxlığının 0,256 hissəsi qədər)

Orta fırlanma dövrü - 25,38 sutka

Radiasiya qüvvəsi - $3,86 \times 10^{26}$ Vt

Temperaturu - səthində 5780 K, mərkəzində (gülman edilir) $1,6 \times 10^7$ K.

Daxili enerji mənbəyi - hidrogenin heliuma çevrilmə termonüvə reaksiyaları

Qalaktikanın mərkəzinə qədər məsafə - 26000 şua ili.

Əhatə olunduğu ulduzlara nisbətən hərəkət sürəti - 19,5 km/san (herkules bürücü istiqamətində).

Qalaktikanın mərkəzi ətrafında hərəkət sürəti - 250 km/san

Qalaktikanın mərkəzi ətrafında dolanma dövrü - $1,8 \times 10^8$ il.

Günəş sisteminin daxili planetlərinin və asteroidlərin səciyyəsi

Cədvəl 3.

Parametrlər	Merkuri	Venera	Yer	Mars	Asteroidlər
Radiusu, km	2439	6052	6371	3398	1-1000
Həcmi (Yer=1)	0,066	0,970	1,0	0,115	-
Sıxlığı, g/sm ³	5,42	5,25	5,52	3,94	-
Günəşə qədər orta məsafə (astronomik vahidlərlə)	0,387	0,723	1,000	1,524	
Orta hesabla					
Günəş ətrafında; hərəkət müddəti, il	0,24	0,62	1,00	1,88	6,4
Hərəkət sürəti, km/san	47,89	35,03	29,765		24,13
Öz oxu ətrafında fırlanma müddəti	58,65 sutka	243,01 sutka	23,93 saat	24,62 saat	
Peyklərin sayı	-	-	1	2	
Kütla, kq	$3,302 \times 10^{23}$	$4,871 \times 10^{24}$	$5,975 \times 10^{24}$	$6,421 \times 10^{23}$	Yerin 1/1500 Aym 1/20 hissəsi

Günəş sisteminin xarici planetlərinin səciyyəsi

Cədvəl 4.

Parametrlər	Yupiter	Saturn	Uran	Neptun
Radiusu, km	713998	60330	25400	24300
Həcmi (Yer=1)	1344,8	760	70	58
Sixlığı, q/sm ³	1,314	0,68	(1,19)	1,66
Günəşə qədər orta məsafə (astronomik vahidlərlə)	5,203	9,554	19,218	30,109
Orta hesabla Günəş ətrafında hərəkət müddəti, il	11,86	29,46	84,01	164,79
Hərəkət sürtü, km/san	13,06	9,54	6,81	5,43
Öz oxu ətrafında fırlanma müddəti, saat	9,841	10,233	15,5	(15,8)
Peyklərin sayı	15	16	5	2
Kütlesi, kq	$1,90 \cdot 10^{27}$	$5,68 \cdot 10^{26}$	$8,70 \cdot 10^{25}$	$1,03 \cdot 10^{26}$

Qeyd: Mötərizədə təxminini rəqəmlər göstərilmişdir

Günəş sisteminin daxili planetlərinin və Ayın bəzi parametrləri

Cədvəl 5.

Parametrlər	Merkuri	Venera	Yer	Mars	Ay
Kütłə (Yer=1)	0,0558	0,8150	1,0000	0,1074	0,01230
Kütłə, kq	$3,302 \cdot 10^{23}$	$4,871 \cdot 10^{24}$	$5,975 \cdot 10^{24}$	$6,421 \cdot 10^{23}$	$7,350 \cdot 10^{22}$
Ekvator radiu- su (Yer=1)	0,387	0,049	1,000	0,532	0,2725
Ekvator ra- diusu, km	2439	6052	6378	3398	1738
Orta sixlığı, q/sm ³	5,42	5,25	5,52	3,94	3,34

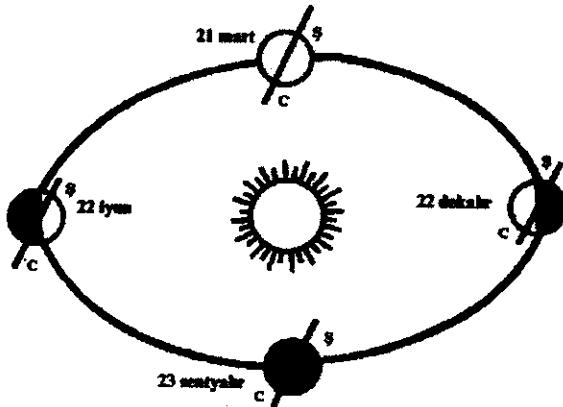
Günəş sisteminin xarici planetlərinin bəzi parametrləri

Cədvəl 6.

Parametrlər	Yupiter	Saturn	Uran	Neptun
Kütla (Yer=1)	317,893	95,147	14,54	17^23
Kutla, kq	$1,900 \cdot 10^{27}$	$5,688 \cdot 10^{26}$	$6,70 \cdot 10^{25}$	$1,030 \cdot 10^{26}$
Ekvator radiüsü (Yer=1)	11,17	9,44"	4,10	3,88
Ekvator radiüsü, km	71398	60330	25400	24300
Orta sıxlıq, q/sm ³	1,314	0,69	(1D9)	1,66

büründə olanda astronomik yay başlanır və Yerin şimal yarımkürəsində ən uzun gündüz və ən qısa gecə olur. Buna yay *Günəşduruşu* deyilir. Sentyabrın 23-də Günəş Qız bürcündə olanda gecə və gündüz yenidən bərabərleşir, astronomik payız başlanır; buna *payız bərabərliyi* deyilir. Bu zaman Günəş yenidən dünyanın şimal yarımkürəsindən keçir. Dekabrin 22-də Günəş Oxatan bürcündə olur, astronomik qış başlanır, ən uzun gecə, ən qısa gün olur ki, bu da *qış Günəşduruşu* adlanır.)

Günəş sistemi də bizim *Qalaktikamız* adlanan ulduzlar aləminə daxildir. Bizim Qalaktika *Qalaktik tac* adlanan geniş qaz mühiti içərisində yerləşir; bəzi məlumatlara görə orada 100 mlrd.-dan artıq, bəzilərinə görə təxminən 1 mlrd.-a qədər ulduz vardır. Ucsuz-bucaqsız kainatda bizim Qalaktikamız özü də daha nəhəng ulduzlar aləminin sıravi bir üzvüdür (şəkil 8). Belə Qalaktikalar olduqca çoxdur. Bizim Qalaktikamıza oxşar nəhəng ulduz sistemləri - başqa Qalaktikalar, fotosəkildə dumanlığı xatırlatdıqları üçün onlara *Qalaktikadan kənar dumanlıqlar* da deyilir. Kainatın ancaq bir hissəsi olan Metaqalaktikada bir neçə mlrd. Qalaktika var. Bizim Qalaktikaya ən yaxın olan Böyük və Kiçik Magellan Qalaktikası 1 min işiq ili məsafədədir. Güclü teleskoplarda bir neçə milyard işiq ili məsafədə olan Qalaktikalar da müşahidə olunur. Bizim Günəş sistemi daxil olan Qalaktikanın ölçüləri haqqında təsəvvür yaratmaq üçün Günəşin Qalaktikanın



Şəkil 7. İlin müxtəlif fasillərində Yerin oxunun Günəşə görə mövqeyi



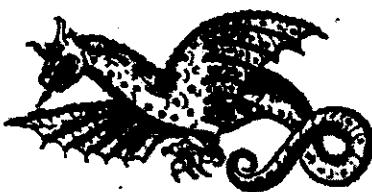
Şəkil 8. Şəpsil-Eyms kataloquna görə fəzada qalaktikaların paylanması (hər nöqtə qalaktikadır)

mərkəzindən 26 min şüa ili (ışiq ili) məsafədə olmasını göstərmək kifayətdir. Müqayisə üçün onu da qeyd edək ki, 300 min km/san sürətlə yayılan ışiq şüası Günəşdən Yer kürəsinə qədər olan 149,6 mln.km-ə yaxın məsafəni cəmi 8 dəq 18 san-yə keçir. Qalaktikanın mərkəzi ərafında bir dövr etmək üçün 180

mln. ildən artıq vaxt tələb olunur. Günəşin qalaktik mərkəz ətrafında bir tam dövr muddətinə *kosmik il* deyilir. İnsan kainatın sonsuzluğununu düşündükcə heyrətə gəlir. Bizim Qalaktikanın yəni Kəhəşan yolu ulduzlarının kütləsi təxminən 10^{11} Günəş kütləsi qədərdir.

Ulduzlar aləmində, planetlər sistemlərində özünəməxsus yer tutan və insanları ən çox maraqlandıran Yer kürəsi haqqında müxtəlif xalqlar cürbəcür maraqlı mülahizələr irəli sürmiş, əfsanələr yaratmışlar (Şəkil 9.)

Dini təlimə və eramızdan əvvəl VIII əsrden eramızın II əsrinə qədər bir dövrə aid olan yəhudü və xristian dinlərinin müqəddəs kitabı sayılan Bibliya rəvayətlərinə görə Allah-taala Yeri və Goyü altı gün ərzində yaratmış, yeddinci gün öz yaratdıqlarına baxıb istirahət etmişdir. Güya birinci gün Allah Yeri və Goyü yaratmışdır. Bu zaman Yer su içərisində bütünlükə zülmətə qərq olmuş halda imiş. Sonra Allah-taala işığı yaradır və görür ki, işiq zülmətdən yaxşıdır. Onda işıqla qaranlığı bir-birindən ayırr, beləliklə də gecə-gündüzü əmələ getirir. İkinci gün Allah göy qurşağı - asimanı yaradır. Bu vaxt Yer kürəsi hələ suya qərq olmuş halda idi, göydə isə rəngarəng qüdrətli buludlar və duman hökm süründü. Allahın qüdrəti və onun hökmü ilə Yeri bürüyen su çökəklik olan bir yerə toplanır və dənizə çevrilir. Məhz bundan sonra Yer suyun altından çıxır. Üçüncü gün hər şeyə qadir olan Allah hökm edir ki, Yerdə çoxlu toxumlu bitkilər və cürbəcür meyvə ağacıları bitsin. Dördüncü gün Allah iki işiq mənbəyi yaradır: biri gündüzlər dünyani işıqlandıran - Günəş, o biri isə gecənin zülmətini yaran Aydır. Bu iki fəza cisminin yaranması təkcə gecə və gündüzü deyil, ayları, fəsilləri bir-birindən ayırmak, onları hesablamak üçün də zəruridir. Eyni zamanda Allah Göydə xeyli ulduz yerləşdirib ucsuz-bucaqsız



Şəkil 9. Çinlilərin yaratdığı əjdaha obrazı (B.Rujička və K.Dittlerin kitabından)

ulduzlar aləmi, sonsuz Kainatı yaratdı. Beşinci gün Allahın hökmü ilə dənizdə canlılar aləmi yarandı, quruda isə quşlar pərvaz etməyə başladılar. Altıncı gün yenə də Allahın hökmü ilə quruda mal-qara, başqa heyvanlar və sürünen həşərat yarandı. Allah-taala həmin gün ən axırda dünyada hökm sürmək üçün bütün yaranmışların cövhəri olan, öz şüuru ilə başqa canlılardan fərqlənən insanı yaratdı. Yedinci gün Allah öz ağır zəhmətinin bəhrəsinə tamaşa edib, istirahət etdi, dincəldi. Buna görə də həftənin yeddinci günü Allahın hökmü ilə həmişəlik istirahət günü, bayram günü oldu.

Dini təlimə görə Şərqdə yerləşən məhsuldar bir düzənlilikdə şairanə xilqət kimi heç yerdə misli-bərabəri olmayan cənnət bağı vardı. Allah-taalanın hökmü ilə Adəm həmin cənnət bağında məskən salır, bağa qulluq edir, onu gündən-günə gözəlləşdirib qoruyur. Burada hər cür dadlı meyvə ağacları ilə bərabər bağın tam ortasında iki əsrarəngiz ağaç vardı, biri həyat ağacı, o biri xeyirlə şəri dərkətmə ağaçtı idi. Cənnət bağında çox zaman sakit, ara-sıra isə çağlayıb axan çay, cənnət hündüdündən çıxan yerdə dörd qola ayrıılırdı. Bu qollar dünyanın dörd böyük və məşhur çayının başlanğıcı idi.

Allah Adəmə xeyirlə şəri dərkətmə ağaçının meyvəsindən başqa hər cür meyvə yeməyə icazə vermişdi. Bu ağaçın meyvəsindən yeməyi dənə-dənə, ölüm qorxusu ilə qadağan etmişdi.

Adəmin darıxdığını görən Allah-taala bir gün onu dərin yuxuya verib bir qabırğasını çıxarıb ondan bir qadın (Həvvani) yaradır (Şəkil 9, a). Bundan sonra onlar izdivac edib şən və xoşbəxt yaşayırlar. Ancaq bu xoşbəxtlik çox davam etmir. Günlərin bir günü Həvvə cənnət bağında gəzərkən ilanla qarşılaşır. İlan hal-əhval tutandan sonra Həvvadan soruşur: nə üçün Allah xeyir və şər ağaçının meyvəsini yeməyi sizə qadağan etmişdir?

Həvvə cavab verir: ölməmək üçün.

Heyvanların ən riyakarı olan ilan Həvvani inandırır ki, siz onsuz da heç vaxt ölməyəcəksiniz. Allah bu meyvəni yeməyi



*Şekil 9 a. Adəmin qaburğasından Həvvanın yaranması
(12-ci əsrə aid mozaika)*

sizə qəsdən qadağan edib ki, siz dünyadan bixəbər qalasınız. Onu yeyənin gözü açılır, hər şeyi yaxşı başa düşür, xeyri-şerdən ayıra bilir. Bu isə Allahın xeyrinə deyil.

Beləliklə, ilan Həvvani yoldan çıxarır; o, özünü saxlaya bilməyib qadağan olunmuş meyvədən yeyir. Həvva ərini də həmin meyvədən yeməyə sövq edir. Bundan sonra onların gözlərindən pərdə götürülür, görürlər ki, lütdürlər. Lüt-üryan olmalarından utanıb, bədənlərinin bəzi yerlərini əncir ağacının yarpaqları ilə örtürər.

Bir gün Allah-taala Cənnətdə gəzərkən Adəm və Həvvani görmür. Onları səsləyir. Ağaclar arasında gizlənmiş Adəm deyir:

Allah-taala həzrətləri, ey böyük yaradan! Sənin ayaq səsini eşidib, gizləndim ki, məni görməyəsən, mən lütəm.

Allah-taala Adəmdən soruşur:

Kim sənə dedi ki, sən lütsən? Bəlkə mənim qadağan etdiyim ağacın meyvəsindən yeyibsən?

Adəm həmin meyvədən yediyini boynuna alır və Həvvanın günahkar olduğunu bildirir. Həvva isə bu qəbahətdə ilanı təqsirləndirir. Bu əhvalatdan sonra Allahın ilana qəzəbi tutur, onu həmişəlik sürünməyə məhkum edir. Bundan sonra Allah istəmir

ki, Adəm və Həvvə cənnətdə qalıb həyat ağacının dadlı meyvəsindən yeyib, əbədiyyətə qovuşsunlar; onlara heyvan dərisindən paltar geyindirib, cənnətdən qovur. Cənnətin qapısını qorumağı isə əlində odlu qılinc olan baş məlakəyə tapşırır. Həvvə bundan sonra Allahın hökmü ilə əzab içində uşaq doğmağa və ərinə tabe olmağa məhkum edilir.

Böyük mütəfəkkir şairimiz H.Cavid "Şeyx Sənan" əsərində bu haqda belə yazır:

Öncə Həvvə, o möhtəris nənəmiz,
İşləyib bir cinayət, açdı bir iz
Bizi qovdurdú bağı-Cənnətdən,
Qıldı məhrum gürbi rəhmətdən.

Adəm və Həvvanın cənnətdə ikən qadağan olunmuş meyvəni yeməkləri haqda Qurani-Kərimin əl-Əraf surəsində deyilir:

"19. Ey Adəm! Sən zövcənlə birlikdə Cənnətdə sakın ol. Hər ikiniz istədiyiniz yerdən [Cənnət meyvələrini dərib] yeyin, ancaq bu ağaca [buğdaya və ya üzüm tənəyinə] yaxınlaşmayın, yoxsa özünüzə zülm edənlərdən olarsınız!

20. Şeytan Adəmin və Həvvanın örtülü ayıb [övrət] yerlərini özlərinə göstərmək məqsədilə piçildiyib dedi: "Rəbbiniz Sizə bu ağacı yalnız mələk olmamağınız və ya [Cənnətdə] əbədi qalmamağınız üçün qadağan etmişdir".

21. Həm də onlara: "Mən, əlbəttə, Sizin xeyirxah məsləhətçilərinizdənəm", - deyə and içdi.

22. Beləliklə, Şeytan onları batıl sözlərlə aldatdı [onları aldadaraq uca yerlərdən, yüksək mərtəbələrdən aşağı endirdi]. Adəm və Həvvə ağacın meyvəsindən dadlıqda ayıb yerləri gözlərinə göründü. Onlar Cənnət [ağaclarının] yarpaqlarından [dərib] ayıb yerlərinin üstünü örtməyə başladılar. Rəbbi onlara müraciət edib buyurdu: "Məgər Sizə bu ağaca [yaxınlaşmağı] qadağan etməmişdimmi? Şeytan Sizin aşkar düşməninizdir, deməmişdimmi?"

23. Adəm və Həvvə: "Ey Rəbbimiz! Biz özümüzə zülm etdik. Əgər bizi bağışlamasan və mərhəmət eləməsən, biz, şübhəsiz ki, ziyan uğrayanlardan olarıq!" - dedilər.

24. Allah buyurdu: "Bir-birinə düşmən olaraq [Cənnətdən] yer üzünə enin. Yerdə Sizin üçün bir müddət [əcəliniz çatana qədər] sığınacaq və dolanacaq [yaşayış vasitələri] vardır".

25. Allah buyurdu: "Orada yaşayacaq, orada ölücək və oradan [dirilib] çıxarılaçaqsınız!".

Qeyd etməli ki, Məhəmməd Peyğəmbərin təsvir etdiyi Cənnət xristian Cənnətindən öz huriləri ilə fərqlənir. Bu isə, yəni Cənnətdə hurilərin olması, xristianların fikrincə islam dininin qüsürudur.

Kainatın və insanın yaranması haqda Qurani-Kərimin bəzi surələrində də hətta müasir elmdə səslənən kəlamlar vardır. Əl-Furqan surəsində deyilir ki, Allah göyləri, yeri və onların arasında nə varsa altı gün müddətində yaratdı, böyük və ali ərşin tədbirinə qəsd etdi, göylərdə bürclər müqərrər etdi, işığı Gün çərəğinin yaradı, nüfuzunu Ayı qərar verdi, gecə və gündüzü bir-birinin da-lınca gətirdi.

İnsanın yaranması haqda əl-Muminun surəsində deyilir:

12. Biz, həqiqətən, insanı tərtəmiz [süzülmüş] palçıqdan yaratdıq. [Biz Adəmi torpaqdan, Adəm övladını isə süzülmüş xalis palçıqdan-nütfədən xəlq etdik].

13. Sonra onu [Adəm övladını] nüftə halında möhkəm bir yerdə [ana bətmində] yerləşdirdik.

14. Sonra nüftəni laxtalanmış qana çevirdik, sonra laxtalanmış qanı bir parça ət etdik, sonra o bir parça əti sümüklərə döndərdik, sonra sümükləri ətlə örtdük və daha sonra onu yeni bir məxluq olaraq yaratdıq. Yarananların ən gözəli olan Allah nə qədər uca, nə qədər uludur.

Müxtəlif xalqlar Yerin əmələ gəlməsi, onun fəzada mövqeyi haqda bir çox əfsanələr yaradmışlar. Bir qədim əfsanəyə görə Yer kürəsi böyük mifik bir öküzün buynuzları üstündə

dayanır. Hər ilin axırında öküz yorulur, Yer kürəsini bir buynuzundan o biri buynuzu üzərinə atır. Bundan sonra yeni il başlanır. Öküzün tərpənməsi həm də dünyanın bəzi ölkələrində zəlzələlərə səbəb olur.

Bir Yapon əfsanəsində belə deyilir: əvvəller zülmət və işiq vəhdət təşkil edirmiş. Zaman keçdikcə işiq zülmətdən yüngül olduğu üçün ayrılib, yuxarıya qalxmış, göyü əmələ gətirmişdir. Zülmət isə ağır olduğu üçün suya batmış və quru sahələri əmələ gətirmişdir.

Hind əfsanəsinə görə Yerin və Göyün əmələ gəlməsi su ilə bağlıdır. Bir zaman sudan qızıl yumurta, yumurtadan isə Prayanani adında Allah zühur etmişdir.

Sibir xalqlarının bir əfsanəsinə görə əvvəlcə göy və su yaranmışdır. Göydə yaşayan Oçurman adlı bir sehrbaz Yerə enmək fikrinə düşür; ancaq, yaşamaq üçün bir quru sahə tapmır. Bunun üçün o, quru əmələ gətirmək fikrinə düşür və öz yoldaşı sehrbaz Çaqan-Şükut ilə birlikdə suya enir. Onlar suda bir qurbağa görürlər. Oçurman dərhal qurbağanın üstünə çıxır, yoldaşını isə suya baş vurub əlinə keçəni çıxarmağa vadadır. O suyun dibindən bir ovuc torpaq çıxarır. Yoldaşlar qurbağanın üstünə torpaq səpib, üstündə oturlurlar. Beləliklə, Oçurman yoldaşı ilə qurbağanın üstünə tökülen torpaqdan tədricən Yeri yaradırlar.

Qədim zamanlarda Yeri hərəkətsiz və müəyyən istinad nöqtəsi olan yastı bir cisim kimi, Göyü isə bühlur qapaq şəklində təsəvvür edirdilər. Güman edilir ki, ulduzlar və başqa səma cisimləri Yerə işiq verir. Bəzi xalqlar arasında belə bir fikir geniş yayılmışdır ki, Yer böyük bir okeanın səthində üzən 3 balinanın üstündə qərar tutmuşdur.

*E*lmi fərziyyə və nəzəriyyələrə gelincə, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, onların içərisində Nikolay Kopernikin mütərəqqi fikirləri xüsusi yer tutur. Kopernikə qədər 15 əsr ərzində Klavdiy Ptolomeyin həqiqətdən uzaq və yanlış olan geosentrik sistemi hökm sürdü. Bu sistemə görə hərəkətsiz Yer kainatın mərkəzindədir, Günsəv və başqa fəza cisimləri isə onun ətrafında

dövr edir. Bu fikrin tamamilə səhv olduğunu başa düşən Nikolay Kopernik hələ 1512-ci ildə öz dünya görüşüne əsaslanaraq yeni fərziyyə yaradır. Lakin o zaman alim həmin fərziyyəsini çap etdirə bilmir. Onun mütərəqqi fikirlərindən elmi ictimaiyyətin xəbəri olmur. Ancaq 1543-cü ildə vəfatından bir neçə gün əvvəl Kopernikin "Səma sferlərinin dövr etməsi" adlı əsəri çap olunur ki, həmin fərziyyə də bu əsərdə geniş təsvir olunmuşdu.) Yeni fərziyyə zamanın qabaqcıl adamlarının diqqətini cəlb edir. Böyük alim və mütəfəkkir Qalileo Qaliley də uzun və geniş tədqiqat nəticəsində Yerin hərəkət etdiyini müəyyən etmişdi.) Lakin o zaman Qalileydən öz fikrindən dönük tələb olundu. Təhdidlərə, əzab və işgəncələrə məruz qalan dahi Qalileo Qaliley məhkəmə qarşısında həqiqəti düzgün əks etdirən, zəmanəsi üçün ən mütərəqqi olan fikirlərindən, dünyagörüşündən əl çəkməyə məcbur oldusa da, məhkəmə salonundan çıxarkən "hər halda o hərəkət edir" dedi (şəkil 10). Artıq dahi alim və mütəfəkkirə Yerin hərəkəti haqqında nəinki yazmaq, hətta düşünmək, söhbət etmək belə qadağan edilmişdi. Zülm və təhqirlərə dözərək öz fəaliyyətini davam etdirən böyük alim, mütəfəkkir, musiqişunas



Şəkil 10. Misir əfsanəsinə görə ilkin okean səthində lotos çiçəyi üzərində doğulmuş Ammon-Ra adlı Gündəş allahının oğlu Şu gəyü onun qardaşı Yerdən ayrı salmışdır.

Qalileo Qalileyin 1637-ci ildə gözləri tutuldu, o dünya işığından məhrum oldu.

Kainat haqqında Nikolay Kopernikin fikirlərini görkəmli filosof Cordano Bruno inkişaf etdirmiş, fəza cisimləri və kainatın quruluşu haqqında fərziyyə yaratmış, yeni mütərəqqi fikirlər irəli sürmüştür. Brunonun həyatı son dərəcə faciəli olmuşdur. O yeddi il həbsxanada qalmasına, sonsuz əzab və işgəncələrə düşçə olmasına baxmayaraq, fikirlərindən dönməmiş və qəddar inkvizisiya məhkəməsi tərəfindən ölümə məhkum olunmuşdu. Kainatın müxtəlif ulduzlar aləmində canlı orqanizmlərin varlığını iddia edən bu böyük alim mütərəqqi ideyalarına görə 10-cü ildə Roma şəhərinin çiçəklər meydanında diri-diri odda yandırıldı.

Elm tədricən inkişaf etdikcə Kainatın quruluşu, ulduzların, səyyarələrin, ümumiyyətlə, fəza cisimlərinin yaranması və xüsusilə Günəş sisteminin əmələ gəlməsi haqda yeni fikirlər, fərziyyə və nəzəriyyələr meydana çıxırdı. Onu da qeyd edək ki, bizim Günəş sistemi daxil olan Qalaktikamıza ən yaxın Andromeda dumanlığıdır (şəkil 11). Andromeda dumanlığı haqda ilk dəfə X əsrдə ərəb astronomu Əl-Sufi fikir söyləmişdi. 1612-ci ildə astronom Simon Marius bu dumanlığı teleskopla müşahidə etmişdir. Astronom X. Xabl 1924-cü ildə dumanlığın nəhəng ulduzlar aləmi-qalaktika olmasını sübut etmiş və bizim qalaktikadan kənar astronomiyanın əsasını yaratmışdır.) Bizim Qalaktikamızdan Andromeda dumanlığına qədər məsafə təxminən iki milyon şüa ilinə bərabərdir. Andromedanı adı gözə də müşahidə etmək olur. Ölçülərinə və quruluşuna görə bizim Qalaktikaya bənzəyir.

Buna görə də Andromedada müşahidə olunan hadisələri, onun quruluşunu və başqa xüsusiyyətlərini öyrənməklə öz Qalaktikamız haqda daha dəqiq mühələhizə yürüdə bilərik. Günəş sisteminin əmələ gəlməsi haqda ilk fərziyyələrdən birini Buffon irəli sürmüştür. 1745-ci ildə Buffon planetlərin və onların peyklərinin Günəşlə toqquşan bir kometin təsirindən Günəşdən ayrılmış yanar-odlu maddədən əmələ gəlməsi haqda fikir söyləmişdir. Ancaq Buffonun irəli sürdüyü bu fikir maraqlı olsa

da, planetlərin hərəkət xüsusiyyətlərini ona əsasən izah etmək mümkün deyil. Buna görə də bu fikrə tərəfdar olan tapılmadı. Elmi axtarışlar davam etdirildi, müxtəlif fikirlər söyləndi və Kant-Laplas fərziyyəsi kimi məşhur olan yeni kosmoqonik fərziyyə yaranaraq tez bir zamanda böyük əhəmiyyət kəsb etdi və geniş yayıldı.) Bu fərziyyə əslində müxtəlif vaxtlarda və bir-birindən asıl olmayaraq yaranmış iki fərziyyənin birləşməsidir.

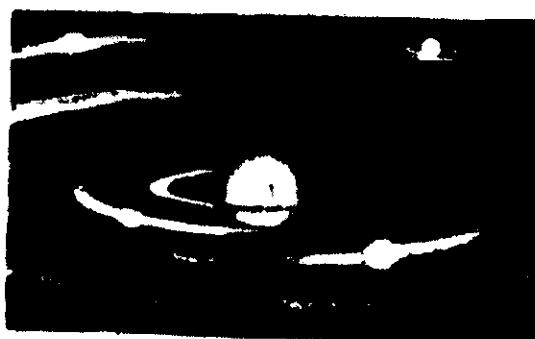
(Haqqında danışdığınız fərziyyəni ilk dəfə Buffondan 10 il sonra, 1755-ci ildə məşhur alman filosofu Immanuil Kant söyləmişdir. Qeyd etdiyimiz kimi Buffonun fərziyyəsinin təhlili göstərdi ki, ona əsaslanaraq planetlərin hərəkət xüsusiyyətlərini izah etmək mümkün deyil, həm də bu fərziyyə mexanika qanunlarına uyğun deyildi. Alman filosofu Peterburq Elmlər Akademiyasının 1794-cü ildən fəxri xarici üzvü olan Immanuil Kantın fərziyyəsinə gəlincə qeyd etmək lazımdır ki, alim bu kosmoqonik fərziyyə üzərində 1747-ci ildən 1755-ci ilə qədər çalışmış və 1755-ci ildə tədqiqatlarının nəticəsini çap etdirmişdir. Onun fərziyyəsi Günəş sisteminin ilkin dumanlıqdan əmələ gəlməsi haqdadır.) Kant fərziyyəsinə görə ulduzlar və planetlər fəzada geniş yayılmış ilkin dumanlıq təşkil edən kiçik ölçülü maddə hissələrindən əmələ



Şəkil 11. Andromeda dumanlığı

gəlmışdır. Bu fərziyyə, şübhəsiz ki, tədqiqatçıların diqqətini cəlb etməyə bilməzdi. Lakin Kantın fərziyyəsi maddənin özündə baş verə bilən dəyişiklikləri nəzərə almırı.

1802-ci ildən Peterburq Elmlər Akademiyasının fəxri xarici üzvü Fransa astronomu, riyaziyyatçı, həmçinin fizika sahəsində də görkəmli alim olan Pyer Laplas Günəş sisteminin əmələ gəlməsi haqda fərziyyəsini Kantdan 41 il sonra 1796-ci ildə söyləmişdir. Bir müddət sonra 1824-cü ildə müəllif öz fərziyyəsini daha da təkmilləşlirmişdi. Qeyd etmək lazımdır ki, Laplas öz fərziyyəsini yaradarkən Kantın əsəri ilə tanış deyildi. Beləliklə, Kant-Laplas fərziyyəsi adı ilə məşhur olan bu fərziyyə, əslində bir-birindən fərqli, lakin bir-birini tamamlayan iki fərziyyənin birləşməsi nəticəsində yaranmışdır (Şəkil 12). Laplas, Günəş sistemində daxil olan planetlərin bir maddədən və eyni yolla əmələ gəldiyini iddia edir. Onun belə nəticəyə gəlməsinin səbəbi Günəş sisteminin bir sıra səciyyəvi xüsusiyyətləridir. O zaman bu xüsusiyyətlərdən başlıcası, bütün planetlərin Günəş ətrafında qərbədən şərqə doğru və planetlərin peyklərinin onların ətrafında həmin istiqamətdə və demək olar ki, eyni müstəvi üzrə hərəkət etməsi sayılırdı. Lakin sonralar məlum oldu ki, belə deyil. Başqa bir xüsusiyyət planetlərin və onların peyklərinin öz oxları ətrafında qərbədən şərqə doğru hərəkət etməsi, planet və



Şəkil 12. Laplas fərziyyəsinə görə Günəş sisteminin əmələ gəlməsi

peyklərin orbitlərinin (hərəkət yollarının) ekssentrisitet fərqiinin az, kometlərin isə çox olmasıdır.

Fərziyyənin əsasını Kantın fərziyyəsində də olduğu kimi Günəşin, planetlərin və peyklərin, ellipsoid şəklində olan ilkin seyrək qaz-toz dumanlığından əmələ gəlməsi təşkil edir. Fəzada hərəkət zamanı dumanlıq tədricən soyuyur, onun sürəti get-gedə artır və beləliklə dumanlıq sıxlışır, onun mərkəz hissəsində six nüvə əmələ gəlir. Dumanlığın tədricən inkişaf prosesi, onun ekvator müstəvisində mərkəzdən qaçan qüvvənin cazibə qüvvəsindən artıq olmasına gətirib çıxarır və bu zaman ondan qaz halqları şəklində hissələr ayrılır.) Dumanlığın kənar hissələrində də tədricən belə konsentrik halqlar əmələ gəlir. Əgər bu halqlalar eyni dərəcədə soyumağa məruz qalsaydı və eyni tərkibli olsaydı, onlar əvvəlcə maye, sonra isə sülb vəziyyətə keçərdi. Lakin onlar müxtəlif tərkibli və müxtəlif soyuma şəraitində olduqları üçün dumanlığın davam edən inkişafı nəticəsində parçalanır və parçaların hər biri ayrıraqda bir-birinin ardına hərəkət edir. Bu halqa parçalarının ölçüləri müxtəlif olduğu üçün onların hərəkət sürətləri də müxtəlif olmuş və buna görə də tədricən bir-birilə birləşmişdir. Beləliklə, parçalanmış hər bir halqanın hissəsindən yeni bir planetin nüvəsi yaranmış, bu nüvə get-gedə böyümüş və nəhayət, planetə çevrilmişdir. Laplasa görə planetlərin peykləri də ilkin planetin maddəsindən, hələ bu maddə qaz halında olduğu zaman halqlar halında ayrılma, parçalanma və nəhayət, birləşmə yolu ilə əmələ gəlmişdir (bax: şəkil 12).

XVIII əsrin axırları, XIX əsrin əvvəllerində Laplas fərziyyəsi ən görkəmli kosmoqonik fərziyyə sayılır-
di. Bu fərziyyə hazırda da öz əhəmiyyətini itirməmiş-
dir. Əslində XX əsrin ikinci yarısında yaranmış fər-
ziyyələr məhz Kant-Laplas fərziyyəsinin inkişafı ilə
əlaqədardır.) Bəzi alimlərin fikrincə ilkin dumanlıq
qaz və tozdan deyil, meteorit tozundan ibarət imiş.
Şübhəsiz ki, Laplas fərziyyəsinin mənfi cəhətləri də
var və onlar bəzi alimlər tərəfindən qeyd edilmişdir.

Məsələn, Cinsin fikrinə görə bu fərziyyənin əsas qüsürü ondadır ki, Laplas ulduzların, o cümlədən Günəşin ətrafa enerji saçmasını, başqa sözlə, onun ömrünü orta hesabla 10 il qəbul edirdi. Doğrudur, sonralar Cinsin fikrinin də səhv olduğu göstərilmişdir. Bundan başqa, Laplas öz fərziyyəsini yaranan zaman Günəş sistemini daxil olan fəza cisimlərinin bəzi xüsusiyətləri məlum deyildi. Buna görə də onun fərziyyəsi bu xüsusiyətləri nəzərə ala bilməzdi. Məsələn, Laplas planetlərin ümumi hərəkət istiqamətinin eksinə hərəkət edən peyklərin varlığını bilmirdi. Laplasa məlum deyildi ki, Saturn və Jupiter planetlərinin bəzi peykləri eks istiqamətdə hərəkət edir. Bəzi peyklərin sürətinin planetin sürətindən artıq olduğu da Laplasa məlum deyildi. Nəhayət, Uran və Neptun planetlərinin başqa planetlərə görə eks istiqamətdə hərəkət etməsi də o zaman məlum deyildi. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, Laplas riyaziyyatçı olduğu üçün onun fərziyyəsi əsas etibarilə hesablamalara əsaslanır və Günəş sistemini əmələ gətirən maddənin özündə gedən prosesləri nəzərə almırı. Lakin, şübhəsiz, Laplasın fərziyyəsi o dövr üçün təbiətşünaslığın bu sahədə ən böyük qələbəsi sayıyla bilər.

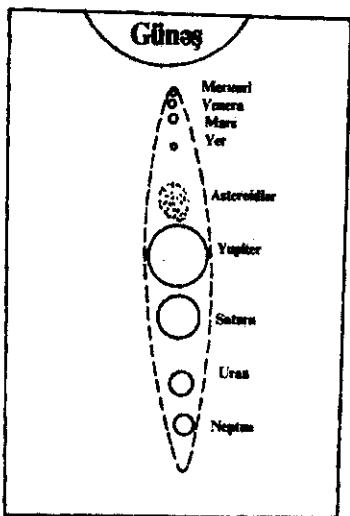
(Hələ 1870-ci ildə Riçard Proktor Günəş sisteminin meteorit yığımından əmələ gəlməsi fikrini söyləmişdir. Bu fikri sonradan müxtəlif alimlər, o cümlədən Multon inkişaf etdirmişlər. Astronom Multon və geoloq R. Çemberlen Günəş sisteminin əmələ gəlməsini spiral dumanlıqla əlaqədar edən fərziyyənin müəllifləridir.) 1901-ci ildə əsaslandırılmış bu fərziyyəyə görə dumanlığın mərkəzində qaz halında nüvə, onun ətrafında isə çox kiçik (bəzən toz kimi) fəza cisimləri olan planetezmallar hərəkət edirdi (şəkil 13). Spiral dumanlıq hərəkət etdikcə onun kənarlarında (qollarında) planetezmallar sıxılmış və onların əsasında planetlər, dumanlığın nüvə hissəsindən isə Günəş əmələ gəlmişdir. Əmələ gəldiyi zaman Yerin yanar halda olmasına iddia edən Laplas fərziyyəsindən fərqli olaraq, ingilis alimləri Multon və Çemberlenin fərziyyəsinə görə Yerin üst qatları daim soyuq halda olmuşdur.



Səkil 13. Spiral dumanlıq

(Laplas fərziyyəsinə görə Yer tədricən soyuyur və beləliklə daim kiçilir. Multon və Çemberlenə görə Yer əvvəlcə planetezmalların tədricən toplanması nəticəsində böyümüş, sonralar sıxlaşma nəticəsində kiçilmişdir.) Aydındır ki, Yerin geoloji inkişafı haqqında mülahizə yürütmək üçün hansı kosmoqonik fərziyyəyə əsaslanmaq prinsipial səciyyə daşıyır.

(Günəş sisteminin əmələ gəlməsini izah edən fərziyyələr içərisində ingilis alimi Cinsin 1916-cı ildə irəli sürdüyü fərziyyə də bir müddət diqqət mərkəzində olmuşdur.) O güman edirdi ki, Günəşin yaxınlığından keçən böyük uleduzun cazibə qüvvəsi ilə Günəşin səthində qaz halında nəhəng protuberanslar əmələ gəlir, tədricən böyür və nəhayət, ondan ayrılaraq kürələr halında hissələrə parçalanır. Uzun bağırsaq şəklində olan bu protuberansın uclarında maddə soyuyaraq qaz halından maye hala keçir, tədricən sıxlaşaraq kiçik planetlərə çevirilir. Orta hissədə isə müxtəlif sıxlığı olan qaz kürələri yaranır, nəticədə sıxlığı böyük olan daxili planetlər Mars, Venera, Yer və Merkuri, sıxlığı kiçik olan xarici planetlər - Jupiter, Saturn, Uran, Neptun əmələ gəlir. Cinsə görə Günəş sistemində Neptundan da uzaqda hərəkət edən hələ müşahidə edilməyən bir neçə planet olmalıdır. Uran və Neptunun hərəkətlərində müşahidə olunan qanuna uyğunsuzluq belə düşünməyə əsas verir (şəkil 14).



Şəkil 14. Cinsə görə Günəş sisteminin əmələ gəlməsi

Əlbəttə, Cins fərziyyəsi qüsurlu olduğundan tənqidə məruz qalmışdır. Doğrudur, Günəşdən ara-sıra müxtəlif ölçülü protuberanslar ayrılır. Belə ki, 1928-ci il noyabr ayının 19-da Günəşdən ayrılan protuberansın müşahidə olunmuş uzunluğu 910000 km-ə qədər idi. Görünür, daha böyük və kiçik protuberanslar da ola bilər.

Cinsin fərziyyəsinin əsas nöqsanı Günəşin yaxınlığından keçmiş ulduzun güya Günəşdən qopara biləcəyi maddənin (protuberansın) Günəş sistemində daxil olan planetlərin əmələ gəlməsi üçün kifayət qədər ola bilməməsidir. Belə güman edilir ki, Günəşin yaxınlığından keçən ulduzun ondan qopara biləcəyi maddə ancaq Merkurinin əmələ gəlməsinə kifayət edə bilərdi.

Cinsə görə Kainatda planet sistemləri azdır. Halbuki hazırda Kainatda xeyli planet sistemlərinin varlığı məlumdur.

ABŞ astronomu R. Henn 1932-ci ildə maraqlı fərziyyə irəli sürmüştür. Bu alimin fikrincə Günəş sisteminin əmələ gəlməsi nəhəng bir ulduzun parçalanması ilə əlaqədardır. Bir fəlakət nəticəsində parçalanan ulduzun bir hissəsindən Günəş, o

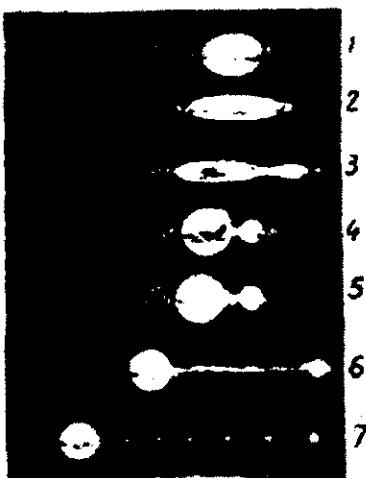
biri hissəsindən isə planetlər, onların peykləri və asteroidlər əmələ gəlmışdır. Ulduzun bir hissəsi də fəzada yayılıb qeyb olmuşdur. Müəllifin fikrinçə Kainatda qoşa ulduzların çoxluğu kosmik fəzada belə hadisələrin adı bir hal olmasına dəlalət edir (şəkil 15).

(Akademiklər

O.Y.Şmidt və B.Q.Fesenkovun da fərziyyələri diqqətəlayiqdir. V.Q.Fesenkovun fikrinçə Yerin atmosferində kimyəvi elementlər Günəşdəkindən və ulduzların atmosferindəkindən fərqli olaraq paylanmışdır.) Belə ki, Günəşin əsas tərkib hissəsi olan hidrogen, onun atmosferindəki başqa elementlərdən min dəfələrlə artıqdır. Kosmik fəzada da hidrogen əsas yer tutur. Lakin Yer kürəsində başqa planetlərə görə hidrogen olduqca azdır. Bu cəhətdən Yer kürəsi Günəş sisteminin planetləri arasında axırıncı yerdədir.

Neon qazı Günəşin və başqa planetlərin atmosferində bol olduğu halda, Yerdə son dərəcə azdır. Helium qazı haqqında da bunu demək olar. Günəş sisteminin böyük planetləri olan Jupiter və Saturnun atmosferi, əsas etibarilə, yüngül qazlardan (H_2 , He, NH_3 , CN_4) ibarətdir. Bu planetlərin atmosferində metan CN_4 və ammonyak NH_3 boldur.

Fesenkov Günəş sistemini daxil olan Yer tipli, yəni Günəşə ən yaxın olan dörd planetin (Merkuri, Venera, Yer, Mars) xarici planetlərdən (Jupiter, Saturn, Uran, Neptun) tərkib



Şəkil 15. Həmən görə planet sisteminin əmələ gəlməsi:

*1- Günəş sisteminin əmələ gəldiyi ulduz;
2, 3, 4, 5, 6- həmin ulduzun parçalanma əraflasında vəziyyəti; 7- parçalanmış ulduzdan Günəş və planetlərin əmələ gəlməsi*

etibarilə xeyli fərqləndiyini qeyd edərək yazar ki, hidrogen kimi yüngül element Yerin tərkibində 8-9-cu yerdə olduğu halda, Günəşin və ümumiyyətlə, bizim Qalaktikamızın tərkibində əsas elementdir. Helium nəzərə alınmasa, hidrogenin 1000 atomuna bütün qalan elementlərin bir yerdəancaq bir atomu düşür. Xarici planetlərin kütləsi Yer tipli planetlərin kütləsindən xeyli artıqdır. Təkcə Yupiterin kütləsi Yerin kütləsindən 318 dəfə böyükdür. Onların sıxlığı azdır, bu da xarici planetlərin yüngül elementlərdən, əsasən hidrogen və heliumdan ibarət olması ilə əlaqədardır. Görünür Yupiter və Saturn daha çox hidrogendən ibarətdir. Uran və Neptunun tərkibində hidrogenin və heliumun miqdari bunlara nisbətən azdır. Fesenkov belə bir fikrə gəlir ki, planetin ölçüsü ilə tərkibi arasında müəyyən qanunauyğunluq var. Ən böyük planetlərdə hidrogen və heliumun miqdarı yüksəkdir və onlar tərkibcə Günəşin tərkibinə yaxındır.

(V.Q.Fesenkovun fikrincə Yerin və Günəşin yaşıının təxminən eyni olması da Günəş sisteminin eyni vaxtda əmələ gəlməsini güman etməyə əsas verir. Fesenkova görə Günəş bir ulduz kimi qaz-toz dumanlığından əmələ gəlmış və əvvəller onun kütləsi indikindən 8-10 dəfə artıq, öz oxu ətrafiida hərəkəti isə daha sürətli imiş.) Planetlərin bilavasitə hələ tam ulduz halına keçməmiş Günəş maddəsindən əmələ gəlməsini iddia etmək olmaz. Lakin planetlərin orbitlərinin Günəş ekvatoru müstəvisinin yaxınlığında yerləşməsi bu cisimlərin əmələ gəldiyi maddənin hələ tam formallaşmamış Günəşlə əlaqədar olmasına dəlalət edir. Başqa sözlə, planetlərin əmələ gəlməsi - ətrafinda dolandıqları ulduzların əmələ gəlməsi ilə əlaqədar və ulduz əmələ gəlmə prosesinin bir hissəsidir. Fesenkova görə Yer əmələ gəldiyi zaman yanar halda olmuş, tədricən soyuyaraq kiçilmişdir. O, Yer kürəsində muxtəlif geoloji dövrlərdə dağ əmələ gətirən hadisələrin baş verməsini Yerin tədricən soyuması və kiçilməsi ilə əlaqələndirir.

(Akademik O.Y.Şmidtin Yerin əmələ gəlməsi haqqında fərziyyəsinə görə Günəş vaxtilə meteorit yığımı içərisindən keçmiş, maddənin bir qismini özünə cəzb etmiş və aparmışdır.)

Beləliklə, Gənəşin ətrafında onunla birgə hərəkət edərək fırlanan meteoritlər bitişərək, böyük cisimlərə çevrilmiş və sonrakı inkişaf nəticəsində, onların üzərinə tökülen meteoritlər hesabına daha da böyüyərək Yer və başqa planetləri əmələ gətirmişdir. Gənəşin ətrafindan, ümumiyyətlə, kosmik fəzadan, meteoritlər hazırda da, demək olar ki, hər gün Yer üzərinə düşür.

(Hazırda Yerə gündə bir tona qədər meteorit düşür. 1947-ci il fevral ayının 12-sində Sixote-Alin dağ silsiləsi rayonunda Vladivostok şəhərindən şimalda Yer səthinə yüzlərlə meteorit düşmüdü.) Onların ümumi çəkisi yüz tondan artıq idi. Bu meteoritlərin bəzilərinin çəkisi yüzlərlə kiloqrama, birininki isə iki tona çatırdı. Bizim Yardımlı rayonu ərazisində də bir neçə meteoritin düşməsi güman edilir. Geoloji keçmişdə, görünür yera düşən meteoritlərin miqdarı daha çox imiş. O.Y.Şmidt Gənəş sistemində müşahidə olunan əsas qanuna uyğunluqların riyazi ifadəsini vermişdir. Bunu nəzərə alaraq O.Y.Şmidt güman edir ki, Yerin meteoritlərdən əmələ gəlməsi üçün bu proses 7 mlrd. il davam etməli idi. Şmidtin fərziyyəsinə görə Yer heç vaxt yanar halda olmayıbdır. Onun səthinin ilkin temperaturu 4°C -dən artıq deyilmiş.

Aydındır ki, təsvir etdiyimiz bütün bu fərziyyələr qüsursuz deyildir. Lakin onu qeyd etmək lazımdır ki, hələlik bütün dünyada tədqiqatçıların əksəriyyəti Gənəş sisteminin 4,7 mlrd. il bundan qabaq seyrək yayılmış qaz-toz halında olan maddədən əmələ gəlməsini izah edən fikirlərlə razılışırlar. Ümumiyyətlə, ulduzların əmələ gəlməsi haqqında hazırda əsasən iki fikir cərəyan edir. Bir fikrə görə ulduzlar ulduzlararası qaz-toz halında maddədən əmələ gəlir. Müəyyən olmuşdur ki, ulduzlararası kosmik fəzada külli miqdarda seyrək yayılmış maddə mövcuddur. Bu maddə xeyli seyrək yayılmış qazlardan, əsasən hidrogendən və nisbətən az heliumdan, daha az karbon, oksigen, azot, natrium, kalsium və CH , NH , H_2O -dan ibarətdir. Bu maddə o qədər seyrəkdir ki, onun bir kub santimetrdə qazların ancaq bir neçə atomu yerləşir. Ulduzlararası məkanda, xüsusən ulduzlardan uzaq məsafədə, temperatur alçaq olanda molekulyar

birləşmələr də əmələ gələ bilər. Bu birləşmələr ətrafında tədricən bərk toz hissəcikləri əmələ gəlir və onlar çox güman ki, sonralar kondensasiya mərkəzlərinə çevirilir. Ulduzlararası maddənin sıxlığı, orta hesabla, $6-10 \text{ q/sm}^3$ təşkil edir.

Başqa fikrə görə isə ulduzların əmələ gəlməsi hələlik təbiətdə müşahidə olunmamış ifrat sıx maddə ilə əlaqədardır.

Yer əmələ gəldiyi zaman isti və ya soyuq olmasından asılı olmayıaraq, qravitasiya qüvvələrinin təsiri və Yeri təşkil edən maddənin tədricən sıxlaması və mütləq qızması nəticəsində diferensiasiya prosesi baş verməli və Yer geosferlərə ayrılmalı idi. Belə də oldu. Müasir tədqiqatlar əsasında Yerin daxili quruluşu dəqiq öyrənilmiş və aşağıdakı kimi təsəvvür edilir. Yerin mərkəzində nüvə, onun ətrafında mantiya, sonra Yer qabığı, hidrosfer (su geosferi), atmosfer (hava qatı) və nəhayət, maqnitosfer yerləşir. Bunlardan başqa Yer qabığının bir hissəsini, hidrosferi və atmosferin alt hissəsini (troposferi) əhatə edən biosfer (həyat sferi) də ayırlır. Qeyd etmək lazımdır ki, hazırda kosmoqonik fərziyyələri, başlıca olaraq, kosmokimya məlumatlarına əsaslanan və Güneş sisteminə daxil olan cisimlərin müxtəlifliyini şərtləndirən, ilkin Güneş dumanlığının soyuduğu zaman baş verən fiziki-kimyəvi prosesləri nəzərə alan nəzəriyyə əvəz etməkdədir. Bu sahədə A.P.Vinoqradovun, Q.V.Voytkeviçin, Ç.Larimerin, Ç.Lyuisin, L.Qrossmanın, A.Kamerunun tədqiqatları diqqətə layiqdir.

Yerin və Yer tipli daxili planetlərin zonal quruluşlu olması, Güneş qazının soyuması və kondensasiyası nəticəsində əmələ gələn qaz-toz dumanlığı hissəciklərinin akkumulyasiyası (toplantısı) üsulu və xüsusiyyətləri ilə əlaqələndirilir. Q.V.Voytkeviç və b.-nın verdiyi məlumatata görə bəzi alımların son termodynamik hesablamaları göstərir ki, Güneş tərkibli dumanlığın soyuması prosesində, daxili planetlərin və me-teoritlərin ən vacib komponentləri (tərkib hissələri) olan dəmir-nikel ərintiləri və maqneziumlu silikatlar $1,013 \cdot 10^5 - 1,013 \cdot 10^2 \text{ Pa}$ təzyiq intervalında aşağıda göstərilən ardıcılıqla ayrılmışdır:
Fe (1700-1620 K), Ni (1690-1440 K), MgSiO₃ (1670-1470 K),

Mg_2SiO_4 (1620-1420 K), FeS (680 K).

Bunu nəzərə alaraq müəlliflər belə bir nəticəyə gəlirlər ki, Yeri təşkil edən maddənin akkumulyasiyası soyuyan dumanlıqda dəmir-nikel daşları əmələ gələndən və silikat hissəciklərinin kondensasiyası başlanandan sonra mümkün olmuşdur.

Yüksək istilik keçiriciliyi ilə səciyyələnən metal damlaları asanlıqla bir-birinə bitişərək, böyük sıx kütlələrin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu prosesin nəticəsində Yerin dəmir-nikeldən ibarət nüvəsi yaranır. Bundan sonra nüvə ətrafında silikat hissəciklər və başqa maddələr toplanaraq (çökərək) ilkin mantıyanı və Yerin başqa geosferlərini əmələ gətirir.

ÜÇÜNCÜ FƏSİL

YERİN ÖLÇÜLƏRİ, TƏRKİBİ VƏ QURULUŞU

(Məlumdur ki, Yer kürəsi heç bir həndəsi formaya uyğun gəlmir. Onun formasını fırlanma sferoidinə yaxın sayırlar. Ümumiyyətlə, Yerin forması *geoid* adlandırılmışdır. Geoidin qütb radiusu 6356,777 km, ekvator radiusu 6378,1 km, orta hesabla Yerin radiusu 6371,032 km sayılır. Yerin səthi 510,2 mln.km²-dir. O cümlədən 361,1 mln. km² və ya 70,8 %-ni Dünya okeanı sahəsi (yəni bütün okeanlar, dənizlər və başqa su hövzələrinin sahəsi) təşkil edir. Qurunun sahəsi 149,1 mln km² və ya 29,2%-dir. Yer səthindən onun mərkəzinə də oğru təzyiq və temperatur tədricən artır və güman edilir ki, Yerin mərkəzində temperatur 3000-4000° C-yə çatır, təzyiq isə 3,6-10³ Pa təşkil edir. Yer maddəsinin də sıxlığı yer səthindən dərinliyə doğru artır. Belə ki, yer qabığının sıxlığı 2,6-10³ kq/m³. Yerin orta sıxlığı 5,52-10³ kq/m³ olduğu halda, Yerin mərkəzini, yəni onun nüvəsini təşkil edən maddənin sıxlığı 12,5-10³ kq/m³-dir. Yerin quruluşu haqqında müxtəlif fikirlər mövcuddur. Hazırda belə təsəvvür yaranmışdır ki, Yer üç əsas hissədən (geosferdən) ibarətdir: ən üst hissədə yer qabığı, orta mantiya və Yerin mərkəzində nüvə yerləşir. Bu üç geosferdən başqa Yeri əhatə edən hava qatı (atmosfer), maqnitosfer və Yerin su örtüyü (hidrosfer) kimi üç geosfer də vardır. Nəhayət, atmosferin alt hissəsi olan troposferi, hidrosferi və yer qabığının üst hissəsini biosfer - həyat sferi kimi birləşdirib, vahid bir geosfer şəklində ayıırlar. Yeri təşkil edən bütün geosferlər bir-birindən həm tərkibləri, həm də fiziki-kimyəvi xassələri ilə fərqlənir. Onların qısa təsvirinə keçək.)

MAQNİTOSFER

(Fiziki xassələri Yerin maqnit sahəsi və onun kosmik mənşəli yüksək hissəciklər axını (Günəş küləyi) ilə qarşılıqlı

əlaqəsinin təsirinə əsaslanan yerətrafi mühit (məkan) *maqnitosfer* adlanır. Maqnitosfer çox geniş yerətrafi məkan daxilindədir. B.A.Tverskaya və Y.N.Drojjin maqnitosferi təsvir edərək deyirlər ki, Yerin gündüz tərəfində maqnitosfer yer səthindən 8-10 yer radiusu qədər, gecə tərəfindən isə yüzlərlə yer radiusuna bərabər məsafəni əhatə edir. Atmosferin ən üst hissəsi də maqnitosferə daxildir.)

Kosmik zonalar və Yerin sünü peykləri vasitəsilə aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən elilmişdir ki, Yer kürəsi daima Günəşin korpuskulyar şüalanması (Günəş küləyi) təsiri altındadır. Bu şüalanma Günəş tacı plazmasının daim genişlənməsi ilə əlaqədar olaraq heliumun protonlarından, nüvə və ionlarından, daha ağır müsbət ion və elektronlardan ibarətdir. Günəş plazması maqnit sahəsi daşıyır. Plazma axını bir maneə ilə - Yerin maqnit sahəsi ilə, toqquşanda axına tərəf istiqamətlənmiş zərbə dalğası yaranır. Zərbə dalğasının ön tərəfi orta hesabla Yerin mərkəzindən Günəş istiqamətində 13-14 yer radiusuna bərabər məsafədə məhdudlaşır.

(Zərbə dalğasının ön tərəfindən keçid sahəsi başlanır. Onun qalınlığı təxminən 20 min km-dir. Burada Günəş plazmasının maqnit sahəsi qeyri-müntəzəm, onun hissəciklərinin hərəkəti isə xaotik xarakter daşıyır. Keçid sahəsi və ya mühiti bilavasitə maqnitosferə bitişir. Keçid sahəsinin alt sərhədi və ya maqnitosferin *magnitopauza* adlanan xarici sərhədi Günəş küləyinin dinamik təzyiqinin, Yerin maqnit sahəsinin təzyiqi ilə bərabərləşdiyi yerdən keçir. Keçid sahəsində plazmanın temperaturu 200 min dərəcədən təxminən 10 mln. dərəcəyə qədər yüksəlir.)

Ölüb zonalarından uzanan geomaqnit sahəsinin xətləri Günəş küləyinin təsirindən Yerin gecə tərəfinə istiqamətlənir və beləliklə, orada maqnitosferin 5 mln. km-dən uzun "şleyfi" və ya "quyruğu" əmələ gəlir.

(Maqnitosfer Günəş fəallığına laqeyd deyildir. Günəşin fəallığının artması Günəş küləyinin və onun maqnit sahəsinin xeyli dəyişməsinə və beləliklə, *maqnit qasırğaları* adlanan

mürəkkəb hadisələr kompleksinin yaranmasına səbəb olur.) Bu zaman Günəş küləyi hissəciklərinin bilavasitə maqnitosferə daxil olması, yüksək hissəciklərin sürətlənməsi, elektromaqnit dalğalarının yaranması, şimal parıltısının daha da kəskinləşməsi və s. baş verir. (Geomaqnit sahəsinin qapalı xətləri zonasında yüksək hissəciklər üçün *maqnit tələsi* vardır. Bunun alt sərhədi bir neçə yüz kilometr hündürlükdə-atmosferdə, yüksək hissəciklərin tələyə düşdüyü yerdən keçir. Üst sərhəd Yerin gündüz tərəfində maqnitosferin sərhədində müvafiqdir. Yerin gecə hissəsində isə bu sərhəd maqnitosferin sərhədindən bir qədər aşağıdan keçir.) Tələyə düşmüş yüksək enerji hissəciklərinin, başlıca olaraq proton və elektronların axınları Yerin radiasiya qurşağıını təşkil edir. Radiasiya qurşağı kosmik uçuşlar üçün olduqca təhlükəlidir.

Başqa planetlərin də maqnitosferləri vardır. Jupiter və Saturnun maqnitosferləri xeyli geniş məkan daxilindədir. Merkuri, Venera və Marsın maqnitosferləri çox da aşkar müşahidə olunmur.

ATMOSFER

(Yeri əhatə edən və onunla birləşə hərəkətdə olan hava qatı *atmosfer* adlanır. Burada toplanmış hava kütləsi təxminən $5,15 \cdot 10^{18}$ kq-dır.) Okean səviyyəsində atmosfer təzyiqi 1 atmosferə (760 mm civa sütununa) və ya 101325 n/m²-ə bərabərdir.

Havanın sıxlığı yer səthində - $1,22$ kq/m³, bir m³ havada molekulların sayı (n) - $2,55 \cdot 10^{25}$, 10 km hündürlükdə - $0,41$ kq/m³, $n=8,6 \cdot 10^{24}$, 100 km hündürlükdə - $8,8 \cdot 10^{-7}$ kq/m³, $n=1,8 \cdot 10^{18}$ bərabərdir.

(Bu rəqəmlərdən görünür ki, yer səthindən yuxarıya doğru havanın sıxlığı kəskin azalır. Atmosfer beş hissəyə ayrılır: 1) troposfer; 2) stratosfer; 3) mezosfer; 4) termosfer; 5) ekzosfer.)

/ Atmosferin ümumi hava kütləsinin 80% -i toplanan

troposfer adlanan alt hissənin qalınlığı ekvator zonasında 16-18 km, qütb en dairələrində 8-10 km-dir. Troposferdə aşağıdan yuxarıya doğru hər 100 m-dən temperatur 0,6 K (Kelvin) azalır. Havanın temperaturunun hər 200 m-dən dəyişməsini göstərən rəqəm *aerotermik gradiyent* adlanır.

Troposferin üstündə, yer səthindən 55 km hündürlüyə qədər olan hava qatı *stratosfer* adlanır. Ümumi hava kütləsinin 20%-i burada toplanmışdır. Troposferlə stratosferi temperaturu 190-220 K-nə çatan *tropopauza* ayırır.

Yer səthində təxminən 25 km hündürlükdə stratosferdə temperaturun belə artımı stratosferin üst səthində ultrabənövşəyi şüaları toplayan ozonun miqdarının artması ilə əlaqədardır.

Stratosferin üstündə 80 km hündürlüyə qədər *mezoffer*, 80 km-dən başlayaraq 800-1000 km hündürlüyə qədər *termoffer* və nəhayət, 800-1000 km hündürlükdən başlayaraq atmosferin üst hissəsində *ekzosfer* yerləşir. Stratosferdən yuxarıda olan hissələrdə toplanmış hava kütləsi, atmosfer havasının təxminən 0,5 %-ni təşkil edir.

Təxminən 200-300 km hündürlükdən başlayaraq 800-1000 km-ə qədər havanın temperaturu sabit qalır (1000K-ə yaxındır).

Ekzosfer həmçinin *havanın seyrəkləşmə sferi* deyilir. Bu sferdən hidrogen və helium atomları atmosferdən ayrılib planetlərarası fəzaya gedə bilir.

Atmosferin tərkibinə gəlincə qeyd edək ki, yer səthində quru hava 78,08 % azot, 20,95 % oksigen (bunun təxminən 10^{-6} %-i ozondur), 0,93 % argon və 0,03 % karbon oksidindən (CO_2) ibarətdir. Hidrogen, neon, helium, metan və kriptonun cəmi - 0,1%-dən azdır.

Təxminən 90-100 km hündürlüyə qədər atmosfer qatında havanın əsas tərkib hissəsi nisbətən sabit qalır. Atmosferin bu hissəsinə *homosfer* adı verilmişdir.)

Atmosferdə suyun miqdarı $(1,3-1,5) \cdot 10^{16}$ kq-a çatır. Suyun (su buxarının, su damcılarının, buz kristallarının) əsas hissəsi troposferdədir. Yuxarıya doğru suyun miqdarı kəskin surətdə

azalır. Havanın aerozol komponentləri olan torpaq, üzvi və kosmik mənşəli toz, duda, mineral duzlar, kül həm kəmiyyət, həm də keyfiyyətcə xeyli dəyişkəndir. Troposferin üst hissəsində və stratosferdə atmosfer havasının tərkibində böyük əhəmiyyətə malik olan ozonun miqdarı artır. Ozonun ən çox toplandığı hissə 21-25 km hündürlükdədir. Günəşin qısalalğalı və korpuskulyar şüalanması nəticəsində 50-400 km hündürlük lərdə atmosfer qazları ionlaşmaya məruz qalır. Ən böyük ionlaşma 250-300 km hündürlük zonasında baş verir. Məhz bu zonada atmosferin elektrik keçiriciliyi yer səthinə nisbətən 10^{12} dəfə artıqdır.

(Atmosferdə gedən dissosiasiya, ionlaşma, qravitasiya ayrılmazı prosesləri təsirindən onun üst qatlarında havanın tərkibi müxtəlidir.) Belə ki, təxminən 200 km hündürlüyü qədər havanın əsas komponenti azotdur (N_2). Bundan yuxarıda atom halında olan oksigen üstünlük təşkil edir, 600 km hündürlük də helium əsas komponent olur. İki min km və daha hündürdə Yerin "tacını" əsasən hidrojen təşkil edir.

Yerdə fiziki, kimyəvi və bioloji proseslərin əsas enerji mənbəyi olan Günəşin elektromaqnit şüalanması atmosfer vasitəsilə yer səthinə gəlib çatır. Atmosfer bizi Günəşin məhvedici qısalalğalı şüalanmasından qoruyur. Su buxarı və karbon oksidi infraqırmızı şüalanmanı troposfer və stratosferdən aşağı buraxmir. Məhz atmosferə görə fəzadan Yerə düşən mülərlə meteorit yerə az ziyan vurur.

(Ayda atmosfer olmadığı üçün ora düşən meteoritlər onun səthini xeyli dağıtmışdır. Atmosferdə olan karbon oksidi və su buxarı parnik effekti yaradır, Yerin istiliyinin fəzaya getməsinə mane olur. Alımlar müəyyən etmişlər ki, Yerin atmosferi olmasaydı, yer səthində orta illik temperatur indiki kimi $14,8^{\circ}\text{C}$ deyil, -23°C olardı.)

Yer üzündə bir sıra geoloji proseslərin baş verməsinə səbəb atmosferdir. Küləyin geoloji fəaliyyəti buna ən gözəl misaldır. Atmosferin ümumi cərəyanı ilə buxarlanma, yağıntı, iqlim şəraiti və s. sıx əlaqədardır.

Bir sözlə, atmosfer Yerin inkişafında mühüm rol oynayır,

bizi bütün canlılar aləmini yaşıdır, min cür bələdan xilas edir. Ancaq biz onun qədrini bilmirik. Yuxarıda atmosferin tərkibi verilmişdir. Ancaq, əslində hazırda atmosferin tərkibini insanlar öz pozucu fəaliyyətləri ilə xeyli dəyişmişlər.

Karbon oksidinin parnik effekti də yuxarıda qeyd edilmişdir. Bu birləşmə ilə bərabər azot oksidləri, flüorxlorkarbonlar və metan da belə effektin yaranmasına, yəni yer səthində istiliyin fəzaya getməsinə mane olur. Bu isə yer üzündə temperaturun insanlara təhlükə yaradacaq dərəcədə yüksəlməsinə səbəb ola bilər. Məhz buna görə insanlar atmosferdə belə qazların, xüsusən get-gedə artmaqda olan metanın toplanıb daha da artmasına şərait yaratmamalıdırular.

Metan qazının havada miqdarının dəyişməsi ilə əlaqədar olan bəzi məlumatlarla tanış olaq. Bu məqsədlə Amerika alimləri Qrelandiya buzlaqlarında toplanmış havanın tərkibini öyrənmişlər. XVI əsrin axırına qədər bu buzlaqlardakı havanın tərkibində metanın miqdarı milyonda 7 hissə təşkil edirdi, yəni milyon hissə havanın 7 hissəsi metan imiş. 1915-ci ildə həmin buzlaqlarda bir milyon hissə havanın 12,5 hissəsi metan imiş. O vaxtdan bəri isə atmosfer havasında metanın artma sürəti 20 dəfə yüksəlmış və ya ildə 1,7 % olmuşdur. Müqayisə üçün göstərmək olar ki, karbon oksidinin illik artımı 0,5%, diazon oksidininki - 0,2 % və ftorxlorkarbonunku - 4-5 % təşkil etmişdir. Hazırda dünya ictimaiyyətinin təbiətin mühafizəsi fəaliyyəti nəticəsində ftorxlorkarbon istehsalı xeyli azaldılmış və gələcəkdə bu birləşmələrin istehsalı tam dayandırılacaqdır. Ftorxlorkarbonlar-freonlar atmosferdə ozonun miqdarının azalmasına, ozon qatında deşik əmələ gəlməsinə səbəb olmuşdur. Ozon deşiyi genişlənərsə Güneş şüalanması yer üzündə olan bütün canlıları məhv edə bilər. Lakin, təessüf ki, atmosferə metan tullantısı get-gedə artacaqdır. Alimlərin ən sadə hesablamaları göstərir ki, metanın atmosferdə konsentrasiyasının sürəti indiki səviyyədə qalarsa, 15 il ərzində troposferdə bu qazın miqdarı 30 %-ə qədər artar. Təkcə bunun nəticəsində yer üzündə orta temperatur 0,1K yüksələr, bu isə mütəxəssislərin fikrincə az deyil.

Bundan başqa güman edilir ki, metan da atmosferin ozon qatına fторlorkarbonlar-freonlar kimi təsir göstərə bilər. Əgər bu fərziyyə həqiqətə uyğundursa, vəziyyət gərginləşə bilər. Gələcəkdə yanacaq yer qabığının daha dərin qatlarından istehsal ediləcək və əsasən qazdan (başlıca olaraq metandan) və xeyli metanlı kömürdən ibarət olacaqdır. Elə hazırda da havada metanın miqdarının artması, əsasən neft, qaz və kömür yataqlarının işlənməsi ilə əlaqədardır. Hazırda antropogen mənbələrindən havaya ildə 30-50 mln. t metan atılır. Şimal yarımküresinin kontinentləri üzərində havanın milyon hissəsində metanın miqdarı müxtəlif rayonlarda 13-dən 23 hissəyə qədərdir. Havada metanın miqdarı ən çox (milyonda 50 hissəyə qədəri) böyük şəhərlərin neft, qaz və kömür yataqları olan rayonların atmosferindədir. Biz havada təkcə metanın artması ilə yaranan təhlükələrdən danışdıq. Ancaq, təəssüf ki, insanlar düşünülməmiş fəaliyyətləri nəticəsində nəfəs aldıqları havaya minlərlə zəhərli birləşmələr qatırlar. Yaşamaq istəyənlər buna son qoymalıdır.

HİDROSFER

Yerin su qatına *hidrosfer* deyilir. Hidrosferin ümumi həcmiminin 94 %-ə yaxın hissəsini okean və dənizlər, 4 %-ni yeraltı sular, 2 %-ə yaxını Arktika, Antarktida, Qrelandiya və başqa buzlaq və qarla örtülü sahələr, 0,4 %-ni isə çay, göl və bataqlıqlar təşkil edir. Atmosferdə və canlı orqanizmlərdə də bir qədər su vardır. Yer səthində buxarlanması və yağıntı bərabərdir.

Hidrosferin suyunda, demək olar ki, bütün kimyəvi elementlərə rast gəlinir. Onun orta kimyəvi tərkibi okean suyunun tərkibinə yaxındır. Bu da təbiidir. Okean və dənizlərdə, yuxarıda qeyd edildiyi kimi, hidrosfer suyunun 94 %-i toplanmışdır. Hidrosfer suyunun tərkibində oksigen, hidrogen, xlor və natrium üstünlük təşkil edir. Yerin quru hissəsinin sularında karbonatlar daha çoxdur. Qurunun suları, adətən, az minerallaşmış və içməlidir. Çay və şirin sulu göllərin duzluluğu 50-1000 mq/kq-a

qədər olur.

Dəniz suyunun duzluluğu 1-2 %-dən (Baltik dənizinin Fin körfəzi) 41,5 %-ə qədər (Qırmızı dəniz) dəyişir. Ölü dənizdə suyun duzluluğu 260 %-ə çatır. Bəzi yeraltı sularda hətta 600 % duzluluq müəyyən edilmişdir.

Hidrosfer suyunun müasir kimyəvi tərkibi maqmatik süxurların kimyəvi aşınması və mantianan qazsızlaşması nəticəsində yer səthinə çıxan materiallarla əlaqədardır.

Okean suyunda olan natrium, maqnezium, kalsium, kalium, stronsium kimi kationlar çay axınları ilə gətirilmişdir. Xlor, kükürd ftor, brom, yod, bor və okean suyunda anion rolu oynayan bəzi elementlər, əsasən, sualtı vulkanların püskürmə məhsuludur. Hidrosferdə olan karbon, azot, sərbəst oksigen və bəzi başqa elementlər suya atmosferdən, qurunun və okeanın canlı orqanizmlərindən keçmişdir.

Okeanların üst hissəsində (200-300 m dərinliyə qədər) suyun temperaturu dəyişkəndir; iqlim zonasından, ilin fəsillərindən asılı olaraq, 25°C -dən (ekvatorda) 0°C və daha aşağı temperatura qədər (qütb sahələrində) dəyişir.

Dərinliklə əlaqədar olaraq, həmçinin müxtəlif isti və soyuq su cərəyanları nəticəsində suyun temperaturunun dəyişməsi müxtəlif okean və dənizlərdə bir qədər fərqlənir. Lakin bir qayda olaraq ekvator zonasında və tropik ölkələrdəki okean və dənizlərdə 300-500 m dərinliklərdə suyun temperaturu tez azalır, 500 m-ə qədər su nisbətən az soyuyur. 1500 m-dən dərinlərdə isə, demək olar ki, suyun temperaturu dəyişmir. Okeanın dibində temperatur 0°C -dən 2°C -yə qədərdir. Məlumat iqlimli ölkələrdə dərinliklə əlaqədar suyun temperaturu az dəyişir. Qütb zonalarında isə 50-100 m dərinliyə qədər suyun temperaturu azalır, 100 m-dən 500 m-ə qədər bir az artır, 500 m-dən başlayaraq tədricən 0°C -yə enir. Ekvator zonasında okeanın üst hissəsində suyun sıxlığı - $1,02204 \text{ q/sm}^3$, ekvatorдан uzaqlarda - $1,0275 \text{ q/sm}^3$ -ə çatır.

Okeanlarda 150-200 m dərinliyə qədər su qatının cərəyanı və yerdəyişməsi hakim küləklərin təsirində yaranan su

axınları ilə, böyük dərinliklərdə isə suyun temperatur və duzluluqla bağlı olan sıxlığının dəyişməsi ilə əlaqədardır.

Okeanlar və ümumiyyətlə, hidrosfer bəşər həyatında və Yerin inkişafında mühüm rol oynayır. Məlumdur ki, susuz həyat mümkün deyil. Okeanlar yeni çöküntülər yaranan sedimentasiya hövzələridir. Onlar təbiətdə su cərəyanını şərtləndirir, iqlim şəraitinə təsir göstərir, həmçinin insanların tükənməz qida mənbəyidir.

Çaylar içməli su mənbələri olmaqla bərabər, okeanlara və dənizlərə ildə 17 mlrd. t-dan artıq süxur qırıntıları və başqa material gətirir və yeni çöküntülərin, çökmə faydalı qazıntı yataqlarının yaranmasını təmin edir. Göllərin də geoloji fəaliyyəti diqqətəlayiqdir. Bir sözlə, Yerin bütün geosferlərinin, o cümlədən hidrosferin özünəməxsus əvəzolunmaz yeri var.

LİTOSFER, MANTİYA VƏ YERİN NÜVƏSİ

7-ci cədvəldə Yerin geosferlərinin bəzi səciyyəsi verilir. Yerin quruluşunu əks etdirən bu model zonal quruluşlu modeldir. Bu fikrin tərəfdarlarından B.M.Qoldşmidt, A.Y.Fersmanı və b.-ni göstərmək olar. Ancaq belə bir fikir də var ki, Yerin kimyəvi tərkibi, demək olar ki, onun bütün hissələrində təxminən eynidir. Fərq yalnız ondadır ki, müxtəlif sıxlığı olan hissələr silikat maddəsinin yüksək dərəcədə sıxlaması nəticəsində "metallaşma" vəziyyətinə keçmişdir. Bu fikrin tərəfdarlarından petrograf B.N.Lodoçnikovu, B.Ramzeyi və b. göstərmək olar. Yerin quruluşu haqda başqa modeller də vardır. Məsələn, A.F.Kapustinskinin termodynamik, kimyəvi və kvant-mexaniki üsullar əsasında işləyib-hazırladığı modeli göstərmək olar. Lakin yeni geofiziki tədqiqatlar və yüksək təzyiqli fizika sahəsində əldə edilən nəticələr göstərir ki, Yerin müxtəlif geosferlərinin kimyəvi tərkibi də müxtəlifdir.

V.Qoldşmidtin 1922-ci ildə təklif etdiyi modelə görə Yer səthindən 120 km dərinliyə qədər adı silikatlardan ibarət qat,

onun altında 2900 km dərinliyə qədər eklogit və sulfid-oksid qatları, nəhayət, 2900 km-dən dərində nikelli dəmirdən ibarət nüvə yerləşir. Qeyd edək ki, tədqiqatçıların əksəriyyəti Yerin nüvəsini nikelli dəmirdən ibarət sayırlar.

Yerin geosferlərinin səciyyəsi (B. Meysona görə)

Cədvəl 7

Geosferlər	Qalımbıq, km	Həcmi, 10^{27} sm ³	Orta sıx lığı, g/sm ³	Kütlesi 10^{27}	q %
Atmosfer	-	-	-	0,000	0,00009
Hidrosfer (orta)	3,8	0,00137	1,03	0,001	0,024
Yer qabığı	30	0,015	2,08	0,043	0,7
Mantiya	2870	0,892	4,5	4.054	67,8
Nüvə	3471	0,175	10,7	1,876	31,5
Yer bütöv- lüklə	6371	1,083	5,52	5.874	100,000

1925-ci ildə Q.S.Vaşinqtonun təklif etdiyi sxemə görə yer səthində 40 km dərinliyə qədər qranit qatı, onun altında bazalt qatı, sonra 1500 km dərinliyə qədər peridotit qatı, 1500 km dərinlikdən başlayaraq 2900 km-ə qədər ferrospor və litospor qatları, nəhayət, 2900 km dərinlikdən nüvə başlanır. A.Y.Fersmanın 1933-cü ildə irəli sürdüyü modelə görə yer səthindən 70 km dərinliyə qədər qranit-bazaltdan ibarət olan yer qabığı, onun altında 1200 km dərinliyə qədər davam edən peridotit qatı, bu dərinlikdən 2450 km dərinliyə qədər filiz qatı, 2450 km-dən 2900 km-ə qədər keçid zonası və 7900 km-dən nüvə başlanır. Nəhayət, Kapustinskiinin təklif etdiyi modelə görə yer səthindən 100 km dərinliyə qədər normal kimyəvi zona, 100 km-dən 2900 km-ə qədər dəyişilmiş (törəmiş) kimyəvi zona, onun altında sıfırlıq kimyəvi zona yerləşir.

A.F.Kapustinskiyə görə Yer kürəsi üç konsentrik qatdan

(geosferdən) ibarətdir: perisfer, intersfer və mərkəzi sfer. Perisferin qalınlığı Yerin müxtəlif sahələrində 50 km-dən 120 km-ə qədərdir. Kapustinskinin *perisfer* adlandırdığı qat başqa müəlliflərin *litosfer* adlandırdığı qata uyğundur. İntersfer eklogit qatına, yaxud mantiyaya müvafiqdir və perisfer qurtaran dərinlikdən başlayaraq 2900 km dərinliyə qədər davam edir. Mərkəzi sfer başqa tədqiqatçıların *Yerin nüvəsi* adlandırdığı və Yerin mərkəzini təşkil edən hissəyə müvafiqdir. Kapustinskiyə görə Yeri təşkil edən maddə yer səthindən başlayaraq nüvəyə qədər tədricən dəyişir. Belə ki, perisferin təşəkkül tapıldığı maddədə normal kimyəvi reaksiyalar baş verir, o əsasən sūlb (bərk) vəziyətindədir və kristallik quruluşa malikdir.

İntersfer yüksək dərəcədə sıxılmış silikat sistemlərindən ibarətdir. Burada oksid və sulfidlərə də rast gəlinir. Bu geosferdə yüksək təzyiq və yüksək temperatur hökm sürür. Belə ki, 2000 km dərinlikdən başlayaraq 2900 km-ə qədər təzyiq $2770 \cdot 10^4$ Pa ilə $1956 \cdot 10^4$ Pa arasında dəyişir. Belə yüksək təzyiq təsirindən maddəni təşkil edən kimyəvi elementlərin xassələri dəyişir. Atomların elektron izomeri baş verir və Yerin bu geosferinə müvafiq dərinliklərdə baş verən proseslər bizi məlum olmayan qanunlar üzrə gedir. Mərkəzi sferin maddəsi isə kimyəvi xassələrdən məhrumdur. Yüksək təzyiq nəticəsində atomların elektron şəbəkəsi pozulduğu üçün elektron mübadiləsindən ibarət olan kimyəvi proseslər burada baş vermir. Kapustinski mərkəzi sferi *kimyəviliyi sıfır olan qat* adlandırır.

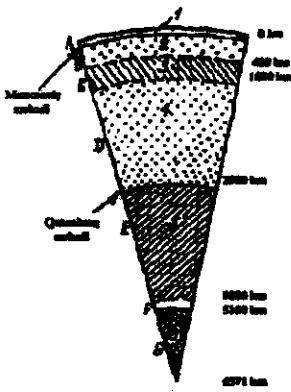
Kimyəvi tərkiblərindən asılı olmayaraq son dərəcə yüksək təzyiq təsirindən təbiətdə rast gələn bütün maddələr quruluşu eyni olan metala çevrilir. Güman edilir ki, mərkəzi sfer sərtliyi polada müvafiq olan və mayelərin bəzi xassələrinə malik olan kvazikristallik mayedən ibarətdir. Qeyd etmək lazımdır ki, laboratoriya şəraitində xeyli yüksək təzyiq tətbiq etməklə ($5 \cdot 10^{11}$ Pa) aparılan eksperimentlər nəticəsində silikatların metallik vəziyyətə keçməsi müşahidə edilməmişdir. Buna görə də metallaşmış nüvənin varlığı şübhəli sayılır. Digər tərəfdən geofiziki tədqiqatlar göstərir ki, həqiqətən Yerin nüvəsinin xeyli

hissəsi maye halındadır. Bu fikri, xüsusilə seysmik dalğaların Yerin nüvə hissəsində müşahidə edilən sürəti, bu dalğaların o zonada qismən udulması,itməsi təsdiq edir.

Bələliklə, deyilənlərdən və 2-ci şəkildən göründüyü kimi Yerin daxili quruluşu haqda müxtəlif fikirlər, bu fikirləri əsaslandıran sxemlər vardır. Bununla bərabər Yerin daxili quruluşunu əks etdirən ümumiləşdirilmiş sxemlər də vardır. 16-ci şəkildə Yerin daxili quruluşunu əks etdirən geniş yayılmış sxem verilmişdir.

Bu sxemdə yer səthindən onun tam mərkəzinə qədər göstərilən kəsilişdə geosferlər, onların sərhədləri və bəzi müəyyən fiziki məna və əhəmiyyət kəsb edən sərhədlər verilmişdir. Şərti işaretlərdən göründüyü kimi 1 rəqəmi və A hərfi ilə yer qabığı, 2 rəqəmi və B hərfi ilə Moxoroviç sərhədindən başlayaraq Yerin 400 km dərinliyinə qədər davam edən üst mantiya, 3 rəqəmi və C hərfi ilə 400 km-dən başlayaraq 1000 km-ə qədər davam edən keçid zonası, 4 rəqəmi və D hərfi ilə 1000 km dərinlikdən 2900 km-ə qədər davam edən alt mantiya, 5 rəqəmi və E hərfi ilə 2900 km-dən 5000 km-ə qədər nüvənin xarici hissəsi, 6 rəqəmi və G hərfi ilə 5100 km-dən 6371 km-ə qədər davam edən nüvənin daxili hissəsi göstərilmişdir.

Yerin kimyəvi tərkibi, onu təşkil edən elementlərin miqdarı məsələsinə gəlincə qeyd edilməlidir ki, bu haqda texniki ədəbiyyatda müxtəlif rəqəmlərə rast gəlinir. Geokimya sorğu kitabından (müəllifləri Q.V.Boytkeviç və b., 1990) alınmış (ixtisarla) Yerin əsas tərkib elementlərinin miqdarı 8-ci cədvəldə



*Şəkil 16. Yerin daxili quruluşunun sxemi
1-yer qabığı; 2-üst mantiya;
3-kecid zonası; 4-alt mantiya;
5-xarici nüvə; F-kecid zonası;
6-daxili nüvə.*

verilmişdir.

Cədvəldən göründüyü kimi, Yer kürəsini təşkil edən əsas elementlər dəmir, oksigen, silisium və maqneziumdur. Bəzi məlumatə görə (Böyük Sovet Ensiklopediyası) orta hesabla dəmirin miqdarı - 34,6 %, oksigeninki - 29,5 %, silisiumunki -

Yerin kimyəvi tərkibi (orta hesabla, %)

Cədvəl 8

Elementlər	A.Fersmana görə	C.Smitə görə	C.Morqan və E.Andersə görə
Oksigen	28,56	31,3	30,12
Natrium	0,52	0,085	0,12
Maqnezium	11,03	13,7	13,90
Alüminium	1,22	1,83	1,41
Silisium	14,47	15,1	15,12
Fosfor	0,12	0,18	0,19
Kükürd	1,44	2,91	2,92
Kalium	0,15	0,013	0,023
Kalsium	1,38	2,28	1,54
Titan	-	0,093	0,08
Xrom	0,26	0,416	0,41
Manqan	0,18	0,047	0,075
Dəmir	37,04	31,7	32,07
Nikel	2,96	1,72	1,82

15,2 % və maqneziumunki -12,7 %-dir. Hazırda yer qabığını üç növə ayıırlar: 1) Okean tipli. 2) Kontinent (qıtə) tipli. 3) Keçid tipli.

Yer qabığının quruda, okeanlarda və onların arasındaki keçid zonalarda tərkibi müxtəlifdir. Quruda, yəni kontinentlərdə, müxtəlif tədqiqatçıların verdiyi məlumatə əsasən yer qabığının hansı kimyəvi birləşmələrdən ibarət olmasını göstərən rəqəmlər həmin sorğu kitabından götürülmüşdür (cədvəl 9).

Kontinental yer qabığının kimyəvi tərkibi (orta hesabla, %)

Cədvəl 9

Komponen tlər	F.Klarka görə	V.Qold-şmidtə görə	A.Vino-qradova görə	S.Teylora görə	D.Ronov və A.Yaroşev-skiyə görə
SiO ₂	60,3	60,5	63,4	60,4	59,3
TiO ₂	1,0	0,7	0,7	1,0	0,7
Al ₂ O ₃	15,6	15,7	15,3	15,7	15,0
Fe ₂ O ₃	3,2	3,3	2,5	7,2	2,4
FeO	3,8	3,5	3,7		5,6
MnO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
MgO	3,5	3,6	3,1	3,9	4,9
CaO	5,2	5,2	4,6	5,8	7,2
Na ₂ O	3,8	3,9	3,4	3,2	2,5
K ₂ O	3,2	3,2	3,0	2,5	2,1
P ₂ O ₅	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2

BİOSFER

Canlı orqanizmlərin yaşayış inkişaf etdikləri atmosferin aşağı hissəsi, hidrosfer və litosferin üst hissəsi *biosfer* və ya *həyat sferi* adlanır. Bu termini ilk dəfə 1875-ci ildə Avstriya geoloqu E.Zyüss təklif etmişdir. Lakin geniş mənada biosfer haqqında elmi XX əsrin 20-30-cu illərində V.İ.Vernadski yaratmışdır. Biosfer yer səthindən təxminən 10-12 km yüksəklikdə, Yer kürəsinin anaerob şəraitdə (havasız mühitdə) bakteriyalar yaşayan 2-3 km və daha böyük dərinlikləri arasındaki məkanla məhdudlaşır.

Canlı maddənin planetar miqyasda geokimyəvi rolü, Yerin geoloji tarixi ərzində orqanizmlərlə ətraf mühit arasında gedən qarşılıqlı maddi və enerji mübadiləsi, biosferin mütəşəkkilliyi Vernadski təliminin əsasını təşkil edir.

Həyat mühiti olan biosferlər, fitogeosferlər, geomeridlər və vitasferdən başqa Yerin canlı maddə ilə genetik əlaqəsi olan

strukturları da biosferə daxildir.

Vernadskinin hesablamalarına görə Yer kürəsində olan canlı maddə kütləsi yer qabığının 0,1 %-dən artıq deyil. Vernadskiyə görə biosfer maddəsi müxtəlif, lakin geoloji cəhətdən bir-birilə qarşılıqlı əlaqədə olan 7 hissədən ibarətdir (canlı maddə, biogen maddə, radioaktiv maddə, kosmik mənşəli maddə, seyrək yayılmış atomlar, atıl maddə və bioatıl maddə).

Biosferin daxilində hər yerdə canlı orqanizmlərə və ya onların biokimyəvi fəaliyyətinin izinə rast gəlinir. Məsələn, kömür və torf yataqları, kəhrəba və s. qədim bitki aləminin biosferdə buraxdığı izlərdir. Mürəkkəb biokimyəvi reaksiyalar nəticəsində yer üzündə torpaq qatı əmələ gəlir. Məlumdur ki, Yerin inkişaf tarixində canlılar aləmi yaranmamış azoy və canlılar aləmi hökm sürən zoy mərhələlərini ayıırlar. Canlılar aləmi yaranandan sonra litosferin tərkibi orqanizmlərin fəaliyyəti nəticəsində əmələ gələn bir sıra mineral və süxurlarla zənginləşir. Biosferdə daim atomların miqrasiyası gedir. Atomlar cansız təbiətdən canlı orqanizmlərə və əksinə, canlı orqanizmlərdən ətraf mühitə - cansız təbiətə keçir.

Biosferin tərkibi və quruluşu müxtəlifdir. Bununla əlaqədar olaraq yer üzündə, atmosferdə və hidrosferdə canlılar aləmi və bu aləmin geoloji keçmişdə biogeokimyəvi fəaliyyətinin izləri də müxtəlifdir. Bu həyat qatında bioloqların verdiyi məlumatə görə təxminən 500 000-dən artıq bitki növü və bir milyondan artıq heyvan növü mövcuddur. Yer kürəsində bitki və heyvan aləminin paylanması da müxtəlif sahələrdə müxtəlifdir. Buna görə də müasir biosferin bir hissəsi olan hidrosferdə bəzi dənizlərdə canlı orqanizmlər geniş inkişaf etmiş, bəzilərində zəifdir, bəzilərində isə (Qırmızı dəniz, Urmiya gölü) heç yoxdur. Okeanların dayaz hissələrində canlı orqanizmlər xeyli inkişaf etdiyi halda, dərinliklərdə onların miqdarı və növlərinin sayı azdır.

Səhralarda, bataqlıq ərazilərdə canlılar aləmi zəif inkişaf etmişdir.

Biosferdə canlı orqanizmlərin rolü son dərəcə böyükdür. Onların iştirakı ilə Yer kürəsində baş verən kimyəvi, biokimyəvi

və biogeokimyəvi proseslər müxtəlif səciyyə daşıyır. Bu proseslər canlı orqanizmlərin xarici mühitdən kimyəvi elementləri mənimşəməsinə, süxur və mineralların tərkibində müəyyən dəyişikliklərin əmələ gəlməsinə, yeni faydalı qazıntıların yaranmasına səbəb olur və ümumiyyətlə, biosferin yeni keyfiyyət kəsb edib, noosfer vəziyyətinə keçməsində mühüm rol oynayır.

Biosferdə olan canlı maddə fəal bir enerji mənbəyi kimi yer qabığının böyük maddi kütlələrini hərəkətə gətirir, torpaq qatı süxur və mineralların əmələ gəlməsində iştirak edir, yerin mikro və mezorelyefinə təsir edir. Canlı orqanizmlər Günsə enerjisinin yer qabığında toplanmasıia imkan yaradır, atmosferin tərkibinin tənzim olunmasına kömək edir. Bir sözlə, biosferin canlı orqanizmləri mühüm geoloji və biogeokimyəvi amildir.

Bəşəriyyətin qlobal miqyasda biosferin strukturuna və kimyəvi tərkibinə göstərdiyi təsir onun xeyli dəyişməsinə əsaslanır. Belə ki, kosmik fəzada uçuşlar, süni peykər, nüvə partlayışları, faydalı qazıntı yataqlarının işlənməsi, bataqlıqların qurudulması, meşələrin qırılması, yeni meşə zolaqlarının salınması, xam torpaqların mənimşənilməsi, yeni kəndlər, qəsəbələr, şəhərlər, dəmir və şose yollarının inşa edilməsi, süni su hövzələrinin yaranması, bir sözlə, insan fəaliyyəti-biosferin ilkin, təbii halını dəyişib, yeni vəziyyətə salır. Buna görə də hazırda "biosfer və insan" problemi bütün dünyada elm mərkəzlərinin, institut və laboratoriyaların geniş miqyasda tədqiq edərək araşdırıldığı son dərəcə mühüm və təxirəsalınmaz problemdir.

DÖRDÜNCÜ FƏSİL

SÜXURLAR, ONLARIN TƏRKİBİ VƏ TƏSNİFATI

MİNERALALAR HAQQINDA ÜMUMİ MƏLUMAT

Süxurlar tərkib etibarilə təbii kimyəvi birləşmələr və ya sərbəst elementlərdən təşəkkül tapmış minerallardan ibarətdir. Hər süxurun tərkibində bir və ya bir neçə mineral ola bilər. Müxtəlif tədqiqatçılar mineral məshhumunun tərifini müxtəlif cür vermişlər. Məşhur geokimyaçı alim V.I.Vernadskiyə görə mineral - Yerdə baş verən kimyəvi reaksiyaların fiziki və ya kimyəvi cəhətdən fərdləşmiş, kimyəvi molekullardan ibarət olan məhsuldur. Boldirev, Qriqoryev və b. mineralın tərifini başqa şəkildə vermişlər. Bizcə Vernadskidən sonra Sobolevin verliyi tərif - daha sadə və məqsədə uyğundur. Sobolevə görə minerallar yer qabığının geokimyəvi proseslər nəticəsində əmələ gelmiş bərk, fiziki-kimyəvi mənada bircinsli tərkib hissələridir.

Mineralogiya sahəsində çalışan alımların əksəriyyətinin fikrincə mineralalar ancaq bərk halda olur. Lakin Vernadski maye (civə) və qaz (hidrogen-sulfid, karbon oksidi) halında olan mineralların da varlığını göstərmişdir.

Mineralaların öyrənilməsi ilə mineralogiya elmi məşguldur. Bu elmin Rusiyada müvəffəqiyyətləri bir çox alımların adları ilə bağlıdır. Bunların içərisində xüsusiilə Severqini, Kokşarovu, Fedorovu, Vernadskini, Fersmanı göstərmək olar. V.I.Vernadskinin tədqiqatları geologiya, geokimya və başqa sahələrdə olduğu kimi mineralogiya sahəsində də dərin iz buraxmışdır. Azərbaycanın tanınmış və görkəmli mineraloloqu professor Aslan Vəzirzadə bu sahədə qiymətli işlər görmüşdü. Xarici ölkələrin alımlarından Çermak, Qrot, Dana və b.-nın bu sahədə böyük xidmətləri vardır.

Təbiətdə 3000-dən artıq mineral müəyyən edilmişdir. Bunların kiçik bir qismi, əsasən 25-i süxur əmələ gətirən minerallardır. Yer qabığında ən geniş yayılmış minerallar məhz

süxurəmələgətirənlərdir.

Minerallar kristallik və amorf halda olur. Kristallik halda olan mineralin maddasını təşkil edən zərərlər müəyyən qanuna uyğunluqla yerləşir. Kristalın forması maddənin quruluşundan, onun kristallik səbəkəsindən asildir. Kristal üçün anizotroplıq, yəni kristal təşkil edən maddənin fiziki xassələrinin müxtəlif istiqamətlərdə müxtəlif olması səciyyəvidir.

C Amorf minerallarda maddənin zərərləri qeyri-müntəzəm halda yerləşir. Onların fiziki xassələri, məsələn, istilik və elektrik keçiriciliyi və başqa xassələri, müxtəlif istiqamətlərdə təxminən eyni olur.

Kimyəvi tərkiblərinə görə bütün mineralları bəzi tədqiqatçılar 8, bəziləri 10 sınıfə bölgülər. Bu kitabda L.Berri, B.Meyson və R.Ditrixin təsnifati verilmişdir.

1. Təbii saf (xalis) elementlər (külcələr) - bir elementdən, həmçinin izomorf qarışıqlardan, məhlullardan, ərintilərdən və bir neçə elementin intermetallik birləşmələrindən ibarətdir. Yer qəbiğində 50-yə qədər saf (xalis) təbii elementlərə rast gəlinir. Bunlardan ancaq almaz, qrafit, kükürd, qızıl, platin, qalay, stibium, civə, qurğuşun mineral halında rast gəlinir. Adları çəkilən elementlərdən isə geniş yayılanları və yataq halında rast gələnləri almaz, qrafit, kükürd, qızıl, platin, gümüş, mis və dəmirdir. Kobalt, manqan, rutenium, rodium kimi elementlər ancaq izomorf qarışıqlar halında rast gəlir. Qalan xalis elementlər ancaq cüzi miqdarda yayılmışdır.

Mənşələrinə görə xalis elementlər 3 qrupa bölünür:

1) endogen mənşəli - platin, osmium, iridium, radium, palladium, rutenium, nikel, bismut, almaz, qrafit;

2) ekzogen mənşəli - civə, sink, qurğuşun, selen, arsen, stibium;

3) həm endogen, həm də ekzogen mənşəli - qızıl, gümüş, mis, dəmir, kükürd.

2. Sulfidlər və sulfoduzlar - metalların və bəzi qeyri-metalların təbii kükürdlü birləşmələridir. Kimyəvi cəhətdən sulfidlər hidrogen-sulfidin duzlarıdır. Pirit (FeS_2), halenit (PbS),

kinovar (HgS), molibdenit (MoS_2), sfalerit (ZnS), antimonit (Sb_2S_3) və bu kimi başqa mineralların sayı 200-ə qədərdir.) Bu minerallar süxur əmələ gətirən deyildir. Onlar əsasən hidrotermal mənşəlidir. Lakin bəzi sulfidlər reduksiya şəraitində ekzogen proseslər nəticəsində əmələ gelir. Sulfidlər mis, gümüş, cıvə, sink, qurğuşun, stibium, kobalt, nikel və başqa metallar üçün əlverişli filizlər sayılır.

Antimonitlər, arsenidlər sulfidlərə yaxın olduğu üçün bu sinfə aid edilir.

Sulfoduzlar tioturşuların duzlarından ibarət olan minerallardır. Bunlara *tioduzlar* da deyilir. Tioarsenli - $H_3[AsS_3]$, tiostibiumlu - $H_3[SbS_3]$, tiobismutlu $H_3[BiS_3]$ tioarsen - $H_3[AsS_4]$, tiostibium - $H_3[SbS_4]$ tiovanadium - $H_3[VS_4]$, tioqalay - $H_2[SnS_3]$ turşularının duzlarından ibarət olan minerallara rast gəlinir. Bunlar müvafiq olaraq *tioarsenitlər*, *tioantimonitlər*, *tiobismutitlər*, *tioarsenatlar*, *tioantimonatlar*, *tiovanadatlar*, *tioqalaylar* (*tiostannatlar*) adlanır.

(3. Haloidlər. Bu sinfə xlorlu, bromlu, yodlu birləşmələr daxildir. Bunlardan halit ($NaCl$), silvin (KCl), villiamit (NaF), bromarqirit və ya bromirit ($AgBr$), xlorarqirit və ya kerarqirit ($AgCl$), yodarqirit və ya yodirit (AgY), flüorit (CaF_2), sellait (MgF) və bu kimi başqa mineralları (100-ə qədər) göstərmək olar. Haloidlərdən ən geniş yayılmış minerallar xörək duzu-halit və silvindir. Silvin duz yataqlarında geniş yayılmışdır.

(4. Sulfatlar, xromatlar, molibdatlar, volframatlar. Sulfatlar tərkibcə kükürd turşusunun (H_2SO_4) duzlarından ibarətdir. Barit ($BaSO_4$), anhidrit ($CaSO_4$), anqlezit ($PbSO_4$), selestin ($SrSO_4$), sinkozit ($ZnSO_4$), arkanit (K_2SO_4), tenardit (Na_2SO_4) susuz sulfatlara, gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), epsomit ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$), mirabilit ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$), xalkantit ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) sulu sulfatlara aiddir. Ümumiyyətlə, 260-a qədər sulfatlar sinfinə daxil olan mineral vardır. Bəzi sulfatlar: məsələn, gips, anhidrit, süxurəmələgətirən minerallara aid edilir. Susuz sulfatların bir qisminin tərkibində hidroksil (OH) ionu iştirak edir. Məsələn, broşantit - $CuSO_4(OH)_6$, antlerit - $Cu_3(SO_4)(OH)_4$, alunit

$\text{KA}_1\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$, yarozit $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ belə mineral-lardandır. Xromatlar nadir minerallar sayılır. Bunlara misal krokoit PbCrO_4 mineralini göstərmək olar. Molibdatlar molibden turşusunun - H_2MoO_4 duzlarından ibarət olan minerallardandır (məs., vulfenit $\text{Pb}[\text{MoO}_4]$). Volframatlar volfram turşusunun - H_2WO_4 duzlarıdır (məs., volframit - $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$.)

(5. Oksidlər və hidroksidlər - metal və qeyri-matəllərin oksigenlə birləşmələridir) Tərkib etibarilə bəsit və mürəkkəb oksidlər və hidroksidlər mövcuddur. Bəsit oksidlər bir elementin oksigenlə birləşməsidir.

İki-, üç-, və dördvalentli elementlərin oksidləri geniş yayılmışdır. A_2O və A_3O_4 tərkibli oksidlərə az təsadüf olunur. Bu formullarda A hərfi ilə birləşmənin kationu, O hərfi ilə - anionu işarə edilmişdir. Kimyəvi xassələrinə görə oksidləri 5 qrupa bölgülər: 1) turşu oksidləri və ya anhidritlər (SiO_2 və b.); 2) əsas və ya qələvi oksidlər (CaO və b.); 3) amfoter oksidlər (Al_2O_3 və b.). 4) indeferent oksidlər (belələri azdır); 5) duzvari oksidlər (FeFe_2O_4 və b.).

Oksidlərdə iştirak edən kationlar əksər hallarda H, Si, Al, Fe, Ti, Cu, Sn, Pb, Mg, As, Sb, Bi, U və nadir hallarda başqa elementlərdir. Oksidlərin təsnifatını kationların (A, B) anionlara (O) olan nisbətinə görə də verirlər. Məsələn, A_2O tipli oksidlərdən kupriti (Cu_2O), AO tiplilərdən-periklazi (MgO), sinkiti (ZnO), AB_2O tiplilərdən spinel qrupu minerallarından spineli (MgAl_2O_4), maqnetiti (FeFe_2O_4), xromiti (FeCr_2O_4), A_2O_3 tiplilərdən hematit qrupu minerallarından korundu (Al_2O_3), hematiti (Fe_2O_3), ilmeniti (FeTiO_3) və b. göstərmək olar.

AO_2 tipli oksidlərə misal rutil qrupunu - rutil (TiO_2), cassiterit (SnO_2), pirolüzit (MnO_2), anataz (TiO_2), brukit (TiO_2) və b. göstərmək olar. Rutil, anataz və brukit minerallarının əsas tərkib elementlərinin eyni olmasına baxmayaraq onların fiziki və kimyəvi xassələrində fərq vardır.

Hidrooksidlər qrupuna brusit - $\text{Mg}(\text{OH})_2$, qıbsit $\text{Al}(\text{OH})_3$, bemit - $\text{AlO}(\text{OH})$, manqanit - $\text{MnO}(\text{OH})$ və başqa minerallar

daxildir.

6. Karbonatlar, nitratlar, boratlar. Karbonatlar karbon turşusunun (H_2CO_3) duzlarından ibarətdir. Ca, Mg, Fe, Mn, Ba, Sr, Pb, Zn, Cu və başqa ikivalentli kationların karbonatları geniş yayılmışdır. Na və K, həmçinin NH_4 kationu ancaq bikarbonatlar əmələ gətirir və ya ikiqat duzların tərkibinə daxil olur. On geniş yayılmış karbonatları kalsit, dolomit və araqonit kimi üç qrupa ayıırlar. Kalsit ($CaCO_3$) qrupuna maqnezit ($MgCO_3$), siderit ($FeCO_3$), rodoxrozit ($MnCO_3$) və smitsonit ($ZnCO_3$) daxildir. Dolomit $CaMg(CO_3)_2$ qrupu minerallarına ankeriti $CaFe(CO_3)_2$, kutnaqoriti $CaMn(CO_3)_2$, araqonit ($CoCO_3$) qrupuna isə viteriti ($BaCO_3$) stronsianiti ($SrCO_3$) və serusiti ($PbCO_3$) misal göstərmək olar.

Nitratlar azot turşusunun (HNO_3) duzlarıdır. Bunları bəzi tədqiqatçılar karbonatlarla bir sınıf aid edirlər. Başqalarının fikrincə nitratlar ayrıca bir sınıf təşkil edir. Bunlardan ən səciyyəvisi K və Na nitratları sayılır. Misal kimi *nitratın* adlanan mineralı ($NaNO_3$) göstərmək olar.

Nitratlar yüksək həllolunma qabiliyyətinə malik ol-duqlarına görə onlara ancaq quru iqlim şəraiti olan ölkələrdə rast gəlinir. İri sənaye əhəmiyyətli yatağı Çili səhralarında, ölkənin şimalındadır.

Boratlar-ortobor turşusunun (H_3BO_3) və hipotetik polibor turşularının ($H_2B_4O_7$, $H_3B_5O_9$ və b.) duzlarıdır. Bunlara misal olaraq boraks (rusca *bura* adlanır) $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, aşarit $Mg[BBO_3]$, uleksit $NaCa(H_2O)_6 [B_5O_7(OH)_4]$, kolemanit $CaB_3O_4(OH)_3 \cdot H_2O$ və bu kimi başqa mineraları göstərmək olar.

7. Fosfatlar, arsenatlar, vanadatlar. Fosfatlar ortofosfor turşusunun (H_3PO_4) duzlarıdır. Bunlar susuz sadə, sulu sadə, hidroksil və ya halogen ionu olan susuz, hidrooksil ionu olan sulu fosfatlar kimi 4 qrupa bölünür. Susuz sadə fosfatlardan ksenotim (YPO_4), monasit (Ce, La, Nd, Th) PO_4 , sulu sadə fosfatlardan vivianit $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$, hidroksil və halogen ionları olan susuz fosfatlardan apatit $Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$, piromorfit $Pb_5(PO_4)Cl_3$, hidroksil ionu olan sulu fosfatlardan

firuze $\text{CuAl}_6 (\text{PO}_4)_4 (\text{OH})_8 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ və ya $\text{CuAl}_6 [(\text{OH})_2 \cdot \text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ minellərini göstərmək olar.

Arsenatlar beşvalentli arsenin turşularının (metaarsen HAsO_3 , ortoarsen H_3AsO_4 , piroarsen $\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_7$) duzlarıdır. Kimyəvi xassələrinə görə arsenatlar müvafiq fosfatlara yaxındır.

Vanadatlar vanadium turşusunun (H_3VO_4) müxtəlif və mürəkkəb duzlarıdır. Bunlar da fosfatlar kimi sulu və susuz qruplara bölünür. Bundan başqa hər qrupa kənar anionlu və kənar anionsuz vanadatlar daxildir. Susuz kənar anionsuz vanadatlardan - puxerit $\text{Bi}(\text{VO}_4)$ susuz kənar anionlulardan - turanit $\text{Cu}_5[(\text{OH})_2/\text{VO}_4]_2$, vanadinit $\text{Pb}_5[\text{Cl}/(\text{VO}_4)_3]$ minerallarını göstərmək olar. Susuz kənar anionsuz vanadatlar nadir hallarda rast gələn minerallardır. Ümumiyyətlə, vanadatlardan 50-yə qədər mineral öyrənilib, təsvir edilmişdir.

Arsenatlar və vanadatlar xassələrinə görə fosfatlara yaxın olduqları üçün onları bir sınıfə aid edirlər.

8. Silikatlar tərkiblərində SiO_2 olan təbii duza oxşar kimyəvi birləşmələrdir. Bütün mineralların təxminən 1/3 hissəsi silikatlar sinfinə daxildir. Yer qabığının, demək olar ki, 95 %-i silikat minerallardan ibarətdir. Bu mineralların təxminən 60 %-i çöl şpatları, 12 %-i isə kvarsdır. Yer qabığında oksigen, silisium və alüminium elementlərinin ən çox yayılmasına müvafiq olaraq silikatlar və alümosilikatlar da geniş yayılmışdır. Demək olar ki, silikatların tərkibində Pt, Pd, Os, İr, Ag, Au, Hg, Se, Te, Be, I, N, W-dan başqa, Mendeleyev cədvəlinin bütün elementlərinə rast gəlinir.

Silikatların bir çox təsnifatı vardır. Silikatlar onların kristallik quruluşu öyrənilənə qədər ortosilikat turşusunun H_4SiO_4 törəmələri olan hipotetik silikat turşularının duzları sayılırdı. Lakin sonralar aydın oldu ki, bu fikir yanlışdır.

Hazırda silikatların təsnifatı onların kristallik strukturlarına görə verilir. Bu baxımdan ortosilikatlar, diortosilikatlar, halqavarı, zəncirvari, laylanmış və karkaslı silikatlar yarımsınıflarına ayrılırlar.

Ortosilikatlardan forsterit Mg_2SiO_4 , diortosilikatlardan

hemimorfit $Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2 \cdot H_2O$, halqavarı silikatlardan benitoit $BaTi(Si_3O_9)$, aksinit $Ca_3Al_2(BO_3)(Si_4O_{12})(OH)$, beril $Be_3Al_2(Si_6O_{18})$, enstatit $Mg_2Si_2O_6$ laylanmış silikatlardan gillilərdən kaolinit $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$, montmorillonit $Na_{0,7}Al_{3,3}Mg_{0,7}Si_8O_{20}(OH)_4 \cdot n(H_2O)$, karkashı silikatlardan çöl şpatı qrupundan ortoklaz və ya çöl şpatı $KAlSi_3O_8$, plaqioklaz qrupundan albit $KaAlSi_3O_8$, anortit $CaAl_2Si_2O_8$, feldşpatitlər qrupundan nefellin (Na, K) $AlSiO_4$, zeolitlər qrupundan lomontit $CaAl_2Si_4O_{12} \cdot 4H_2O$ minerallarını göstərmək olar.

KRİSTALLAR HAQQINDA QISA MƏLUMAT

Yuxarıda deyildiyi kimi mineralalar kristallik və amorf quruluşlu ola bilər. Elementar hissəcikləri (atom, ion, molekul) məkan qrupları və müvafiq şəbəkələrin həndəsi qanunlarına uyğun olaraq yerləşən bərk, müstəvi səthlərlə məhdudlaşmış cismə **kristal** deyilir.

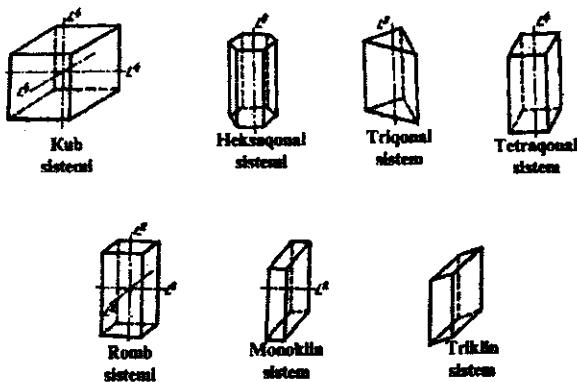
Kristalların əsas xüsusiyyətləri onların bircinsli və anizotrop olmasıdır. Bundan başqa kristalların müstəvi səthlərlə məhdudlaşmış müxtəlif həndəsi formalar alması da onların vacib xassələrindən biridir.

Amorf mineralların heç bir həndəsi forması olmur. Belə mineralarda maddənin elementar hissəcikləri (atom, ion, molekul) qeyri-müntəzəm halda yerləşir.

Bütün kristallar 7 sinqoniyaaya (və ya sistemə) bölünür: 1) triklin, 2) monoklin, 3) romb, 4) trigon, 5) tetragon, 6) heksagon, 7) kub. Bu 7 sinqoniya daxilində 32 sinif ayıırlar. Triklin - 2 (monoedr və pinakoid), monoklin - 3 (domat, sfenoid, prizma), romb - 3 (rombik piramida, rombik disfenoid, rombik dipiramida), trigonal - 5 (trigonal piramida, romboedrik, ditrigonal piramida, trigonal trapesoedr, trigonal skalenoedr), heksagonal - 7 (trigonal dipiramida, heksagonal piramida, heksagonal dipiramida, ditrigonal dipiramida, diheksagonal

piramida, heksaqonal trapesiya, diheksaqonal dipiramida), tetraqonal - 7 (tetraqonal disfenoid, tetraqonal piramida, tetraqonal dipiramida, tetraqonal skalenoedr, ditetraqonal piramida, tetraqonal trapesiya, ditetraqonal dipiramida), kub - 5 (pentaqontritetraedr, didodekaedr, heksatetraedr, pentaqon-trioktaedr, heksaoktaedr) sinfə bölünür. Sinqoniyaların və siniflərin adlarından görünüyü kimi onlar yunanca rəqəm və sözlərdən təşkil olunmuşdur (Şəkil 17). Məsələn, monoklin sözündə mono - bir, klin - ox, triklin sözündə tri - üç, klin - ox, heksaqonal sözündə heksa - altı, qonio - bucaq, tetraedr sözündə tetra - dörd, edr - üz deməkdir.

Kristallar məhlullardan, ərintilərdən əmələ gelir. Bəzi kristallar optiki fəal sayılır, yəni polyarizə olmuş şuanın polyarizasiya səthini firlatma qabiliyyətinə malikdir.



Şəkil 17. Kristallik sinqoniyaların bəsiti kristal nümunələri

SÜXURLAR VƏ ONLARIN TƏSNİFATI

Təbiətdə təsadüf edilən və yer qabığını təşkil edən süxurlar üç böyük genetik sinfə bölünür: 1) çökmə süxurlar, 2)

maqmatik sūxurlar, 3) metamorfik sūxurlar.]

Hər genetik sinif yarımsiniflərə, sonuncular isə qruplara və tiplərə bölünür. Bundan başqa, sūxurları bir sıra xüsusiyyətlərinə görə fasiyalara ayıırlar. Litosferin, yəni yer qabığının əsas hissəsini, təxminən 95 %-ni maqmatik sūxurlar təşkil edir. [Çökəmə və metamorfik sūxurların payına yalnız 5 % düşür.] Yer qabığında mineralların paylanmasına gəlinçə qeyd edək ki, çöl şpatları birinci yerdə durur. Onların miqdarı 60 %-ə yaxındır. Dəmirli-maqneziumlu silikatlar -17 %, kvars - 12 %, mikalar - 4 %, kalsit - 1,5 %, müxtəlif gilli minerallar - 1 %-ə yaxındır. Əlbəttə, yer qabığında ən çox maqmatik sūxurlar yayıldığı üçün mineralların paylanması göstərən rəqəmlər də əsasən maqmatik sūxurların tərkibinə görədir. [Yer qabığının üst hissəsində çökəmə sūxurlar geniş yayıldığı üçün əvvəlcə onların təsvirinə keçək.

[1. Çökəmə sūxurlar. Bu sūxurlar sinfini 3 böyük fasiya qrupuna ayıırlar: dəniz, laqun və kontinent fasiyaları. Hər fasiya daxilində bir neçə makro və mikro fasiyalar ola bilər. Bu fasiya qrupları içərisində dəniz sūxurları daha geniş yayılmışdır.]

1. Dəniz sūxurları. Bu sūxurlar dənizlərdə çökəmə yolu ilə əmələ gəlir. Onların üzərində və ya içində heyvan və bitkilər aləminin qalıqlarına, yəni fauna və floraya təsadüf olunur. Dəniz fasiya qrupu sūxurlarını aşağıdakı 5 nisbətən kiçik fasiyaya bölgülər: 1) lotoral (sahil); 2) nerit (şelfin üst hissəsində əmələ gələn sūxurlar); 3) dənizin nisbətən dayaz (100 m-dən dərin) hissəsində əmələ gələn sūxurlar; 4) batial və ya dərinlik; 5) abissal və ya çox böyük dərinlik fasiyaları.

Çökəmə sūxurların dənizdə əmələ gələn növlərinə misal qumdaşı, alevrolit, əhəngdaşı, gil və s. göstərmək olar. Bunların əsas xüsusiyyətlərindən biri lay və təbəqələr halında olmasıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, dənizdə və okeanda əmələ gələn bəzi çökəmə sūxurlarda nə fauna, nə də flora qalıqlarına təsadüf edilir. Belə sūxurların nisbi yaşıının təyin edilməsi də bir qədər çətin olur. Dəniz sūxurları ilə çökəmə sūxurların ikinci yarımsinfini və ya fasiyasını təşkil edən kontinent çöküntüləri arasında kecid

təşkil edən laqun fasiyası laqun səxurlarıdır. Laqun səxurları da çökkmə yolu ilə əmələ gəlmışdır. Bu çöküntülər ümumiyyətlə, dənizlərin *laqun* adlanan hissəsində suyu şor olan və suyu şirinləşmiş hövzələrdə əmələ gəlir. Belə çöküntülərə misal daş duzu, gipsi və s. göstərmək olar. Laqun fasiyasında suyu şirinləşmiş laqunlar, şor sulu laqunlar və nəhayət, estuari və liman makrofasiyaları ayıırlar. Başqa keçid forması təşkil edən səxurlar da vardır.

2. Kontinent çöküntüləri. Yerin quru hissəsində istər subaeral və istərsə də subakval şəraitdə əmələ gələn bütün çöküntülərə *kontinent çöküntüləri* deyilir. Bu çöküntülərin də müxtəlif fasiya növləri vardır. V.V.Şantser ölüvial sıra, kolluvial sıra, çay dərələri, göllər, üzvi/bataqlıq çöküntüləri, buzlaq sırası, eol sırası fasiyaları ayıır. Adları çəkilən fasiya qrupları haqda kitabın müvafiq fəsillərində məlumat verilir. Kontinent çöküntüləri daxilində fauna və flora ya olmur, ya da onların ancaq yerüstü nümunələri olur. Daha doğrusu, bu çöküntülərə dəniz fauna və florasına rast gəlinmir. Doğrudur, təkrar çökkməyə məruz qalmış bəzi qırıntılarda fossillər olduğuna görə bu çöküntülərdə də bəzi hallarda dəniz fauna və florasına, xüsusən, mikrofaunaya rast gəlinir. Lakin o fossillər həmin kontinent çöküntüləri üçün səciyyəvi sayılmır və onların yaşını təyin etmək üçün yaramır. Məsələn, Abşeron yarımadasının kontinent çöküntülərinin daxilində daha qədim çöküntülər üçün səciyyəvi olan foraminiferlər və başqa mikrofauna nümunələrinə rast gəlinir. Lakin bu fauna onların yaşını təyin etməyə əsas vermir.

Ümumiyyətlə, tərkib etibarilə kontinent çöküntüləri başlıca olaraq qırıntı və gil səxurlarından ibarət olur. Eyni zamanda bu çöküntülərlə üzvi və kimyəvi mənşəli (organogen və xemogen) maddələrə rast gəlinir. Axırıncılara göl çöküntülərini misal göstərmək olar. Göllərdə karbonat və halogen çöküntülər, sapropellər, boksitlər, diatomitlər və s. əmələ gəlir. Balxaş gölündə əmələ gəlmış sapropelitləri akad. N.L.Zelinski *balxaşit* adlandırmış, onların kimyəvi tərkibini ətraflı öyrənmişdir.

Müxtəlif iqlimi olan sahələrin istər müasir, istərsə də

qədim kontinent çöküntüləri bir-birindən müəyyən xüsusiyyətləri ilə fərqlənir. Belə ki, bunların bəziləri qırmızı, bəziləri əlvan rəngli faydalı qazıntılarla (məs., boksite və ya kaolinitlə) zəngin olur, bəziləri isə başqa xüsusiyyətlərlə səciyyəvidir.

(M.S.Şvets çökkmə süxurları litoloji tərkiblərinə görə üç qrupa bölür: 1) qırıntı süxurlar; 2) gilli süxurlar; 3) kimyəvi və üzvi (organogen) süxurlar.)

Qırıntıların ölçülərinə və formalarına görə birinci qrupda psefit, psamit və alevrit tipli süxurlar ayrılır: 1) psefit (kobudqırıntılı) süxurlar - əsasən ölçüləri 1 mm-dən artıq olan (50 %-dən çox) qırıntılarından ibarətdir; 2) psamit (qum) süxurlar - dənələrinin ölçüləri 1 mm-dən 0,1 mm-ə qədərdir; 3) alevrit süxurlar - dənələrinin ölçüləri əsasən, 0,1 mm-dən 0,01 mm-ə qədərdir. Adları çəkilən bu süxurların həm ovulan, həm də sementləşmiş, həm hamar, həm də qeyri-hamar növləri vardır.

(Psefitlərin sementləşmiş növləri brekçiya və konqlomeratdan ibarətdir. Brekçiya hamarlanmış kəsək, qırmadaş və başqa qırıntılarından ibarət olan sementləşmiş süxurdur. Konqlomerat isə hamarlanmış valun, çaqıl və çinqıldan ibarət olan sementləşmiş süxurdur.) Konqlomeratlar həm dənizlərdə, həm də quruda əmələ gəlir. Onlar, adətən, qalılığı az və ya çox olan laylar halında olur. Psefitlərin ovulan hamarlanmış növləri valun, çinqıl və çaqıldır. Hamarlanmamış ovulan psefitlər isə qırmadaş kəsək və dresvadan ibarətdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, psefitlər qrupuna daxil olan bəzi valun və qaymaların ölçüləri 1 m və daha artıq ola bilər.

(Qum və qumdaşilar psamit süxurlardandır. Nərindənəli qumdaşı dənələrinin ölçüləri 0,1-0,25 mm-ə, orta dənəlininki 0,25-0,5 mm-ə, iri dənəlininki isə 0,5-1 mm-ə qədərdir. Qum dənələrinin sementləşməsi nəticəsində qumdaşı əmələ gəlir. Qumdaşını təşkil edən dənələr bir mineraldan və müxtəlif minerallardan ibarət ola bilər. Birincilərə monomineral qumdaşilar, ikincilərə isə polimikt qumdaşilar deyilir.) Monomineral qum yığımları və qumdaşilar var ki, tərkib etibarılı (95 %-dən artıq) ancaq bir mineraldan (məs., kvarsdan) ibarətdir.

Bələ süxurlarda cüzi miqdarda başqa mineralların qarışığı olur. Polimikt qum və qumdaşilar müxtəlif minerallardan (kvarts, çöl şpatı və rəngli minerallar) ibarətdir. Elə qum yığımları və qumdaşilar da var ki, onların tərkibi əsasən (75-95 %) kvardsan ibarətdir, ancaq başqa mineral qarışığı da çoxdur. Bunlara *oliqomikt qum və qumdaşilar* deyilir. Tərkiblərində kvarts və çöl şpatları üstünlük təşkil edən qum və qumdaşılara arkoz qum və qumdaşları adı verilmişdir. Onlar əsasən qranit və qneyslərin pozulma məhsuludur. Çöl şpatının miqdarı arkoz qumdaşlarında 20-25 %-dən 75-80 %-ə çatır. Bu qumdaşilar həm iri, həm də narın dənəli olur. Müxtəlif süxur qırıntılarından və minerallardan ibarət olan qumdaşılara *grauvak qumdaşilar* deyilir.

Alevrit-tərkibi əsasən kvarts, çöl şpatı, mika və başqa minerallardan ibarət olan, dənələrinin ölçüləri 0,01 mm-dən 0,1 mm-ə çatan süxurlardır. Sementləşmiş alevritlərə *alevrolit* deyilir.

Alevrolitlərin tərkibində alevrit ölçülərinə müvafiq dənələrin miqdarı 50 %-dən artıq olur. Bunlar qum və qumdaşilarla gillər arasında keçid forması təşkil edən süxurlardır. Tərkiblərində ölçüləri 0,005 mm-dən kiçik olan gil dənələri çox olanda onlar gillərə, az olanda isə qumlara yaxın olur. Alevrolitlərə misal gilicə, qumluca, lös, lösvəri gillicələri göstərmək olar.

Tərkibindən və mənşeyindən asılı olmayaraq dənələrinin ölçüləri 0,001 mm-dən (bəzi təsnifatlara görə 0,005 mm-dən) kiçik olan süxur *pelit* adlanır. Bunlar əsəsən gil və lillərdən ibarətdir.

Gillər sementləşmiş süxurlardır. Onlar molekullararası qüvvələrin təsirindən və çox incə dənələrin bir-birinə bağlanması nəticəsində kütlə halında olur. Mühəndisi geoloji tədqiqatlar üçün tərkibində ölçüləri 0,005 mm-dən kiçik, dənələrin miqdarı 30 %-dən artıq olan çökəmə süxurlara *gil* deyilir.

Gillərin əsas xüsusiyyətlərindən biri onların plastikiyidir. Gil tozundan hazırlanmış xəmirdən farfor (çini), fayans, başqa keramik və odadavamlı məmulatlar hazırlanır. Onlardan adsorbent kimi də istifadə edilir. Mənşeyinə görə qırıntı (terrigen)

və kimyəvi gillər, çökəmə şəraitinə görə dəniz, laqun, delta, çay, göl, buzlaq, ölüvial gillər, mineraloji tərkiblərinə görə kaolinitli, hidromikalı (o cümlədən qlaukonitli), montmorillonitli (bəzən xloritli), polimineral və b. gillər vardır. Bundan başqa, müxtəlif digər əlamətlərə görə ayrılan avtoxton və ya autigen, adsorbsiya və ya ağardıcı (təmizləyici), boksitli, odadavamlı, tufogen, pelagiq, elüvial, delüvial və s. gillər də mövcuddur. Diagenez prosesləri nəticəsində bərkiyib sərtləşmiş gillər *argillit* adlanır.

(Bir qrup sükurların əmələ gəlməsi su hövzələrində və quruda baş verən müxtəlif kimyəvi proseslərin, heyvanat və bitkilərin fəaliyyəti ilə bağlıdır. Belə sükurlara müvafiq olaraq kimyəvi və *üzvi mənşəli (organogen) sükurlar* deyilir.) Karbonat sükurları, silisiumlu, kükürd turşulu və haloidli birləşmələri, dəmirli, fosforlu sükurları və kaustobiolitləri bunlara misal göstərmək olar.]

(Karbonat sükurlar əhəngdaşı, dolomit və mergellərdən ibarətdir. Əhəngdaşı geniş yayılmış sükurlardan biridir.) Üzvi əhəngdaşları, adətən, molyuskların qabığlarından, foraminiferlərdən, mərcanlardan (korallardan), krinoidea qahəqlərindən ibarətdir.) Əhəngli üstlüyü ilə əlaqədar olaraq əhəngdaşları foraminiferli, braxiopodlu və s. adlandırırlar. Əsasən korallardan təşkil olunmuş sükura *koralli əhəngdaşı* deyilir. Kimyəvi mənşəli kürəciklər halında oolitlərdən ibarət olan oolitli əhəngdaşları, əhəngli tuflar və digər belə sükurlar məlumundur.

(Tabaşır həm üzvi, həm də kimyəvi mənşəli sükurdur. Onun tərkibində 60-70 % plankton organizmlərlə (kokolitoforid) bərabər, kimyəvi mənşəli narındənəli, toz halında kalsit mineralı iştirak edir. İsti dənizlərin dərinliyi 100 m-dən 300 m-ə qədər olan sahələrində əmələ gelir.)

[Mergel də 50-70 % üzvi mənşəli CaCO_3 və 30-50 % həm qırıntı, həm də kimyəvi mənşəli gil hissəciklərindən, bir qədər SiO_2 -dən ibarətdir. Tərkibində karbonat mineralları sayılan kalsit və dolomitin hansının üstünlük təşkil etməsindən asılı olaraq mergellər *əhəngli* və ya *dolomitli* adlanır. Bu iki mergel növündən başqa gilli, gipsli və s. mergellər mövcuddur.]

Dolomitlər 90-95 % CaMg (CO_3)₂ birləşməsindən ibarətdir. Tərkibində CaCO₃ 50 %-dən artıq olan dolomita əhəngli dolomit deyilir. Dolomit məhluldan çökmə yolu ilə əmələ gələ bilər. Bu halda dolomit layları gips layları ilə növbələşir. Cox vaxt dolomitlər əhəngdaşların müvafiq məhlullarla və ya əhəngli çöküntülərlə doyması (dolomitləşməsi) nəticəsində əmələ gəlir. Belə hallarda dolomitlərin əmələ gəlməsi ekzogen metasomatoz və ya hidrotermal metasomatoz prosesləri ilə əlaqədar olur. Metasomatoz prosesləri bir sükurun və ya mineralın məhlullarla, qazlar və ərintilərlə qarşılıqlı təsiri nəticəsində kimyəvi tərkibini dəyişərək başqa sükura və ya minerala çevrilməsinə deyilir. Məhz belə proseslər nəticəsində də dolomitlər əmələ gəlinir.

(Diatomitlər, trepellər, opokalar və silisiumlu konkresiyalar (möhtəvilər) silisiumlu suxurlardandır.)

Diatomit ağ, sarı və ya açıq-boz rəngli, ovulan, az sementləşmiş, silisiumlu (opallı) torpaqvari sükurdur. 50 %-dən artıq, mikroskopik dəniz və ya göl diatomea yosunlarının qabıqlarını təşkil edən sulu silisiumdan (opaldan) ibarətdir. Bəzi diatomitlərdə gil hissəciklərinin, kvars və qlaukonit dənələrinin qarışığı olur. Tərkibində 70-98 % həll olunan silisium var. Məsaməliliyinin yüksək olması, həcm çəkisinin kiçikliyi, adsorbsiya və başqa xassələri ilə səciyyəvidir. Əsasən Paleogen - Neogen və Antropogen çöküntülərində rast gəlinir.

Trepel diatomitəoxşar ovulan, az sementləşmiş, çox yüngül, xırda məsaməli sükurdur. Tərkibində üzvi maddələr yoxdur. Əsasən sferik formalı, ölçüləri 0,01-0,02 mm olan opal, bəzən xalsedon dənələrindən ibarətdir.)

Diatomea yosunlarının skeletləri olan belə sükura diatomealı, olmayana isə diatomeasız trepel deyilir. Trepelin tərkibində bir qədər gilli maddə, qlaukonit, kvars, çöl şpatı olur. Ağ, boz, qonur, qırmızı və qara rəngli trepellər məlumdur. Cox güman ki, bu sükur biokimyəvi mənşəlidir. Daş kömür, Tabaşir, Paleogen-Neogen çöküntülərində rast gəlinir.

Böyük sənaye əhəmiyyətinə malik faydalı qazıntıdır.

Ondan tıktıtı izolyasiyası, adsorbent, katalizator və süzgəc materialı kimi, dinamit hazırlanmasında və s. istifadə olunur.

Opoka mikroməsaməli, yüngül, əsasən, opaldan ibarət olan çökmə sūxurdur. Tərkibində gilli maddə, diatomea, radiolyari və bəzi başqa orqanizmlərin skelet hissələri, kvars, çöl şpatı, qlaukonit mineralları da iştirak edir, Silisium oksidinin miqdarı 92-98 %-ə çatır. *Opoka* keçmişdə *silisiumlu mergel* və *silisiumlu gil* adlanırdı. Bəzi tədqiqatçıların fikrincə *opoka* diatomitlərin, trepellərin müxtəlif dəyişikliklərə uğraması nəticəsində əmələ gelir. Volqa çayı yaxınlığında bəzi rayonlarda, Ural dağlarının şərq yamaclarında və başqa yerlərdə Tabaşır və Antropogen çöküntülərində geniş yayılmışdır.

Cökmə sūxurlar içərisində *silisiumlu konkresiyalar* geniş yayılmışdır. Onlar müxtəlif mənşəlidir. Bəzi müəlliflər sūxurların daxilində cərəyan edən məhlullardan çökmə yolu ilə, boşluqların opal-xalsedon maddəsi ilə dolması nəticəsində əmələ gəldiğini söyləyirlər. Digərləri isə onların əmələ gəlməsini diagenez prosesləri və kristallaşma qüvvələri ilə əlaqələndirirlər. Daxilində boşluqlar olan möhtəvilərə *jeod*, bərk nüvəsi olanlara isə *jelvak* deyilir. *Silisiumlu möhtəvilərə* əhəngdaşı qatlarında daha çox rast gəlinir.

Qurumaqda olan laqunlarda və duzlu göllərdə natrium, kalium, maqneziumun xlor və kükürd turşuları duzlarından ibarət sūxurlar və halogenli çöküntülər əmələ gelir. Bunlara həmçinin *halolitlər* də deyilir. Bunlardan gipsi $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, anhidridi (CaSO_4), karnalliti ($\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), daş duzu (NaCl), silvini (KC1) və s. göstərmək olar.

Dəmirli sūxurlar içərisində geniş yayılmış və əməli əhəmiyyətə malik oları dəmirin sulu oksidlərindən ibarət olan oolitli qonur rəngli dəmir filizidir. Bu sūxurları təşkil edən oolitlər dəyirmi, konsentrik qabiqvari və radialşüalı formadadır. Oolitlərin ölçüləri millimetrin bir neçə hissəsindən başlayaraq 15-20 mm-ə çatır. Bəzi dəmir sūxurlarının tərkibində manqanlı birləşmələrin miqdarı yüksək olur. Bir sıra dəmir filizi yataqları xalis çökmə mənşəlidir. Onlar bataqlıqlarda, göllərdə, dənizlərdə,

hətta quruda, dəmirli-maqneziumlu sūxur və mineralların pozulması və aşınması nəticəsində əmələ gəlir.

Tərkibində təxminən 40 %-ə qədər P_2O_5 olan çökəmə sūxurlar fosforit sūxurlar sayılır. Onlar həm lay halında, həm də jelvaklar halında olur. Jelvaklar xeyli geniş yayılmışdır. Onların ölçüləri, adətən, 19-20 sm-dən böyük olmur. Fosforitlər yüksək keyfiyyətli gübra hazırlanmasında işlənir. Adətən, tərkibində P_2O_5 -in miqdarı 12-15 % olan fosforit gübra üçün yararlı sayılır.

Kaustobiolitlər. Yunanca kaustos-yanan, bios-həyat, litos-daş deməkdir. Deməli, kaustobiolit yanar biogen mənşəli sūxurdur. Kaustobiolitlər üzvi maddələrlə zəngin sūxur və minerallardır. Güman edilir ki, onlar bitki və heyvan orqanizmlərindən əmələ gəlir. Əmələgəlmə şəraitinə görə kaustobiolitləri iki qrupa ayıırlar:

1. Kömür sırasına aid olan kaustobiolitlər.

2. Neft və naftoidlər sırasına aid olan kaustobiolitlər

Birinci sıraya kömür, torflar və yanar şistlər daxildir. Kəhrəba mineralı da bu sıradandır. Bunlar üzvi maddə ilə zəngin olmaları ilə səciyyəvidir. Belə ki, kömürlərin tərkibində üzvi maddənin miqdarı 50 %-dən artıqdır. Yanar şistlərdə üzvi maddə 26-80 %-ə qədər olur. Birinci sıraya daxil olan kaustobiolitlər singenetik, yəni tapıldıqları yerdə əmələgələn sūxurlar sayılıb.

İkinci sıraya neft, asfalt, ozokerit və başqa neftdəntörəmə məhsulları daxildir. Bunlar epigenetik təbiətlidir, yəni başqa yerdə əmələ gəlib, tapıldıqları yerə miqrasiya edib toplanmışdır. Miqrasiya dedikdə, hərəkət edərək yerdəyişmə nəzərdə tutulur. Qeyd etmək lazımdır ki, neft və naftoidlərin, yəni neftdəntörəmə maddələrin mənşəyi haqda müxtəlif fikirlər mövcuddur. Bəzi tədqiqatçılar bunları biogen mənşəli, bəziləri isə abiogen (qeyri-üzvi) mənşəli sayırlar.

Kaustobiolitlərin ümumən qəbul olunmuş təsnifati yoxdur. Akad. İ.M.Qubkinə görə kömürlər və neftlər iki genetik kaustobiolit sırası təşkil edir. Şistlər isə kömürlərlə neftlər (bitumlar) arasında keçid təşkil edən sūxur sayılır. Belə hesab edilir ki, kaustobiolitin tərkibində olan karbonun hidrogenə

nisbəti ($\frac{C}{H}$) nə qədər az olarsa kömürə yaxın olar. Bütün kömürləri humolitlərə, saropelitlərə, liptobiolitlərə və bunların arasında yerləşən bəzi keçid formalarına ayıırlar. Neftlərin ən çox yayılmış təsnifikasi onların tərkibində olan karbohidrogenlərə görədir. Məlumdur ki, qazıntı kömürlərin eksəriyyəti müxtəlif bitkilərdən, əsasən ali bitkilərdən və onlardan çıxan qatran maddələrindən əmələ gelir. Belə süxurlara (kömürlərə) torf, qonur kömür, daş kömür və antrasit aiddir. Bunlar qumolitlər qrupundandır.

Saprolitlər qrupuna daxil olan kömürlər əsasən göllərdə və başlıca olaraq yosunlardan və heyvanat planktonundan əmələ gelir. Ancaq qrafitin ən böyük yığımları kömürlərin qrafitləşməsi ilə əlaqədardır.

Sapropeł kömürlər az təsadüf olunan *boğaz* və *kennel* adlanan kömür növlərinə deyilir. Onlara, adətən, humus kömürlərin arasında rast gəlinir. Bəzən sərbəst yataqlar halında da olur.

Yanar şistlər sapropel kömürlərə nisbətən daha geniş yayılmışdır; asanlıqla alışib yanın, bərk, nazik laylardan ibarət şistvari süxurdur.) Bu süxurların tərkibində üzvi maddənin (kerogenin) miqdarı 10-15 %-dən 80 %-ə qədərdir. Süxurun qalan hissəsi gil, karbonatlar və silisiumlu maddədən ibarətdir. Rəngi qonura çalan boz və qonuru sarıdır. Yanar şist havasız şəraitdə 500°C, hava şəraitində isə 1000°C-yə qədər qızdırıldıqda ondan neftəbenzər qatran (şist yağı) və qaz ayrılır. Kerogenlə zəngin şistlərdən süxurun kütləsinə görə 30-50%-ə qədər qatran almaq mümkündür. Şistin novündən asılı olaraq onun üzvi maddəsinin (kerogenin) tərkibi karbon (56-82%), hidrogen (5,8-11,5%), azot (1-6%), kükürd (1,5-9%) və oksigendən (9,36%) ibarətdir. Əlbəttə, müxtəlif kerogenlərin tərkibləri müxtəlif olur.

Yanar şistlərin tərkibində mineral maddə və üzvi maddə - ali bitkilərin və yosunların qalıqları vardır. Bu süxurlara Kembri çöküntülərindən başlayaraq Neogen çöküntülərinə qədər rast

gəlinir. Onlardan yüksək kalorili qazlar, motor yanacağı, sürtkü yağları, fenol və s. alınır.

Neft - maye kaustobiolitdir. Tərkibi əsasən karbondan (79-87%) və hidrogendən (11-16%) ibarətdir. Bundan başqa neftin tərkibində oksigen, kükürd və azot vardır. Bu elementlərin üçü bir yerdə təxminən 1-2% təşkil edir. Elə neftlər də var ki, onlarda *heteoelementlər* adlanan bu üç elementin miqdarı bir neçə faiz və daha artıq olur. Tərkibində təkcə kükürdün miqdarı 5-6% və bundan artıq olan neftlər də var. Belə neftlər kükürdlü neftlər sayılır. Karbon və hidrogen neftlərin tərkibində karbohidrogen birləşmələri halında olur. Neft karbohidrogenləri əsasən üç sıraya aiddir: metan sırası (C_nH_{2n+2}), naften sırası və ya polimetilenlər, yaxud siklanlar (C_nH_{2n}) sırası və aromatik sıra (arenlər C_nH_{2n-6}). Bu üç sıraya aid olan karbohidrogenlərdən başqa neftlərdə mürəkkəb quruluşlu (kibrid) karbohidrogenlər də vardır.

Neftlərin tərkibində heteroatomlu, yəni kükürdlü, oksigenli və azotlu birləşmələr də iştirak edir. Bunlardan qatranları, asfaltenləri, sulfidləri, disulfidləri, merkaptanları, fenolları, eifirləri; piridini, anilini və s. birləşmələri görtərmək olar. Tərkiblərinə görə metan əsaslı, metan-naften əsaslı, metan-naften-aromatik əsaslı, naften əsaslı, naften-aromatik əsaslı neftlər vardır. Neftlərin sıxlığı $0,75 \text{ g/sm}^3$ -dən, $0,96-0,97 \text{ g/sm}^3$ -ə qədər dəyişir. Qatranlı-asfaltenli maddələrin miqdarı 35%-ə çatan qatı neftlərə *malta* deyilir.)

Dünyanın neftlə ən zəngin ölkələri yaxın və orta şərqi dərəcəlidir. Bu cəhətdən Səudiyyə Ərəbistanı, Küveyt, İran, İraq xüsusilə qeyd elilməlidir. Ümumiyyətlə, hazırda Antarktidadan başqa dünyanın bütün qitələrində neft çıxarılır. Neft istehsalı və kəşfiyyatı təkcə quru da deyil, dənizlərdə də aparılır. Dünyada istehsal olunan neftin xeyli hissəsi dəniz yataqlarından alınır.)

(II. Maqmatik sūxurlar. Bunlar Yerin dərin qatlarında ərinti halında olan maqmanın üst qatlara soxulub soyuması, parçalanması, kristallaşması və ya yer səthinə püşkürülməsi nəticəsində əmələ gəlir. Əmələgəlmə şəraitinə müvafiq olaraq onlar iki böyük qrupa bölünür.

1. Effuziv süturlar. Vulkan püskürməsi nəticəsində maqmanın yer üzərinə çıxıb soyumasından əmələ gələn süturlara *effuziv süturlar* deyilir. Yerin dərin qatlarında maye halında olan maqma kütləsi, püskürülüb yer səthinə çıxanda *lava* adlanır. Lava isə soyuyub effuziv süturları əmələ getirir. Lavanın yer səthində tez soyuması nəticəsində əmələ gələn süturun bir qismi kristallaşır, digər qismi isə xırda kristallik, yaxud şüəvari hala düşür. Effuziv süturların bir növü olan ekstruziv süturlar qatı lavanın sıxışdırılıb yer səthinə çıxarılması nəticəsində əmələ gəlir. Onlar petroqrafik tərkiblərinə görə effuziv süturlardan az fərqlənir, lakin nisbətən daha yaxşı kristallaşmış olur. Effuziv süturlara misal felzitləri, liparitləri, traxitləri, andezitləri, bazaltları və b. göstərmək olar. Hər effuziv süturun iki adı ola bilər. Bu, ya onların yaşı və ya necə qalması ilə əlaqədardır. Məsələn, traxit-kaynotip, traxit porfir isə paleotip (qoca) süturdur.

2. İtruziv süturlar. Hərəkətə gəlmış maqmanın yuxarıda yerləşən süturları yarıb yer üzünə çıxa bilməməsi ilə əlaqədar olaraq müəyyən dərinlikdə boşluqlara soxularaq, tədricən soyuması nəticəsində əmələ gəlir. Bunlara həmçinin *plutonik sütur* deyilir. Effuzivlərdən fərqli olaraq intruziv süturlar bərkiyib kristallaşmış halda olur. Bunlara misal qranit, sienit, diorit, qabro, piroksenit, dunit və s. göstərmək olar.)

(İtruziv süturlar əmələ gəldikləri dərinliklərdən asılı olaraq üç yerə bölünür: 1) abissal, yəni böyük dərinliklərdə, 2) hipabissal-orta dərinliklərdə və 3) subvulkanik-yer səthinə yaxın dərinliklərdə əmələ gələn süturlar.)

Aydındır ki, maqmatik süturların tərkibi və fiziki xassələri, yatım formaları maqmanın tərkibindən, onun yer qabığında soyuma və kristallaşma şəraitindən və s. asılıdır.

Maqma yer qabığına soxulanda əmələ gələn maqmatik cismələrin formaları əsasən iki növ olur: 1) böyük dərinliklərə məxsus (abissal) formalar; 2) kiçik dərinliklərə məxsus (hipabissal) formalar.)

(Birincilərə misal böyük məsafələrdə izlənən və sahəsi 200 km^2 -dən artıq olan və ən böyük intruziv cisimlər sayılan batolitləri və onlardan bir qədər kiçik, əksər hallarda silindrik olan ştokları göstərmək olar. Batolitlər tərkib etibarılı, əsasən, qranitoidlərdən ibarətdir.)

(İkincilərə göbələkvəri kömbə (karavay) formalı-lakkolitləri, batiq (nimçə) formalı fakolitləri və müxtəlif çatlara, yarıqlara dolmuş və onların formasını almış cisimləri-damarları aid edirlər.)

(Maqmatik süxurlar özünəməxsus müxtəlif struktur və tekstur xüsusiyyətləri ilə səciyyəvidir. Maqmatik süxurun strukturu dedikdə onun kristallaşma dərəcəsi, onu təşkil edən mineralların ölçü və formaları ilə şərtlənən daxili quruluşu nəzərdə tutulur.) Maqma boyuk dərinlikdə uzun müddət ərzində, yüksək təzyiq və temperatur şəraitində soyuyub kristallaşanda tam kristallik dənələri, eyni ölçülü strukturu olan sūxur əmələ gəlir. Sūxur lavanın yer səthində və deməli, tez bir zamanda soyuması nəticəsində əmələ gələrsə, belə sūxurun kristalları çox xırda olur və çətinliklə seçilir. Belə sūxura *gizli kristallik sūxur* deyilir. Qatı lava soyuyub qazsızlaşanda strukturu şüşəvari olan sūxur əmələ gəlir. Obsidian, perlit, pemza belə sūxurlardandır.

Sūxuru təşkil edən ayri-ayrı hissələrin bir-birinə görə yerləşməsi və istiqamətlənməsi onun teksturunu səciyyələndirir. Bircins quruluşla səciyyələnən sūxurların teksturu kütlə halında olur. Soyuma zamanı maqmanın axını ilə əlaqədar olaraq sūxurun quruluşunda bu və ya başqa istiqamətlənmə müşahidə olunarsa belə tekstur *fluidal* adlanır. Maqmatik sūxurların teksturu, onların kristallaşma xüsusiyyətləri, isti maqmanın boşluqları doldurma səciyyəsi və s. ilə əlaqədardır. Çökəmə sūxurlarda ilkin və törəmə teksturlar ayıırlar. İlkin teksturlar çökəmə prosesi zamanı (məs., laylanma) və hələ bərkiməmiş çöküntüdə (məs., sualtı sürülmə) əmələ gəlir. Törəmə teksturlar çöküntünün sūxura çevrilməsi proseslərində (diagenez, katagenez və metamorfizmin ilk mərhələsi) əmələ gəlir. İlkin teksturlar mexaniki amillərin çöküntülərə təsiri ilə (abiogen teksturlar) və ya organizmlərin

fəaliyyəti nəticəsində (biogen teksturlar) yaranır. Xırda ləpələnmə əlamətləri, quruma çatları, organizmlərin fəaliyyət izləri kimi ilkin teksturlar əsasən xırdaqırıntılı süxurların laylanma səthlərində müşahidə olunur. Bəzən süxurun struktur və tekstur xüsusiyyətlərini bir-birindən ayırmak çətin olur. Qeyd etmək lazımdır ki, Amerika, İngiltərə və bəzən Fransa geoloji ədəbiyyatında bizim geoloji ədəbiyyatımızdan fərqli olaraq struktur və tekstur məfhumlarını əksinə işlədirlər. Belə ki, biz *süxurun strukturu* adlandırdığımız xüsusiyyətləri onlar *tekstur*, *tekstur* adlandırdığımız xüsusiyyətləri isə *struktur* sayırlar. Almaniya geoloqları və Fransa geoloqlarının əksəriyyəti tekstur məfhumunu biz düşündüyüümüz kimi başa düşürler.

(Kürəvari, məsaməli, bitumlu, kriogen, xətti, zolaqvari, linzavari, abiogen, biogen, alevrit-pelit, layvari, şistvari, sütunvari, sferik, şəbəkəli, ləkəli, qarışiq, pemza, perlit, konqlomeratvari, konkresiyalı, qabıqvari, mandelşteyn və ya badamvari, taksit, mərmərvari və xeyli başqa tekstur növləri vardır.)

Maqmatik süxurları tərkiblərində olan kvarsın (silisium oksidinin) və ya ümumiyyətlə, SiO_2 -nin miqdarı ilə də siniflərə ayıırlar. Bu cəhətdən turş, orta, əsasi və ultra əsasi süxurlara ayıırlar. Turş süxurlarda silisium oksidinin miqdarı 65-75%, orta süxurlarda 52-65%, əsasi süxurlarda 40-52% və ultra əsasi süxurlarda 40%-dən az olur.)

III. (Metamorfik süxurlar. Bunlar böyük təzyiq, temperatur, isti məhlullar və qazların təsiri nəticəsində maqmatik və çökkmə süxurlardan əmələ gəlir. Metamorfik süxurlara misal şisti, kvarsitləri və s. göstərmək olar.) Gil süxurlar diagenez və epigenez proseslərinə məruz qalaraq güclü təzyiqin və istiliyin təsirindən dehidratlaşma və sementləşmə nəticəsində argillitə və şistə çevrilir. Şistlər kristallik və metamorfik adlanan iki böyük qrupa bölünür. Metamorfizləşmə prosesləri zamanı süxurun quruluşu, onun tərkibi dəyişir, yenidən kristallaşma baş verir. Yenidən kristallaşmada süxurun strukturunu da dəyişir, törəmə struktur əmələ gəlir. Belə struktura blastik struktur deyilir.) Ele-

metamorfik sūxurlar var ki, yenidən kristallaşma zamanı sūxurun strukturunu ancaq qismən dəyişir. Belə sūxurlarda əvvəlki strukturda qismən qalır və sūxurun yeni strukturunu adlandıranadəkblasto-kəməsi əlavə edilir. Məsələn, blastogranit, blastoporfirit struktur deyil.

Yenidən kristallaşma nəticəsində ilkin sūxurun strukturunu tam dəyişəndə belə struktur *kristalloblastik* adlanır. Metamorfik sūxurların teksturu əsasən şistvari, zolaqvari, kütləvari olur.

(Şistvari teksturlarda sūxurun tərkibində olan mineralların dənələri uzunsov və lövhəvari olur. Onlar bir-birinə paralel birləşir. Zolaqvari teksturlarda isə nisbətən nazik, müxtəlif mineraloji tərkibə malik və müxtəlif rəngli zolaqlar növbələşir.

Kütləvari teksturlar zolaqsız olur və sūxur bircinsliliyi ilə səciyyələnir. Belə teksturlar, adətən, müxtəlif metamorfik şistlər, mərmərlər, kvarsitlər və başqa sūxurlar üçün səciyyəvidir. Zolaqvari teksturlar əksər hallarda qneyslərdə müşahidə olunur.

(Metamorfik sūxurların mineraloji tərkibi, onların əmələ gəldikləri maqmatik və çökən sūxurların mineraloji tərkibinə oxşayır) Adətən, belə sūxurlarda mineraloji tərkib kvars, çöl şpatı, piroksen, amfibol, mika və s.-dən ibarətdir. Qeyd etmək lazımdır ki, metamorfizləşmə prosesində sūxurlarda yeni minerallar əmələ gəlir və ya bəzi mineralların sayı artır. Məsələn, qranit qrupunun minerallarını, vollostaniti, disteni, andaluziti, diopsidi, epidotu, tremoliti, xloritləri və b. göstərmək olar.

Metamorfik sūxurların kimyəvi tərkibi də ilkin sūxurların tərkibindən və metamorfizm prosesinin səciyyəsindən asılıdır. Məsələn, dunit sūxuru metamorfizləşmə nəticəsində serpentin sūxuruna çevrilir. Bu proses zamanı dunitdə olan maqneziumun və silisiumun miqdarı azalır, hidroksil qrupunun miqdarı xeyli artır və başqa dəyişikliklər baş verir. Kimyəvi tərkibin dəyişməsini müəyyən etmək üçün sūxurdakı bu və ya başqa elementin atom miqdarından asılı olan əmsalın hesablanması və onun oksigen atomları ilə əlaqəsinə əsaslanan metoddan istifadə edilir. Bu dəyişikliklər Q.P.Qorşkov və A.F.Yakuşovanın kitabından götürülmüş 10-cu cədvəldə T.Bartunun verdiyi

məlumatdan aydın görünür.

**Metamorfizm prosesində dunit və serpentinin
kimyəvi tərkiblərinin dəyişməsi**

Cədvəl 10

Süxur	Si	A1	Cr	Fe ^{III}	Fe ^{II}	Mn	Ni	Mg	Na	K	(OH)
Dunit	377	9	2	0,0	61	0,6	2	689	0,0	0,0	84
Serpentin	248	3	3	26	9	0,7	0,3	367	0,4	0,4	683

BEŞİNCİ FƏSİL

YERİN FİZİKİ XASSƏLƏRİ

YERİN SIXLIĞI, TƏZYİQ VƏ TEMPERATURU

Yer kürəsini təşkil edən maddənin sıxlığı haqqında üçüncü fəslin başlanğıcında qısa məlumat verilmişdir. Onun orta sıxlığı $5,52 \text{ q/sm}^3$ sayılır. Yer kürəsinin orta sıxlığını ilk dəfə geofizik Joli çox sadə bir üsul ilə təyin etmişdir. O, eksperimenti adı, lakin dəqiqiliyi $0,001 \text{ mq}$ olan tərəzi vasitəsilə aparmışdır. Tərəzinin bir gözü o biri gözündən $21,6 \text{ m}$ hündürdə dururdu. Bu tərəzi ya bir hündür binanın tavanından asılı, ya da bir şaxtin ağzında qurulur. Tərəzinin üst gözünə müəyyən yük (M), o biri gözünə daş (a) qoyub tarazlaşdırırlar. Bundan sonra M yükünü alt gözə qoyurlar. Bu halda alt gözə Yerin cazibə qüvvəsinin təsiri daha çox olduğu üçün tərəzinin gözlərini tarazlaşdırmaqdan ötrü üst gözə $a+m$ qədər daş qoymaq lazımdır. Bundan sonra alt gözün altına ağırlığı 5775 kq olan qurğuşun kürə qoyulur, nəticədə yenə də tarazlıq pozulur. Tərəzinin gözlərini yenidən tarazlaşdırmaq üçün onun üst gözünə əlavə daş (n) qoyulur. Məlum olan a , m , n kəmiyyətlərinə əsasən düstur qurulur və naməlum olan kəmiyyət-Yerin orta sıxlığı hesablanır. Joli bu eksperimenti nəticəsində Yerin orta sıxlığının qiymətini $5,692 - 0,068 \text{ q/sm}^3$ təyin etmişdi. Jolidən sonra başqa tədqiqatçılar müxtəlif üsullarla Yerin orta sıxlığını ölçmiş və onun aldığı rəqəmlərə yaxın rəqəmlər almışlar. Nəhayət, Yerin orta sıxlığının $5,52 \text{ q/sm}^3$ olması müəyyən edilmişdir. Yer qabığını təşkil edən sűxurların sıxlığı Yerin orta sıxlığından xeyli az olduğu üçün onun dərinliklərində və nüvədə sıxlıq daha böyük olmalıdır. Bir qanun olaraq sıxlıq yer qabığından Yerin nüvəsinə doğru artır. Ancaq sıxlığın artması sıçrayış səciyyəsi daşıyır. Yer qabığını təşkil edən sűxurların orta hesabla sıxlığı $2,6 \text{ q/sm}^3$ -dir. Qitələrdə çökkmə sűxur qatının orta sıxlığı $2,2 \text{ q/sm}^3$, onun altında olan sərt qranit qatınıninki $2,4-2,6 \text{ q/sm}^3$, bazalt qatınıninki isə $2,8-3,3 \text{ q/sm}^3$ -ə

qədərdir. Geoloji ədəbiyyatda bu haqda başqa rəqəmlərə də rast gəlinir. Moxoroviç sərhədinin altında, üst mantiyada maddənin sıxlığı $3,3 \text{ q/sm}^3$, xarici nüvə sərhədində 6 q/sm^3 , sonra kəskin artaraq $9,5 \text{ q/sm}^3$ -ə çatır. Daha dərində sıxlıq yenə də tədricən artır və Yerin mərkəzində (daxili nüvədə) - $12,5 \text{ q/sm}^3$ təşkil edir. Qeyd etmək lazımdır ki, Yerin nüvəsini və ümumiyyətlə, bütün geosferləri təşkil edən maddənin sıxlığı haqqında başqa fikirlər də söylənmişdir. Belə ki, Klark və Ferringtona görə Yerin nüvəsinin sıxlığı $7,8 \text{ q/sm}^3$, Qoldşmidtə görə 8 q/sm^3 , Vixertə görə $8,4 \text{ q/sm}^3$, Vilyamson və Adamsa görə $10-10,7 \text{ q/sm}^3$ -ə yaxındır.

Yer səthində okean səviyyəsində təzyiq $0,986923 \text{ bar}$ və ya bir atmosfer təşkil edir. Qitələrdə yer qabığı ilə mantiya sərhədində təzyiq $10-20 \text{ min}$ bara yaxındır. Güman edilir ki, mantiya-xarici nüvə zonasında, yəni 2900 km dərinlikdə təzyiq təxminən $1,4 \text{ mln.}$, Yerin mərkəzində $3,5 \text{ mln.}$ bara və ya $3,6 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ -ya çatır.

Yerin temperaturuna gəlincə, qeyd etmək lazımdır ki, yer səthində temperatur Günəşin radiasiyası ilə, Yerin daxilində isə radioaktiv pozulma ilə əlaqədardır. Yer səthində ən yüksək temperatur Afrikanın tropik səhralarında ($57-58^\circ\text{C}$), ən alçaq mənfi temperatur isə Antarktidanın mərkəzi rayonlarında (-90°C) qeyd edilmişdir. Yerin temperaturu yer səthindən nüvəyə qədər tədricən artır və güman edilir ki, Yerin nüvəsinin temperaturu $3600-4000^\circ\text{C}$ və hətta bəzi məlumatlara görə 5000°C -yə çatır. Günəşdən yer səthinə ildə $5,44 \cdot 10^{24}$ Coul şüa enerjisi gəlib çatır. Bunun təxminən 55%-ni atmosfer, bitki örtüyü və torpaq qatı udur, bir sıra proseslər nəticəsində bu şüa enerjisinin bir hissəsini yaşılı bitkilər mənimsəyir (fotosintez), bir hissəsi yerdən geri qayıdır. Günəşdən gələn şüa enerjisinin qalan hissəsi yer səthindən atmosferə və kosmik fəzaya və daha yuxarıya əks olunur.

Müxtəlif sahələrdə Yer səthindən müəyyən dərinlikdə sabit temperatur zonası vardır. Bu zonanın temperaturu Yer səthində temperaturun artıb-əskilməsindən asılı olmayaraq daim sabit qalır və onun dərinliyi əksər hallarda 10-20 m arasındadır.

Məsələn, Abşeron yarımadasında sabit temperatur zonasının dərinliyi təxminən 10-11m, Moskva ətrafında 20 m-ə yaxındır. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, yer səthindən nüvəyə doğru temperatur yüksəlir, Qutenberq sərhədində (2900 km dərinlikdə) təxminən 2500°C və nüvədə bəzi hesablamalara görə 3000°C , başqa hesablamalara görə isə $4000^{\circ}-5000^{\circ}\text{ C}$ -yə çatır. Bu haqda başqa fikirlər də vardır. Məsələn, akad. V.İ. Vernadskinin fikrincə, Yerin daxilində ən yüksək temperatur təxminən 60 km dərinlikdə olmalıdır. Bu dərinlikdən aşağı istilik mənbəyi olan radioaktiv elementlər get-gedə azaldığı üçün temperatur da tədricən azalmalıdır. Vernadskiyə görə Yerin nüvəsində temperatur nisbətən alçaq, bəlkə də nüvə soyuq olmalıdır.

Yerin temperaturu ilə əlaqədar geotermik mərtəbə, geotermik qradient və istilik axını məfhumlarından istifadə olunur.

Uzunluq vahidinə görə (m-lərlə) temperaturun dəyişməsi (dərəcələrlə) *geotermik qradient* adlanır. Fərz edək ki, müəyyən sahədə yer səthindən başlayaraq dərinlik 100 m artıqca temperatur $2,5^{\circ}\text{C}$ yüksəlir. Deməli, o sahədə geotermik qradient $2,5^{\circ}\text{C}$ -yə bərabərdir. *Geotermik pillə* temperaturun 1°C artımını göstərən uzunluq rəqəminə deyilir. Məsələn, müəyyən sahədə hər 30 m-dən temperatur 1°C artarsa o sahədə geotermik pillənin qiyməti 30 m-ə bərabər sayılır.

Geotermik pillənin qiymətini hesablamaq üçün aşağıdakı düsturdan istifadə olunur:

$$K = \frac{H - h}{T - t};$$

burada K - geotermik pillə; H - temperaturu ölçülən dərinlik; h - sabit temperatur zonasının dərinliyi; T - ölçülən dərinlikdə temperatur; t - temperatur ölçülən sahədə havanın orta illik temperaturudur.

Daim sabit temperaturla səciyyələnən qatın səthi *izotermik səth* adlanır. Orta illik temperatur müxtəlif ərazilərdə

müxtəlifdir. Məsələn, Abşeron yarımadasında orta illik temperatur $14,4^{\circ}\text{C}$, Moskvada $4,2^{\circ}\text{C}$ qəbul edilmişdir. Abşeron yarımadasında 2500 m dərinliyə qədər geotermik pillənin qiyməti müxtəlif rayonlarda 25,4 m-dən (Sabunçu) 32-33 m-ə (Bibiheybət) çatır. Dərinlik arttıkça geotermik pillənin də qiyməti artır. Dərinliklə əlaqədar temperaturun dəyişməsi mürəkkəb səciyyə daşıyır. Belə ki, eyni bir sahədə müxtəlif dərinlik intervallarında geotermik pillənin qiyməti müxtəlif ola bilər. Eyni dərinlikdə qırışığın qanadlarının temperaturu, onun təpəsinin temperaturundan fərqli olur.

Bəzi tədqiqatçıların hesablamalarına görə Yerin temperaturu 20 km dərinlikdə 550°C , 60 km dərinlikdə -1050°C , 100 km dəriklikdə -1350°C , 200 km dərinlikdə -1700°C -yə bərabər olmalıdır.

Yerin daxilində müxtəlif sahələrdə dərinlik arttıkça temperaturun müxtəlif dərəcədə artması sűxurların istilik keçiriciliyi və istilik kəmiyyətləri ilə əlaqədardır. Müxtəlif sűxurların istilik keçiriciliyi müxtəlifdir və kristallik sűxurlar üçün bu kəmiyyət $(5-8)\cdot10^{-3}$, çökəmə sűxurlar üçün $(2-5)\cdot10^{-3}$ $\text{kal/sm} \cdot \text{san.dər-yə}$ bərabərdir.

İstilik axınının qiyməti quruda $-1,2-1,5$, okeanların dərin çökəklikləri üçün $-0,2-0,6$, qalxanlar daxilində $-0,7-1,1$, okeanların aralıq dağ silsilələrində $2,5-8\cdot10^6 \text{ kal/sm}^2 \cdot \text{san}$ kəmiyyətləri ilə ifadə olunur. Maqmatizm prosesləri baş verən rayonlarda istilik axınının qiyməti xeyli yüksəkdir.

Yerin daxili temperaturu ilə əlaqədar olaraq güman edilir ki, nüvədən başqa bütün geosferlərin maddəsi bərk halda olmalıdır. Yerin ancaq bəzi dərinliklərində, daha doğrusu maqmatizm prosesləri baş verən zonalarda, maye halında maddənin də varlığı gərək şübhə doğurmasın. Yerin daxilində maddənin vəziyyəti haqda, başlıca olaraq, seysmik dalğaların yayılması sürətinin dəyişməsi əsasında mülahizə yürüdülür. Məlumdur ki, uzununa dalğaların sürəti $5-8 \text{ km/san}$, eninə dalğalarının $3-5 \text{ km/san}$ və səthi dalğalarının $3-4 \text{ km/san-yə}$ bərabərdir. Müəyyən olunmuşdur ki, eninə istiqamətli seysmik

dalğalar Yerin nüvəsindən keçmir. Bu isə mayelərin eninə dalğaları keçirmədiklərini nəzərə alaraq nüvənin maye vəziyyətdə olmasını düşünməyə əsas verir.

YER MAQNETİZMİ HAQQINDA

Yerin maqnetizminə gəlincə qeyd etmək lazımdır ki, planetimizin maqnit xassələrinə malik olması hələ qədim çinlilərə məlum idi. Elə kompası da onlar icad etmişlər. Yer maqnetizminin və ya geomaqnetizmin əsas elementi Yerin maqnit sahəsidir.

Yerin və Yerətrafi kosmik fəzanın maqnit sahəsinin məkan daxilində paylanması, onun zaman ərzində dəyişməsini və bununla əlaqədar olaraq yerdə və atmosferin üst hissəsində baş verən prosesləri *geomagnetizm* adlanan elm sahəsi öyrənir.

Maqnit sahəsinin yaranması bilavasitə Yerin daxilində olan mənbələrlə əlaqədardır. Xarici amillər (maqnitosferdə və ionosferdə olan elektrik cərəyanları) bu prosesdə cüzi rol oynayaraq ancaq 1% təşkil edir. Geomaqnit sahəsi gərginlik vektoru ilə səciyyəvidir. Onun kəmiyyəti və istiqaməti Yer maqnetizminin 3 başlıca elmenti ilə müəyyən olunur. Yerin maqnit sahəsini ilk baxışda eyni dərəcədə maqnitləşmiş, oxu Yerin maqnit qütblərini birləşdirən və Yerin fırlanma oxu ilə 12° -lik bucaq təşkil edən sferə, daha doğrusu, dipola bənzətmək olar. Bununla əlaqədar olaraq, Yerin maqnit sahəsinin maqnit ekvatorunda üfüqi təşkiledicisi (H), onun maqnit qütbündə şaquli təşkiledicisinə (Z) nisbəti 1:2 kimidir. Eyni dərəcədə maqnitləşmiş sahədən (T_e) başqa, qitə anomaliyaları və ya qalıq maqnitləşmə sahəsi (T_q), anomal maqnitləşmə sahəsi (T_a) və xarici maqnitləşmə sahəsi (T_x) ayıırlar. Beləliklə, ümumi maqnit sahəsi $T = T_e + T_q + T_a + T_x$ -dir.

Qitə anomaliyaları içərisində Şərqi Asiya və Braziliya maqnit anomaliyaları öz intensivliyi ilə başqa maqnit anomaliyalarından, xüsusən regional və lokal anomaliyalardan

kəskin fərqlənir. Coğrafi xəritələrdə gərginlik vektorunun eyni qiymətli nöqtələrini birləşdirən xətt *izodinam* adlanır.

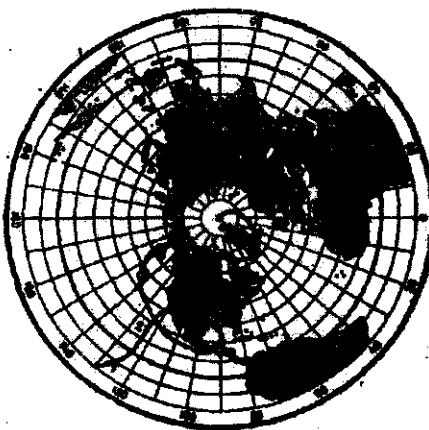
Maqnetizmin başqa elementi maqnit meylidir. Müəyyən edilmişdir ki, şimal yarımkürədə maqnit oxunun şimal tərəfi, cənub yarımkürədə isə cənub tərəfi horizonta tərəf meyil edir. Ox ilə horizont arasında əmələ gələn bucaq, yəni geomaqnit sahəsinin gərginlik vektoru ilə üfüqi müstəvi arasında yaranan bucaq *maqnit əyilmə bucağı* adlanır. Eyni maqnit əyilmə bucaqlarını birləşdirən xəttə *izoklinal* deyilir. Maqnit əyilmə bucağının qiyməti ekvatorдан qütblərə tərəf artır və maqnit qütblərində şaquli vəziyyətə yaxın olur. Izoqonlar meridianlarla bucaq təşkil etdikləri kimi, izoklinallar da eyni en dairələri ilə eyni istiqamətdə olmur.

Maqnit əyilmə bucağının qiyməti sıfır olan, yəni maqnit oxu üfüqi olan vəziyyəti ifadə edən izoklinala *maqnit ekvatoru* deyilir. Bu ekvator Şimali Afrika və Cənubi Asiyada coğrafi ekvatorдан 10° şimal en dairəsi qədər yuxarıdan, Cənubi Amerikada 15° cənub en dairəsi qədər aşağıdan keçir.

Hər hansı bir ərazidə maqnit oxunun meridianla təşkil etdiyi bucaq *maqnit meyli* və ya *inhiraf bucağı* adlanır. Bu bucaq coğrafi meridiandan şərqə (müsbat maqnit meyli) və qərbə tərəf (mənfi maqnit meyli) ola bilər. Xəritədə eyni maqnit meyli (inhiraf) bucaqlarını birləşdirən xətlərə *izoqon* adı verilmişdir. Maqnit meyli sıfır olan izoqon *maqnit meridianı* adlanır. Izoqonların meridianlarla bucaq təşkil etmələrinə baxmayaraq onlar coğrafi qütbərin yaxınlığında olan nöqtələrdə qovuşur. Bu nöqtələrə *maqnit qütbləri* deyilir. Başqa sözlə, geomaqnit qütbləri Yerin maqnit oxunun yer səthi ilə kəsişdiyi ərazidir. 1970-ci ilə olan məlumatə görə şimal maqnit qütbünün koordinatları $101,5^{\circ}$ şərq uzunluq dairəsi, $75,7^{\circ}$ şimal en dairəsi, cənub qütbünün - $140,3^{\circ}$ şərq uzunluq dairəsi, $65,5^{\circ}$ cənub en dairəsi idi. Yerin maqnit oxu, onun fırlanma oxu ilə 15° bucaq təşkil edir. Maqnit qütbərinin coğrafi qütbə düz gəlməməsini Yer kürəsində qurunun və suyun (okean və dənizlərin) qeyri-bərabər paylanması ilə izah edirlər. Maqnit qütbərinin mövqeyi

dəyişdikcə maqnit ekvatorunun da vəziyyəti dəyişir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, Yerin coğrafi qütblerinin mövqeyi geoloji zaman ərzində 18-ci şəkildən göründüyü kimi tədricən dəyişmişdir.

Paleomaqnit tədqiqatları göstərir ki, əsas maqnit sahəsinin istiqaməti geoloji tarix ərzində dəfələrlə dəyişmişdir. Güman edilir ki, son dəfə bu hadisə 0,7 mln. il bundan qabaq olmuşdur. Yerin maqnit sahəsinin yaranması haqda müxtəlif fikirlər söylənmişdir. Hazırda tədqiqatçıların əksəriyyəti belə fikirdədirlər ki, maqnit sahəsinin əmələ gəlməsini geomaqnit dinamosu fərziyyəsi daha düzgün izah edir. Bu fərziyyəyə görə Yerin maye halında olan elektrik keçirici nüvəsində kifayət qədər intensiv və mürəkkəb hərəkətlər nəticəsində maqnit sahəsi yaranır. Bu prosesi dinamomaşında elektrik cərəyanı və maqnit sahəsinin yaranması kimi təsəvvür edirlər.



Şəkil 18. Yer kürəsinin şimal qütbünün geoloji tarix ərzində mövqeyi (Kreyxhayerə görə);

*1 -Proterozoy erası; 2 -Silur dövrü; 3 - Karbon dövrü;
4 -Paleogen və Neogen; 5 - Antropogen*

Yerin maqnit sahəsini ölçmək üçün maqnitometr, inklinometr, maqnit tərəzisi, maqnit kompası və başqa cihazlardan istifadə olunur. Maqnit sahəsini təyyarə və vertolyotdan aeromaqnitometrlər vasitəsilə də ölçürlər. Bu məqsədlə kosmik gəmilərdən də istifadə olunur. Geomaqnetizmin öyrənilməsinin gəmilərin və təyyarələrin idarə olunmasında, geoloji, geofiziki, geodezik, markşeyderik və s. tədqiqatlar üçün böyük əhəmiyyəti var. Ancaq geomaqnetizm məfhumu ilə ayrı-ayrı süxurların maqnit xassələrini bir-birindən ayırmak lazımdır. Süxurların maqnitliyi onların tərkibində olan dəmirin (maqnetit mineralının) miqdardından asılıdır. Belə ki, bazalt yüksək maqnitliliklə fərqlənir. Diorit, diabaz, sienit nisbətən az maqnitliliklə və porfir, qranit daha az maqnitliliklə səciyyələnir.

ALTINCI FƏSİL

YERİN NEÇƏ YAŞI VAR?

Yer nə vaxt əmələ gəlmışdır, onun neçə yaşı var? Bu suallara cavab vermək üçün əvvəlcə Yerin yaşını öyrənən üsullardan danışmaq lazımdır. Aydındır ki, əgər, bəzi tədqiqatçıların düşündüyü kimi, yer kürəsi əmələ gəldiyi zaman yanar halda idisə, o, uzun müddət kosmik inkişaf mərhələsi keçirməli idi. Yalnız tədricən soyuyub, bərk qabıqla örtüldən sonra Yerdə müxtəlif geoloji proseslər baş verməli və geoloji inkişaf mərhələsi başlanmalıdır. Beləliklə, Yerin inkişafında iki əsas mərhələ ayırmalı olar: kosmik və geoloji inkişaf mərhələləri. Güman edilir ki, Yerin kosmik inkişaf mərhələsi daha çox davam etmişdir. Digər tərəfdən tədqiqatçıların bir qrupunun fikrincə Yer elə əmələ gəldiyi zaman soyuq bir fəza cismi imiş. Lakin Yeri təşkil edən maddənin Yer qabığından nüvəyə doğru sıxlığa görə paylanması göstərir ki, Yer bəzi elementlərin radioaktiv pozulması nəticəsində mütləq əvvəlcə ərinti yanar halında olmalı, sonra yenidən tədricən soyuyub bərkiməli idi. Bu fərziyyələrin hansının həqiqətə daha yaxın olmasından asılı olmayaraq, Yer kürəsinin inkişaf tarixini, yaşıni onun geoloji inkişaf mərhələsi üçün öyrənib, müəyyən etmək imkanları daha çoxdur. Qədim geoloji proseslərin müasir proseslərə oxşarlığı, onların buraxıldığı izlər, yer qabığını təşkil edən layların sűxurlarında rast gələn fossillər (fauna və flora qalıqları), onların ardıcılılığı və başqa geoloji "kitabələr-daş sənədlər" Yerin ayrı-ayrı (nisbətən kiçik) inkişaf mərhələlərini, dövrlərini öyrənməyə kömək edir.

Geologiya elmi Yerin həm mütləq, həm də nisbi yaşını, demək olar ki, artıq nisbətən dəqiq öyrənmişdir. XX əsrin əvvəllerində Fransada P.Küri və İngiltərədə B. Rezerford sűxur və minsralların mütləq yaşını təyin etmək üçün bəzi elementlərin radioaktiv pozulmasından istifadə etməyi təklif etmişlər. O vaxtdan bəri izotoplardan istifadə məsələsi, demək olar ki, geologiyanın bütün sahələrinə nüfuz etmiş, izotoplar geologiyası

fənni yaranmışdır. İzotoplardan istifadə edərək Yerin mütləq yaşı müəyyən edilmişdir. Bu üsul ilə aparılan hesablamalar göstərir ki, Yer əmələ gələndən bəri 4,5-5 mld. il keçmişdir. Yeri təşkil edən layların nisbi yaşını, onların bir-birinə görə daha qədim və ya gənc olmasını tarixi-geoloji tədqiqatlar əsasında öyrənirlər. Belə tədqiqatlar nəticəsində Yer qatlarında layların ardıcılılığı öyrənilib, nisbi geoxronoloji cədvəl (nisbi yaş cədvəli) tərtib edilmişdir. Yerin təxminən son 600 mln. ilini əhatə edən tarixini daha dəqiq və mükəmməl elmi dəlillərə əsaslanan geoloji eralara, dövrlərə və daha kiçik nisbi vahidlərə: epoxaya, əsrə və s. parçalamaq mümkün olmuşdur. Tədqiqatlar göstərir ki, Yerin çökəmə süxurlar qatının təxminən 80 %-i geoxronoloji cədvəlin aşağı hissələrində göstərilən Kembriyən qədim eralarda əmələ gəlmişdir. Başqa sözlə desək, Kembriyən qədim çökəmə süxurların əmələgəlmə müddəti Yerin biza məlum olan geoloji tarixinin təxminən 6/7 hissəsini əhatə edir. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, Yerin müxtəlif geoloji formasiyalarının (süxur komplekslərinin) nisbi yaşından başqa, onların mütləq yaşını da təyin edirlər. Süxurların mütləq yaşının təyini təbiətdə elementlərin radioaktiv pozulma sürətinin daimi bir kəmiyyət olmasına əsaslanır. Bu üsul Kembriyə qədər fossilsiz lay komplekslərinin və ya daxilində ancaq çox cüzi miqdarda ən qədim mikroorqanizmlər rast gələn süxurların yaşını təyin etməkdə xüsusən böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqsədlə hazırda ən çox işlənən qurğuşun, arqon və stronsium üsullarıdır. Qurğuşun üsulu uran və toriumun izotoplарının sabit qurğuşun izotoplarına çevrilməsinə əsaslanır. Kalium arqon üsulu ^{40}K izotopunun radioaktiv parçalanması nəticəsində süxura arqonun toplanması ilə əlaqədardır. Stronsium üsulu rubidiumun ^{87}Rb radioaktiv parçalanması nəticəsində stronsiuma çevrilməsi ilə əlaqədardır. Nəhayət, 60 min ildən qədim olmayan geoloji və arxeoloji obyektlərin yaşını təyin etmək üçün radiokarbon üsulundan istifadə edilir. Buna nail olmaq üçün əvvəlcə Yerin müxtəlif sahələrinin geoloji quruluşunu öyrənmək vacibdir.

Yerin nisbi yaşını təyin etmək üçün bir neçə üsuldan

istifadə olunur. Bunlardan biri stratiqrafik üsuldur. Bu üsula görə normal yatım şəraitində hər üstdə olan lay onun altındakı laydan gənc sayılır. Məlumdur ki, Yer qabığının əsasən çökmə səxur ləylərindən və bəzən onlarla növbələşən və ya onların arasına soxulmuş metamorfik səxur kompleksindən ibarət olan qatına *stratisfer* deyilir. Stratiqrafik üsula əsaslanaraq Yerin müxtəlif sahələri üçün stratisfer ləylərinin ardıcılığını eks etdirən kəsilişlər tərtib olunmuşdur.

Petroqrafik üsul səxurların tərkibinin öyrənilməsinə əsaslanır. Bu üsuldan xüsusən maqmatik cisimlərin nisbi yaşıni öyrənmək məqsədilə geniş istifadə edilir. Bundan başqa, çöküntülərin toplanması şəraiti haqda mülahizə yürütmək üçün də petroqrafik üsul tətbiq edilə bilər.

Tektonik və ya tektonik-struktur üsul yer qabığının hərəkətlərinin müxtəlif lay komplekslərinin vəziyyətinin dəyişməsinə təsirinə əsaslanır. Tektonik hərəkətlər nəticəsində lay kompleksləri bəzən aşırılmış vəziyyət alır. Belə hallarda hər üstdə olan lay onun altındakından daha qədim sayılır. Bundan başqa, müxtəlif sahələrdə müəyyən tektonik proseslərin eyni vaxtda baş verməsinə əsaslanaraq ləylərin nisbi yaşı haqda da məlumat əldə edilir.

Paleontoloji üsul səxurlarda rast gələn fossillərin (daşlaşmış orqanizm qalıqlarının) öyrənilməsinə əsaslanır.

Geofiziki üsullar da, xüsusən elektrik karotajı, qazılan quyularda ləylərin ardıcılığını, onların nisbi yaşıni öyrənmək üçün geniş tətbiq olunur. Elektrik karotajından fərqli olan bir neçə başqa karotaj növləri də vardır.

Adları çəkilən üsullardan başqa, nisbətən az işlənən, yalnız müəyyən səxur komplekslərinə və ancaq məhdud çərçivədə, kiçik sahələrdə tətbiq olunan bəzi üsullardan da istifadə edilir. Məsələn, müxtəlif su hövzələrində suyun duzluluğuna, duz çöküntülərinin və kömür ləylərinin qalınlığına görə ləylərin ardıcılığı və əmələgəlmə müddəti haqda mülahizə yürüdülür. Bəzi hallarda böyük çayların axımı ilə gətirilən, lillərin və səxur qırıntılarının əmələ gətirdiyi çöküntünün qalınlığı ilə də

təbəqələrin yaşı təyin edilir. 11-ci cədvəldə (şkalada) yer təbəqələrinin nisbi, həm də mütləq yaşı verilmişdir. Cədvəldən görünür ki, Yer kürəsində soyumuş qabığın əmələ gəlməsindən təxminən 3.500 mln. il keçir. Bunu radiogeoloji üsullarla da təyin etmişlər. Bu üsulların tətbiqi ilə müəyyən edilmişdir ki, bize məlum olan ən qədim səxurların mütləq yaşı 3500 mln. ildən az deyildir. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, mütləq yaşı təyin edilməsinin əsasını radioaktiv parçalanma prinsipi təşkil edir. Uranın radioaktivliyini ilk dəfə 1896-cı ildə Bekkerel müəyyən etmişdir. Bir qədər sonra Mariya və Pyer Küri və Rezerford sübut etmişlər ki, müxtəlif elementlər 3 növ (α , β və γ) şüalanma ilə səciyyələnir. α - şüalar heliumun müsbət yüklü ionları, β - şüalar mənfi yüklü elektronlar, γ - şüalar rentgen şüalarına oxşar elektromaqnit şüalanmadır. Buna müvafiq olaraq 3 növ radioaktiv parçalanma ayıırlar. α - parçalanma, β -parçalanma və spontan (öz-özünə) bölünmə. Məlumdur ki, radioaktiv parçalanma nəticəsində sabit izotoplар əmələ gəlir. Bu prosesin gedişi və onun sürəti temperaturdan, təzyiqin dəyişməsindən, maddənin aqreqat vəziyyətindən, Yerin maqnit, elektrik və başqa fiziki-kimyəvi xassələrindən asılı deyil. Radioaktiv parçalanma öz-özünə, tədricən, sabit sürətlə gedən, uzun müddət davam edən bir prosesdir. Lakin müxtəlif elementlərin izotoplارının parçalanma sürəti də müxtəlifdir. Belə ki, laboratoriya şəraitində bir sıra izotop üçün yarımparçalanma dövrü müəyyən edilmişdir, yəni müəyyən miqdarda olan radioaktiv maddənin tən yarısı azalaraq, sabit izotoplara keçmə müddəti öyrənilmişdir. Məsələn, torium izotopunun yarımparçalanma dövrü 14,1 mlrd. il, uranının 4,51 mlrd. il, karbonunki (^{14}C)¹ 5750¹ il, radiumunki 1580 ildir. Deməli, bir qram radiumun radioaktiv parçalanması nəticəsində 1580 ildən sonra yarım qram qalmalıdır. 1 q karbondan yarım qram qalması üçün 5750 il keçməlidir və s.

Mütləq yaşı təyin etmək üçün qurğuşun, helium, kalium - arqon, kalium-kalsium, rubidium-stronsium, renium-osmium,

¹ Texniki ədəbiyyatda başqa rəqəmlərə də rast gelinir

samarium-neodim və b. üsullar vardır. Bunlardan ən çox işlənən qurğuşun, arqon və stronsiyum üsullarıdır. Kalium-argon həm sadə, həm də ucuz başa gəldiyi üçün ondan daha çox və geniş miqyasda, istər gənc, istərsə də qədim süxurların yaşıni təyin etmək üçün istifadə olunur.

Təbii qurğuşun 4 sabit izotopdan ibarətdir ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb və ^{208}Pb . Bunlardan son üçü radiogen mənşəlidir. ^{204}Pb izotopu isə radioaktiv parçalanma ilə əlaqədar deyil. Qurğuşunun radioaktiv izotoplari da vardır. Nümunədəki qurğuşunun tərkibində ^{204}Pb -nin miqdari vahidə bərabər qəbul olunur, qalan izotoplari miqdari isə ^{204}Pb olan nisbətlə ifadə edilir.

Yerin mütləq yaşıının öyrənilməsinin qurğuşun izotoplariının öyrənilməsinə əsaslanan müxtəlif modelləri var. Holms-Qautermansın modelinə görə, ümumiyyətlə, süxurda hər bir qurğuşun ilkin qurğuşunla radiogen, yəni radioaktiv pozulma nəticəsində əmələ gələn qurğuşundan ibarətdir. İlkin qurğuşunun izotop tərkibi Günəş sisteminin ən az radioaktivliklə səciyyələnən dəmir meteoritlərindəki qurğuşunun izotop tərkibinə müvafiqdir.

Rassell-Farkuar-Kamminq üsulu Yerin təkində Pb (U) Th nisbətinin ancaq radioaktiv parçalanma nəticəsində dəyişməsinə əsaslanır. Kanaseviç, Doye və Steys üsulu da Rassell-Farkuar-Kamminq üsulu kimiidir. Lakin bu üsulda işlənən parametrlər bir qədər fərqlidir. Belə ki, $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$, $^{232}\text{Th}/^{204}\text{Pb}$ nisbətləri müvafiq olaraq 9,58 və 36,5 qəbul edilir.

Kalium-argon üsulunun müəllifi E. K. Gerlinqdir. Bu üsul kalium minerallarında və ya tərkiblərində bir qarışq kimi kalium olan mineral və süxurlarda radiogen arqonun toplanmasına əsaslanır. Radiogen arqon mənbəyi ^{40}K izotopu sayılır. Onun təxminən 89 %-i parçalanma nəticəsində ^{40}Ca çevrilir, qalan hissəsindən isə arqon əmələ gəlir. Radiogen ^{40}Ar və radioaktiv ^{40}K miqdari ölçülür və müəyyən düstura əsasən nümunənin yaşı hesablanır.

Rubidium-stronsium üsulunda Rubidium-87 olduqca gec parçalanır. Onun yarımparçalanma dövrü $4,88 \cdot 10^{10}$ ildir. Buna görə də bu üsuldan istifadə etməklə Arxeozoy və Proterozoy eralarının

süxurlarının yaşını təyin etmək daha əlverişlidir. Bu üsul ^{87}Pb -un radioaktiv parçalanması nəticəsində radiogen ^{87}Sr -yə çevrilməsinə əsaslanır.

Yaşı 40-60 min ildən az olan geoloji cisimlərin mütləq yaşının öyrənilməsi üçün radiokarbon üsulundan istifadə edilir. Məlumdur ki, ^{14}C radioaktiv izotopdur. Onun yarımparçalanma dövrü 5750 il, miqdarı isə atmosferdə sabittir. Canlı orqanizmlər tələf olandan sonra onların tərkibindəki ^{14}C -un miqdarı təyin edilir və buna əsasən həmin cismin yaşı öyrənilir. Radiokarbon üsulundan istifadə edərək arxeoloji qazıntılar zamanı əldə edilən əşyaların, qədim insan mədəniyyəti qalıqlarının, ulu babalarımızın işlətdiyi əmək alətlərinin və s. gənc geoloji obyektlərin yaşını təyin edirlər.

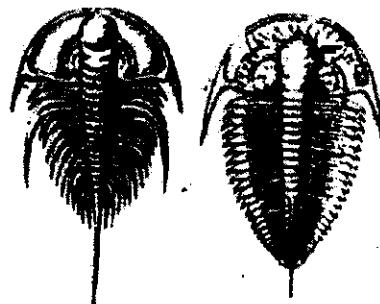
Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, Yerin kosmik inkişaf mərhələsi uzun müddət davam etmişdir. Bu mərhələ haqqında geoloqların əldə etdiyi məlumat qənaətbəxş deyildir. Planetimizdə geoloji proseslər baş verməyə başlanandan sonrakı müddət üçün isə (yəni Yerin geoloji inkişaf tarixini əhatə edən müddət üçün) xeyli zəngin məlumat toplanmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, Yerin siması geoloji tarix ərzində daim dəyişmişdir, geniş quru sahələri dəfələrlə su basmış, ucsuzbucaqsız, dərin dəryalar quruyub nəhəng dağ silsilələrinə çevrilmiş, dağlar aşınış, parçalanış, yuyulub, onların yerində düzənliklər əmələ gəlmış və belə proseslər ara-sıra təkrar olunmuşdur.

Yerin tarixini həm mütləq rəqəmlərlə, həm də nisbi vahidlərlə ifadə elirlər.

Yerin geoloji tarixi bir sıra kompleks əlamətlərə əsasən müxtəlif eonlara, era və dövrlərə bölünür. Ən qədim eraya Arxeozoy erası deyilir. Geoxronoloji cədvəldən göründüyü kimi bu era təxminən 3500, bəlkə də 4000-4100 mln. il bundan qabaq başlanmış, müxtəlif hesablamalara görə 1500-2000 mln. il davam etmişdir. Eranın davam etmə müddətinin belə qeyri-müəyyənliyi onu təyin etmək üçün lazımlı olan geoloji dəllillərin və məlumatın azlığıdır. Arxeozoy erasından sonrakı eranı Proterozoy

adlandırmışlar. Bu era da 200 mln. ilə qədər davam etmişdir. Arxeozoy və Proterozoy eralarında canlılar aləmi yenice əmələ gəlməyə başlamışdır. Həmin eralarda yalnız bəsit ibtidai orqanizmlər yaşayırırdı. Belə orqanizmlərin qalıqlarına o zaman əmələ gəlmış sükurlarda rast gəlinir. Bu iki era Kriptozoy eonunu təşkil edir. Sonrakı eon *Fanerozoy* adlanır və üç eraya (Paleozoy, Mezozoy, Kaynazoy) bölünür.

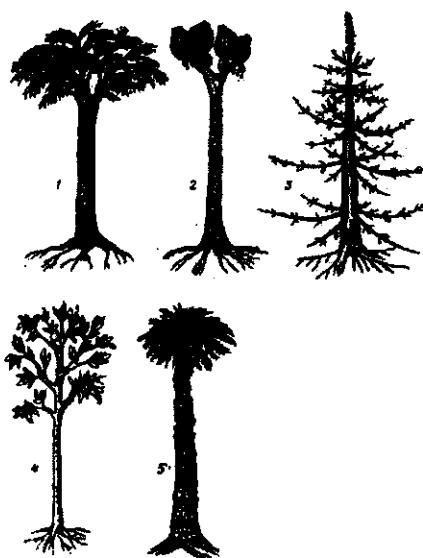
Fanerozoy eonunun ən qədim sayılan Paleozoy erası Proterozoy erasından sonra başlanır. Paleozoy qədim həyat erası deməkdir. Artıq bu zaman mürekkeb quruluşlu müxtəlif heyvanlar əmələ gəlmış və tədricən inkişaf etmişdir. Paleozoyerasında yaşayan heyvanlardan trilobitləri (xərcəngkimilər), mərcanları, baliqları, qrapтолitləri, dəniz zanbaqlarını və s. göstərmək olar. Bu erada bir sıra bitki növləri də geniş yayılmışdır. Onlardan lepidodendronları və başqa bitkiləri göstərmək olar (Şəkil 19, 20, 21).



Şəkil 19. 550 mln. il bundan əvvəl
yaşamış Kembri dövrünün
trilobitləri



Şəkil 20. Devon dövrünün heyvanat
aləminin bəzi nümayəndləri



Şəkil 21. Kömür əmələ gətirən bükilər:

1-lepidodendron; 2-siqillyari; 3-kalamit; 4-kardait; 5-saq palması

Paleozoy erası altı dövrə bölünür. Bu eranın ən qədim dövrü Kembri dövrüdür. Kembridən sonrakı dövrlər ardıcıl olaraq Ordovik, Silur, Devon, Daş kömür və Permdir.

Paleozoy erasından sonrakı era Mezozoy erası, yəni orta hayat erasıdır. Trilobitlər Paleozoy erasının axırlarında tələf olub qurtarmış, amfibiyalar isə (suda-quruda yaşayanlar) Mezozoy erasında Paleozoya nisbətən daha geniş yaşamışdır. Bu erada ibtidai heyvanlarla bərabər mərcanlar da yayılmışdır. Mezozoy erasında quşlar və məməli heyvanlar da yaranmışdır (şəkil 22, 23).

Mezozoy erası üç dövrə bölünür. Bunların ən qədimi trias, sonrakı dövr - Yura və ən cavanı - Tabaşır dövrüdür.

Mezozoy erasından sonrakı era Kaynozoy, yəni *yeni həyat erası* adlanır. Bu era üç dövrə bölünür: Paleogen, Neogen və Antropogen dövrləri. Hələ yaxın keçmişdə Kaynozoy erasını

yalnız iki dövrə - Üçüncü və Dördüncü dövrlərə böülürlər. Son zamanlar üçüncü dövr Paleogen və Neogen dövrlərinə parçalanmışdır. Dördüncü dövrü isə hələ XIX əsrin 20-ci illərində İ.Donuayye, ondan sonra 1922-ci ildə Pavlov *Antropogen dövrü* adlandırmışlar. Lakin bəzi əsərlərdə hələ də köhnə adlara rast gəlinir.

Paleogen və Neogen dövrlərində heyvanlar və bitkilər aləmi geniş inkişaf etmiş və daha mürəkkəb quruluşlu orqanizm növləri əmələ gəlmışdır. Uzun müddət belə sayılırdı ki, insan Antropogen dövründə, yarım milyon il bundan əvvəl əmələ gəlmışdır. Lakin hazırda güman edilir ki, insan yarım milyon il yox, daha qədim zamanda əmələ gəlmışdır. Bu haqda kitabın müvafiq hissəsində bir qədər ətraflı danışılır (şəkil 23).

Yerin inkişaf tarixində ən sonuncu və ya yaşadığımız müasir eranı bəzi tədqiqatçılar *Psixozoy erası*, yəni *şüur erası* adlandırmışlar.

Yer təbəqələrinin ardıcılılığı və onların geoloji yaşı haqda bütün bu dediklərimizi 11-ci cədvəldə görmək olar.

Geoxronoloji və stratigrafik şkalada (cədvəldə) çöküntüləri qeyd etmək üçün qrup, sistem, şöbə və mərtəbə vahidləri işlənir. Zaman etibarilə bunlara müvafiq olaraq era, dövr, epoxa və əsr deyirlər. Deməli, hər bir qrup-sistemlərə, hər sistem şöbələrə, şöbələr-mərtəbələrə (yaruslara) bölünür. Eralar-dövrlərdən, dövrlər-epoxalardan, epoxalar-əsrlərdən ibarətdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, mərtəbə və ona müvafiq olan əsr məfhumları da daha kiçik vahidlərdən ibarətdir. Demək olar ki, geoxronoloji cədvəldə işlənən era və sistemlərin adları, əsasən XIX əsrin birinci yarısında (1822-1840-ci illərdə) müəyyən edilmişdir. Bu sistemlərin adları, başlıca olaraq, həmin



Şəkil 22. Mezozoy erasının ən yırtıcı mezozavrı (B.Rujicka və K.Dittlerin kitabından).



Şəkil 23. Uzunluğu 3 m-ə çatan dəvəqışunu xatrladan Epiornis qusu. Yumurtası 183 toyuq yumurtasına bərabər imiş. XVII əsrin başlangıcında nəslini kəsilmişdir (B. Ruička və K. Dnitlerin kitabından).

çöküntülərin kəsilişində yazı tabaşırının varlığı ilə bağlıdır.

Trias sistemi bu çöküntülərin Avropa ərazisində çox aydın surətdə üç şöbəyə bölünməsi ilə əlaqədardır. Yura sisteminin adı İsvəçrənin Yura dağları ilə bağlıdır.

Kaynozoy qrupu sisteminin adları bu era ərzində yaşamış canlılar aləmi ilə əlaqədardır. Məs., Paleogen sistemi çöküntülərində indi tamamilə tələf olmuş onurğahlarının qalıqlarına rast gəlinir. Neogen sistemi çöküntülərində rast gələn onurğalı orqanizmlərin qalıqları isə müasir onurğalılara yaxındır.

Antropogen sisteminin adı bu zaman insanın yaranmasına işarədir. Yunanca antropos-insan deməkdir. Beynəlxalq miqyasda işlənən geoxronoloji şkala ilə bərabər məhəlli əhəmiyyətli, yardımçı stratiqrafik bölgülərdən də istifadə olunur. Məs., çöküntü seriyaları, lay dəstələri, horizontlar, zonalar və s. (cədvəl 12.).

çöküntülərin ilk dəfə öyrənildiyi və ya geniş yayıldığı yerlərin adları ilə bağlıdır. Bəzi hallarda çöküntülərin tərkibi də nəzərə alınmışdır. Məs., Kembri sisteminin adı İngiltərənin hazırkı Uels qraflığının qədim adına müvafiqdir. Silur sistemi qədim insan qəbiləsi adından alınmışdır. Devon sisteminin adı İngiltərənin Devaşir qraflığı ilə bağlıdır. Daş kömür və ya karbon sisteminin adı bu çöküntülərin kəsilişində olan zəngin kömür yataqları ilə əlaqədardır. Perm sistemi Rusyanın Perm vilayəti şərəfinə belə adlandırılmışdır. Tabaşir sisteminin adı bu

Geoxronoloji şkala

Cədvəl 11

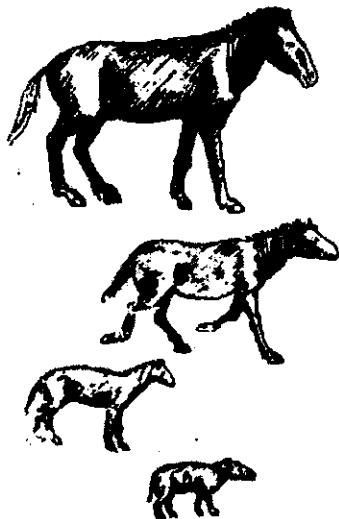
	Qrup (era)	Sistem (dövr)	Başlan-	Davam
			mışdır mln. il	etmişdir, mln. il
	Kaynozoy (67 mln il davam et- mişdir.)	Antropogen	1,5	1,5
		Neogen	25	23,5
		Paleogen	67	42
	Mezozoy (163 mln. il)	Tabaşır	137	70
		Yura	195	58
		Trias	230	35
Fane- ro- zoy	Paleozoy (340 mln. il)	Perm	285	55
		Daş komür	350	75-65
		Devon	410	60
		Silur	440	30
		Ordovik	500	60
		Kembri	570	70
	Proterozoy (təqr. 2000 mln. il)	Üst	1600	1030
		Orta	1900	300
		Alt	2600	700
Kripto- zoy	Arxeozoy (1500-2000 mln. il)	-	3500	900

Paleozoy erasının Kembri, Ordovik və Silur dövrlərinin sűxurlarında külli miqdarda onurğasız heyvan qalıqlarına-braxiopodlara, çiyinayaqlılara, dördşüali mərcanlara (tetrakorallara), tabulyatlara, dəniz mamırlarına, sistoidlərə, meduzlara, qurdılara və s. rast gəlinir. Lakin bu dövrlərin çöküntüləri içərisində ən çox yayılmışları, həm də onlar üçün rəhbər (müəyyənedici) rol oynayanları trilobitlərdir. Onların ən yüksək inkişaf mərhələsi Silur dövründə olmuş və bu sistemin

çöküntüleri içerisinde onların külli miqdarda növləri mövcuddur. Bu vaxtdan sonra onlar azalmağa başlayır və Paleozoy erasının sonunda tamamilə yoxa çıxırlar.

Kembri dövründə quruluşlarına görə bağırsaq-boşluqlularla süngərlər arasında orta mövqe tutan, lakin ayrıca, sərbəst tip olan başqa bir qrup maraqlı heyvanlar-arxeosiatlar rəhbər rol oynayır. Ordovik və Silur dövrlərində belə bir rəhbər rol oynayan heyvanat qrupu qraptolitlər idi. Bu dövrlərdə həmçinin başıayaqlı molyusklar (nautiloidlər) meydana gelir.

Paleozoy erasının sonrakı dövrlərində rəhbər heyvanat qalığı kimi çiyinayaqlılar (braxiopodlar)



Səkil 24. Atların Eosendən Pleystosenə qədər inkişafı (ilkin at altdakıdır)

Geoxronoloji və stratigrafik şkalaların (cədvəllerin) müqayisəsi

Cədvəl 12

Şkalalar və yardımçı bölgülər	Stratigrafik bölgülər	Geoxronoloji bölgülər
Beynəlxalq şkala	Qrup Sistem Şöba	Era Dövr Epoxa
Mahallar üzrə bölgülər	Mərtəbə Zona	Əsr Zaman
Yerli regionlar üzrə bölgülər	Seriya, dəstə yarımdəstə	Zaman
Yardımçı bölgülər	Yarımqrup, yarımdəstə, yarımsöba, yarımmərtəbə, yarumzona, lay, horizont, biozona	Zaman bioxron

meydana gelir ki, bunların da içерisində produktus və spirifer cinsləri xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu dövr başıayaqlı molyusklar daha da inkişaf edir. Başıayaqlılar sinfinin açılmış, düz, oxşəkilli qabığı olan ortoserasların əvəzinə ammonoidea dəstəsinin spiral şəklində bükülmüş qədim, artıq nəslə kəsilmiş nümayəndələri meydana gelir. Onları bədənlərini təşkil edən ayrı-ayrı bölgülerin arasındaki arakəsmə xətlərinin formasına uyğun olaraq *qoniatitlər* adlandırırlar.

Bu dövrdə iri foraminiferlər, hidroidlər (xetetidlər), dördşüalı mərcanlar, tabulyatlar, qoniatitlər, klimeniyalar, dəniz qöncələri, dəniz mamırları, blastoidlər, ostrakodlar və b. geniş inkişaf tapır. Perm dövrünün sonunda qoniatitlər, arakəsmə xətləri daha mürəkkəb şəkildə olan seratitlərlə əvəz olunur.

Bütün Paleozoy erası boyu onurğalı heyvanların ayrı-ayrı nümayəndələrinin əmələ gəlməsi və onların inkişafi çox maraqlıdır. Onların ənənəsizlər deyilən ilk bəsit nümayəndələri hələ Ordovikdə və ya Silurda meydana gəlmişdir. Devonda isə ilk balıqlar əmələ gelir və tezliklə dəniz heyvanları içərisində geniş yer tutur. Bir qədər sonra, Daş kömür dövründə (Karbonda) balıqların bəzi nümayəndələri hava ilə nəfəsalma qabiliyyətinə malik olur və quruda da yaşaya bilirlər. Beləliklə, heyvanat aləmində amfibiya (suda-quruda yaşayanlar) sinfi yaranır. Nəhayət, Permdə onurğalılar daha da təkmilləşir və nəticədə reptiliya (sürünənlər) meydana gelir.

Qeyd edək ki, Paleozoy erasının ortalarında həşərat (cüçülər) əmələ gelir, tədricən onların növlərinin sayı artır və hazırda onlar növlərinin çoxluğuna görə bütün heyvanat aləmində birinci yeri tutur.

Mezozoy erasının heyvanat aləmi Paleozoy erasında yaşamış heyvanlardan fərqlənir. Trias dövründə seratitlər ən yüksək inkişaf mərhələsinə, çıçəklənmə dövrünə çatır. Lakin sonra onlar arakəsmə xətləri daha mürəkkəb olan ammonitlərlə əvəz olunur. Bu zaman tək-tək nümayəndələri hələ Daş kömür dövründə (Karbonda) meydana gəlmiş belemnitlər geniş inkişaf etmişdir. Ammonitlər və belemnitlər Yura dövründə böyük

əhəmiyyət kəsb edir. Ammonitlər həm növlərinin sayı, həm də ayrı-ayrı fəndlərinin çoxluğu ilə fərqlənir. Tabaşır dövrü çöküntülərinin içərisində çox nəhəng, bəzilərinin diametri 2 m-ə çatan ammonitlərə rast gəlinir. Bundan sonra onların miqdarı tədricən azalır və Mezozoy erasının sonunda tamamilə qırılır. Zəngin nautiloidea sinfindən spiral formalı qabığı olan organizmlərdən *gəmicik* adlanan yalnız bir növ hazırda tropik dənizlərdə yaşayır. Tabaşır dövründə bəsit heyvanlar-foraminiferlər geniş inkişaf edir. Bunların qalıqları bəzən üst-üstə toplanaraq, ağ yazı tabaşırı laylarını əmələ gətirir.

Mezozoy erasında Paleozoy üçün səciyyəvi olan dördşüali mərcanlar (tetrakorallar) altışüali mərcanlarla (heksakorallarla) əvəz olunur.

Mezozoy erası (xüsusilə Trias və Yura dövrlərində) ilk nümayəndələri hələ Paleozoyun axırlarında əmələ gəlmiş onurğalılar sinfinə aid olan sürünenlərin geniş yayılması ilə səciyyəvidir. Bunların ən yüksək inkişaf mərhələsi Yura dövrüdür. Bu vaxt onlar həm quruda, həm suda, həm də havada geniş yayılır. Quruda yaşayan sürünenlərdən nəhəng dinazavrları göstərmək olar. Onların bəzilərinin uzunluğu 20 m-ə, hündürlüyü 5 m-ə çatmış. Bu zaman dənizdə uzunluğu 12 m-ə çatan yırtıcı ixtiozavrlar (balıq-kərtənkələ) yaşayır. Havada isə qanadlı kərtənkələlər (kələzlər) ucurdu. Bunların bəzilərinin qanadlarının uzunluğu 16 m-ə çatırdı. Tabaşır dövrünün axırında sürünenlər kəskin surətdə azalır, onların yerini məməlilər və quşlar tutur.

Paleogen və Neogen dövrlərində onurğasız heyvanlar içərisində ən geniş yayılanları ikitaylı və qarınayaqlı molyusklar idi. Paleogen üçün foraminiferlər, xüsusilə nummulitlər böyük əhəmiyyət kəsb edir. Kiçik pulcuqlara oxşayan bu nummulitlər, həmçinin orbitoidlər, bəzən qalın əhəngdaşılardan əmələ gətirir. Bu vaxt məməlilər çox sürətlə inkişaf edərək quruda hegemonluğa malik olur. İnsanabənzər meymunlar da bu dövrə əmələ gəlir. Nəhayət, Antropogen dövründə Yer üzünün cövhəri olan insan yaranır.

Bitkilər də uzun mürəkkəb inkişaf yolu keçmişdir.

Bunlardan ən qədimi yosunlardır ki, ilk nümayəndələri hələ Paleozoya qədərki dövrədə dənizlərdə əmələ gəlmışdır. Silur dövründə ilk dəfə olaraq bitkilərin Psilofitlər qrupunun nümayəndələri quruşa yayılır. Devon dövründə və xüsusən Karbonda (Daş kömür dövründə) quruda bitkilər artıb çoxalır. O vaxtın bitkiləri əsasən qızılıbənzər, iynəyarpaqlı və ayıdöşəyilərdən, yəni tozcuqlar vasitəsilə artan meşə bitkilərindən ibarət idi. Bunların içərisində bəzi çox nəhəng bitkilər var idi. Məs., lepidodendronların hündürlüyü 30-40 m-ə, kalamitlərinki 10 m-ə çatmış (şəkil 25). Nəhayət, Tabaşır dövründə daha mürəkkəb quruluşlu örtülü toxumlu, çiçəklənən bitkilər meydana gəlir. Kaynozoy erasında, xüsusilə Antropogen dövründə, onlar çox geniş inkişaf edir.

Hər geoloji dövr iki və ya üç şöbəyə bölünür. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi hər dövr özünəməxsus təyinedici fauna və florası ilə səciyyələnir. Belə ki, müasir dövr üçün ilk öncə insanlar, hazırda yaşayan müxtəlif heyvanlar və bitki örtüyü səciyyəvi sayılır. Hər qədim dövrədə və ya dövrün hər hansı zamanında yaşayan heyvan və bitkilərin bir qismi o zaman üçün rəhbər fauna və flora sayılır. Bəzi heyvan və bitki orqanizmlərinin arasıkəsilmədən bir neçə geoloji dövr ərzində yaşamasına baxmayaraq onlar nisbətən az dəyişilir. Əlbəttə, belə fauna və flora qalıqları rəhbər fossil sayılmayırlar. Rəhbər fossil yalnız və yalnız müəyyən dövrədə və ya dövrün qısa bir müddətində, bəzən məhdud bir ərazidə və ya geniş sahələrdə, bəlkə də kontinentlərin əksəriyyətində yaşamış orqanizmlərin qalıqları sayıla bilər. Geoloji tarixi vərəqlədikcə, ümumiyyətlə, canlılar aləmində fasiləsiz dəyişikliklərin baş verməsi müşahidə olunur. Nəticə etibarilə bəzi heyvanlar və bitkilər tələf olur, başqları inkişaf edib, nəhəngləşir. Məs., Yura dövrünüñ axırlarında Şimali Amerikada yaşamış diplodokun hündürlüyü 5-6 m, uzunluğu 26 m-ə çatmış. Onlar dördayaqlı, hər ayağında 5 barmağı olan, bitkilərlə qidalanan nəhəng heyvanlar idi. Diplodokun uzun quyruğu və boğazı, xırda başı var idi. Dinozavrların da uzunluğu 20-25 m-ə çatmış. Onların

bəziləri diplodoklar kimi otla qidalanır, bəziləri isə başqa heyvanların ətini yemişlər. Bunlar Mezozoy erasında Cənubi Amerika və Şimali Amerikada yaşamışlar. Paleozoy erasının (Daş kömür dövrünün axırı, Perm dövrünün əvvəli) mezozavrları da çox güman ki, şirin su hövzələrində yaşamış və əsasən balıqlarla qidalanmışlar. Bu heyvanların qısa bədənləri, uzun quyruqları və qabaq ayaqlarına nisbətən uzun dal ayaqları var imiş. Onlar çox iti dişləri, xeyli uzun çənələri ilə bir çox heyvanlardan fərqlənirdilər.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, geoloji tarix boyunca yer qabığını təşkil edən çökəmə və metamorfik süxur laylarını ardıcıl surətdə izlədikdə müxtəlif heyvanların və bitkilərin izlərinin arasıkəsilmədən artması, bəzilərinin isə müəyyən laylarda azalıb, hətta birdən-birə yoxa çıxmazı müşahidə olunur. Bunun səbəbi

	Mühüm organizmlərin inkişafı		Bitkilər	
	Heyvanlar			
	Oncəyənzər	Oncəyəndər		
N				
P				
D				
Z				
T				
P				
C				
D				
S				
O				
G				

Şəkil 25. Geoloji tarix ərzində canlı organizmlərin yaranması və inkişafı cədvəli

Üzvi aləmin yaranması və inkişafı

Cədvəl 13

Era (grup)	Dövr (sistem)	Üzvi aləm (geoloji keçmişin ən səciyyəvi organizmləri)
Kaynozoy	Antropogen (Dördüncü dövr)	Örtülü toxumluların geniş inkişaf etməsi səciyyəvidir
	Neogen	Örtülü toxumlular artmış, müasir məməlilərə yaxın olan formalar meydana gelmiş və inkişaf etmişdir. İnsanabənzər meymunlar, fəqərəsizlərdən qarınayaqlılar və ikitaylı molyusklar inkişaf etmişlər
	Paleogen	İbtidai məməlilərin sürətlə artması, fəqərəsizlərdən-foraminiferlər, nummulitlər, qarınayaqlılar aə ikitaylı molyusklar səciyyəvidir
Mezozoy	Tabaşır	Sürünənlərin artması. Örtülü toxumluların meydana gelmesi. Dövrün ikinci yarısında sürünənlərin, ammonitlərin, qarınayaqlıların və demək olar ki, bütünlü belemnitlərin məhv olması
	Yura	Ammonitlərin və belemnitlərin geniş inkişafı
	Trias	Circramaların, iynəyarpaqlıların inkişafı
	Perm	Daş kömür dövrünün florاسının azalması ilə iynəyarpaqlıların və circramaların meydana gelməsi və inkişafı, sürünənlərin inkişafı Fəqərəsizlərdən-ammonoidlərin (seratitlərin), braxiopodların (çıyinayaqlıların) inkişafı

1	2	3
Paleozoy	Daş kömür (Karbon)	Ağacvari bitkilərin çoxluğu. Qıçıyabənzər bitkilərdən-lepidodendronlar və sıqılıyyariyalar, kalamitlər, kordaitlər Suda-quruda yaşayan amfibiyaların inkişafı. Həşəratın meydana gəlməsi, fəqərəsizlərdən-braxiopodlar, foraminiferlər, qoniatitlər və dərisitikanlıların inkişafı
	Devon	Psilofitlərin üstünlüyü və ayıdöşəyililərin əcdadlarının meydana gəlməsi. Zirehli balıqların artması. Suda-quruda yaşayan stegosefalın meydana gəlməsi. Fəqərəsizlərdən braxiopodların və mərcanların inkişafı. Başıayaqlı molyusklar-qoniatitlər.
	Silur	Psilofitlərənn inkişafı
	Ordovik	Fəqərəsizlərdən-trilobitlərin yeni qrupları. Qrapтолitlər, başıayaqlı molyusklar, mərcan poliplerinin, mamırların çoxluğu, zirehli balıqların meydana gəlməsi
	Kembri	Su yosunlarının və bakteriyaların inkişafı. Yerüstü basit bitkilərin-psilofitlərin meydana gəlməsi. Fəqərəsiz heyvanlardan ən səciyyəviləri-trilobitlər və arxeosiatlar
	Proterozoy	Su yosunları və bakteriyalar
Arxeozoy		Ibtidai üzvi formaların izləri

Yer kürəsinin ara-sıra böyük dəyişikliklərə uğramasıdır. Belə proseslər zamanı dağlar və dənizlər yerlərini dəyişir, transqressiya (dənizin irəliləməsi) və regressiya (dənizin geri çəkilməsi) baş verir, iqlim şəraiti, bir sözlə, bütün mühit kəskin dəyişikliyə uğrayır. Ümumiyyətlə, Yerin bu və ya başqa hərəkətləri nəticəsində yaranan yeni fiziki-coğrafi şəraitə uyğunlaşa bilən heyvan və bitki növləri yaşayır. Uyğunlaşa bilməyən tələf olur. Məs., dinazavrular, balıqlarla qidalanan dəniz heyvanları, ixtiozavrular və bəzi başqa heyvanlar Mezozoy erasından sonra yeni şəraitə uyğunlaşa bilmədikləri üçün yaşaya bilməyib tələf oldular. Mezozoy erasının şəraitinə uyğunlaşa bilməyən trilobitlərin də kökü bu erada kəsilmişdir.

Geoloji şkaladan (cədvəl 13) və 24-cü şəkildən gö-

ründüyü kimi müxtəlif heyvan və bitki növlərinin meydana gəlməsi, onların yüksək inkişaf dövrü keçirməsi və nəhayət, köklərinin kəsilməsi Yerin inkişaf tarixi ilə sıx əlaqədardır. Tektonik hərəkətlər nəticəsində də Yerin siması daim dəyişmiş, canlılar aləmi də onunla birgə təbəddülata uğramışdır.

YEDDİNÇİ FƏSİL

AŞINMA PROSESLƏRİ

Müxtəlif amillərin təsirindən Yer səthində sūxur və mineralların dəyişməsinə və pozulmasına *aşınma* deyilir. Aşınmaya səbəb olan amillər fiziki, kimyəvi və üzvi (biokimyəvi) səciyyəlidir. Təsir edən amildən asılı olaraq əsasən fiziki və kimyəvi aşınma növləri ayıırlar. Bu iki əsas aşınma növündən başqa üzvi və ya bioloji (biokimyəvi) aşınma növü də vardır. Qeyd etmək lazımdır ki, aşınma proseslərində müxtəlif amillər, adətən, birlikdə və əksər hallarda eyni vaxtda təsir edir, buna görə də həmin proseslərin müxtəlif növlərə ayrılması şərtidir. Bütün aşınma prosesləri bir-birilə sıx əlaqədardır. Əlbəttə, konkret şəraitdə aşınma prosesində təsir edən amillərdən bəziləri üstünlük təşkil edə bilər və prosesin növü məhz belə amillərlə müəyyən edilir. Aşınma proseslərini şərtləndirən amillər, əsasən, iqlim şəraiti ilə əlaqədardır. Gecə-gündüz ərzində və müxtəlif fəsillərdə havanın temperaturunun dəyişməsi, sūxurların məsamələrində və çatlarında suyun donması və ümumiyyətlə, buzlaşma hadisələri mühüm aşınma amilləridir. Relyefin, sūxurların litoloji tərkibinin, sərtliyinin və s. aşınma proseslərində böyük əhəmiyyəti var. Aşınma prosesinin davametmə müddəti də elə mühüm amildir.

Fiziki aşınma proseslərinin temperatur və mexaniki növləri vardır. Temperatur və mexaniki aşınma prosesləri zamanı sūxuru təşkil edən dənələrin arasında əlaqə pozulur, sūxur dezinteqrasiyaya uğrayır, parçalanır. Sūxurun belə dəyişməsi və pozulmasının müxtəlif səbəbləri var. Əsas səbəblərdən biri yuxarıda qeyd edildiyi kimi iqlim şəraitinin dəyişməsi, yəni temperatur amiliidir. İndi bu amil ilə əlaqədar olan temperatur aşınması proseslərini qısaca izah edək.

Temperatur aşınması. Əvvəla qeyd edək ki, gündüzlər istidən sūxurun həcmi böyür, gecələr əksinə, temperatur azaldığına görə onun həcmi kiçilir. Uzun müddət davam edən bu proses sūxurun pozulmasına gətirib çıxarıır.

Aydındır ki, süxurun üz səthi və ya üstü, onun altı və ya daxilinə nisbətən, daha çox qızır və soyuğun təsirinə daha çox məruz qalır. Məhz buna görə də süxurun üz səthi daha tez aşınib pozulur. Temperaturun dəyişməsi ilə əlaqədar olan aşınmada (temperatur aşınmasında) süxurun rənginin də əhəmiyyəti vardır. Belə ki, tünd rəngli süxurlar daha çox qızır və buna görə də onlar daha tez aşınib pozulur. Fəsillərin temperaturunun müxtəlif olmasının aşınmaya təsiri şübhəsizdir. Lakin gecə və gündüzün temperatur dəyişməsinin aşınmaya təsiri daha böyükdür. Havanın temperaturu azalıb mənfi olanda süxurların məsamələrində və çatlarında su donur, onun həcmi böyüyür, bu da süxurun parçalanmasına səbəb olur. Buna *şaxta aşınması* deyilir.

Səhralarda suyun buxarlanması ilə əlaqədar olaraq onun tərkibindəki duzlar kristallaşır, bu da süxurun aşınmasına səbəb olur. Belə aşınmaya *insonlyasiya aşınması* adı verilmişdir.

Süxurların bircinsli və ya bir mineraldan (monomineral süxur) ibarət olmasının da əhəmiyyəti böyükdür. Eyni bir qüvvənin təsirindən monomineral süxurun pozulması, süxurun hər yerində eyni səciyyəli olmalıdır. Poliminerallı süxurlarda isə süxuru təşkil edən müxtəlif mineralların tərkibi və sərtliyi, aşınmaya davamlılığı müxtəlif olduğu üçün süxurun pozulması da başqa səciyyə daşımalıdır. Müxtəlif mineralların həcmi genişlənmə əmsali 14-cü cədvəldə verilmişdir.

Mineralların xətti genişlənmə əmsali hətta bir mineralin müxtəlif istiqamətlərində müxtəlifdir. Deməli, süxur və mineralların bu xüsusiyyətinin də aşınma proseslərində əhəmiyyəti olmalıdır.

Süxurların pozulmasında onların dənələrinin ölçülərinin də əhəmiyyəti var. İridənəli süxurlar daha tez pozulur.

Fiziki aşınmanın bir növü olan temperatur aşınması bütün iqlim zonalarına xas olan bir prosesdir. Qeyd etmək lazımdır ki, bu proses iqlimi kəskin surətdə dəyişən rayonlar üçün daha səciyyəvidir. İqlimi quru, bitki ortüyü zəif və ya heç inkişaf etməyən regionlarda temperatur aşınması daha güclü (intensiv)

**Klarka görə bəzi mineralların həcmi
genişlənmə əmsalı**

Cədvəl 14

Mineralin adı	Həcmi genişlənmə əmsalı
Kvars	0,000310
Ortoklaz	0,000170
Hornblend	0,000284
Kalsit	0,000280

şəkildə baş verir.

Məlumdur ki, səhralarda yağıntı az (ildə 200-250 mm), səma təmiz, gecə və gündüzün temperatur fərqi kəskin (hətta 40-50°C və daha çox) olur. Nəmişlik, demək olar ki, belə regionlarda yox dərəcəsindədir (yayda 10%, bəzən 2-3%). Maraqlı burasıdır ki, qızmış süxurların temperaturu havanın temperaturundan xeyli yüksək olur. Belə ki, Qaraqum səhrasında yayda havanın temperaturu 40°C olanda səhranın səthindəki qumun temperaturu 60-70°C-yə çatır. Gecə isə qumun temperaturu -10°C və daha aşağı enir. Bu yerlərdə geoloji tədqiqatlarla məşğul olmuş akad. V.A.Obruçevin dediyinə görə yayda mərkəzi Asyanın cənub hissəsində sakit yay günlərində süxurlar elə qızır ki, onların qırıntılarını elə almaq belə mümkün olmur.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, aşınma proseslərində relyefin də əhəmiyyəti az deyildir. Belə ki, havası təmiz, şəffaf və insolyasiya qüvvətli olan dağların sıvri yamaclarında aşınma prosesləri qonşu düzənliliklərə nisbətən daha güclü və intensiv gedir. Yamaclarda süxurlar aşındıqca, pozulub dağların ətəklərinə töküür. Məhz elə buna görə də dağların ətəklərində aşınma məhsulu çox toplanır.

Mexaniki aşınma fiziki aşınmanın bir növüdür. Bu, aşınma amillərinin mexaniki təsiri ilə əlaqədar prosesdir. Məs., bitkilərin kökləri süxurun daxilinə işləyib onu dağıdır, süxurun məsamələrində və çatlarında donan suyun həcmi 10-11% genişlənir və ona mexaniki təsir göstərir. Belə ki, donmuş su

süxurda olan çatların divarlarına hər sm^2 sahəyə bir neçə yüz kiloqram təzyiq edir.

Süxurun məsamələrində olan suyun buxarlanması nəticəsində suda olan duzlar kristallaşır və beləliklə, əmələ gələn kristallar artıb böyüdükcə, kapillyar boşluqları (məsamələri) genişləndirib, süxurun parçalanmasına səbəb olur. Mexaniki aşınma proseslərində bitkilərlə yanaşı heyvanların da rolü böyükdür. Qarışqa və soxulcanlardan başlamış, ilanlar, kərtənkələlər, kirpilər, sünbülgirənlər (siçana oxşar gəmiricilərdir) və s. kimi heyvanlar süxurların aşınmasında müəyyən rol oynayır.

Kimyəvi aşınma. Süxurların və mineralların kimyəvi aşınma prosesləri atmosferdə, hidrosferdə və biosferdə olan fəal aşınma amilləri ilə əlaqədardır. Oksigen, su, karbon oksidi, üzvi turşular və bəzi başqa elementlər belə fəal amillərdəndir.

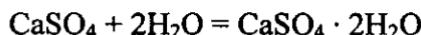
Kimyəvi aşınma prosesləri əsasən oksidləşmə, hidratlaşma, hidroliz və həllolmadan ibarətdir. Oksidləşmə prosesləri havanın oksigeni və suda həll olmuş oksigen hesabına baş verir. Məlumdur ki, atmosfer havasının tərkibində oksigenin miqdarı 21%-dir. Suda həll olmuş oksigen isə daha çoxdur. Hər ikisi olduqca fəal kimyəvi reagentdir.

Oksidləşmə prosesləri, aydındır ki, valentliyi dəyişkən olan elementlərə dəha çox xas olan xüsusiyyətdir. Yer qabığı şəraitində belə elementlərdən biri dəmirdir. Aşağıvalentli dəmir 2-oksid oksidləşmə nəticəsində dəmir 3-oksid formasına keçir.

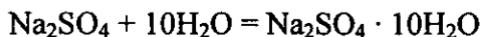
Atmosfer havasının sərbəst oksigeni və su iştirak edən bir mühitdə sulfidlər tədricən sulfatlar və oksidlərlə əvəz olunur. Belə ki, təbii şəraitda pirit (FeS_2) mineralı aşağıda göstərilən sxem üzrə limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{nH}_2\text{O}$) mineralina çevrilir: $\text{FeS}_2 + \text{nO}_2 + \text{mH}_2\text{O} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{nH}_2\text{O}$. Belə güman edilir ki, limonit mineralının əmələ gəlməsində bakteriyalar mühüm rol oynayır. Yuxarıda göstərilən reaksiyadan görünür ki, oksidləşmə nəticəsində pirit əvvəlcə dəmir 2-sulfata, sonra bir qədər də oksidləşərək dəmir 3-sulfata çevrilir. Nəhayət, dəmir 3-sulfat isə, əlavə oksigen və suyun təsirindən sulu

dəmir oksidinə çevirilir.

Hidratlaşma prosesləri su ilə mineral və süxurların qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində baş verir. Suda həl olmuş maddə hissəciklərinin su molekulları ilə bərkəşməsi (bağlanması) hidratlaşma deməkdir. Hidratlaşma sulfatlaşmanın bir növüdür. Məhlullarda elektrolitlərin ionlara dissosiasiyasının əsas səbəbi hidratlaşmadır. Bunun nəticəsində ionlar məhlullarda sabit qalır və yenidən birləşib molekul təşkil etmir. Hidratlaşma reaksiyaları əksər hallarda dönərliyi ilə səciyyələnir, yəni yenidən dehidratlaşma və ya hidratsızlaşma baş verir. Hidratlaşma prosesləri nəticəsində əmələ gələn məhsula hidrat, onların tərkibinə daxil olan suya isə hidrat suyu deyilir. Bəzən hidrat suyu həl olmuş maddənin hissələri ilə o qədər möhkəm birləşir ki, maddə məhluldan ayrılanca əmələ gələn və kristal-hidrat adlanan kristalların tərkibinə keçir. Belə su kristallaşma suyu adlanır. Müxtəlif duzların kristal-hidratları, xüsusən, asanlıqla əmələ gəlir. Məs., gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) anhidrit (CaSO_4) və iki molekul suyun birləşməsindən əmələ gəlir:



Mirabilit mineralı natrium-sulfatın (Na_2SO_4) və 10 molekul suyun birləşməsindən əmələ gəlir:



Oksidlərin hidratlaşması zamanı su və oksidlər parçalanır və yeni birləşmələr-hidroksidlər əmələ gəlir. Məs., brusit $\text{Mg}(\text{OH})_2$, hidrargillit $\text{Al}(\text{OH})_3$ və s.

Hematit mineralı (Fe_2O_3) hidratlaşaraq daha davamlı limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) mineralına çevrilir:



Burada $n=4$ -ə qədər, yəni limonit mineralının tərkibində 4-

ə qədər su molekulu ola bilər. Həllolunma və hidroliz prosesləri sükura və minerala suyun, karbon oksidinin təsiri nəticəsində baş verir.

Su, daim H və OH ionlarına dissosiasiya olunduğu üçün fəal kimyəvi reagentdir. Suyun hidrogen ionu kimyəvi aşınma proseslərində əsas rol oynayan bir amildir. Suyun təsirindən nisbətən aşağımolekullu birləşmələrə parçalanma qabiliyyətinə malik olan və rəbitənin kəsildiyi yerə suyun dissosiasiya elementlərini (H və OH) birləşdirən müxtəlif maddələrlə su arasında gedən mübadilə reaksiyaları *hidroliz* adlanır. Hidroliz prosesinə silikatlar və alümosilikatlar xüsusilə çox məruz qalır. Belə ki, ortoklaz (kaliumlu çöl şpatı) $K(AlSi_3O_8)$ mineralı suyun və karbon oksidinin təsirindən kaolinə $Al_4(OH)_8$ və opal ($SiO_2 \cdot nH_2O$) mineralına çevrilir:



Ortoklazın (çöl şpatının) aşınması aşağıdakı kimi də təsəvvür edilir:



V.İ.Vernadskiyə görə bu proseslərdə bakteriyalar mühüm rol oynayır. Kaolin mineralı torpağa oxşar kütlədir. Tərkibində qranitlərin, qranodioritlərin, qabboların, qneyslərin, mikali şistlərin arkoz qumdaşlarının mika və çöl şpatlarına rast gəlinir. Kvars dənələri ilə qarışmış kaolinit mineralı kaolinin əsas hissələridir. Qeyd etmək lazımdır ki, təbiətdə alümosilikatların hidrolizi nəticəsində əmələ gələn kaolin bəzən (xüsusən yüksək temperatur, kifayət qədər su və karbon oksidi olan mühitdə) pozularaq opal, boksit, həll olunan karbonat və bikarbonatlara parçalanır.

Orto və metasilikatların (olivin, avgit, hornblend) aşınması alümosilikatların aşınmasından daha intensiv, daha asan gedir, üzərlərində qalan aşınma məhsulu bəzən xeyli qalınlığa malik olur.

Avgit, olivin, hornblend kimi dəmirli-maqneziumlu minerallar da kimyəvi aşınma nəticəsində pozulub, yer səthi şəraitində davamlı olan opal, limonit, kalsium, maqnezium, həmçinin dəmirin həll olunan duzlarına çevrilir. Ancaq bunların əmələgəlmə prosesində, əvvəlcə kecid təşkil edən dəmirli montmorillonit, dəmirli beydellit və s. əmələ gəlir.

Kimyəvi aşınma prosesləri zamanı soda, potaş və başqa suda asanlıqla həll olunan duzlar emələ galır. Belə aşınma məhsulları suda həll olunub aparılır və ya dərin qatlara süzülən suyun tərkibində dərinliyə kecir. Həll olunmayan hissələr isə yer səthində qalır. Aşınma növündən asılı olmayaraq yer səthində, əmələ gəldiyi yerdə qalan, həll olunmayan aşınma məhsuluna elyüvi çöküntüləri deyilir. Aşınan süxur və minerallardan asılı olaraq elyüvi çöküntüləri son dərəcə müxtəlif (qum, gil, çıraq, qaya və s.) tərkibli ola bilər.

Bioloji və ya üzvi aşınma həm bitki və heyvan orqanizmlərinin mexaniki təsiri, həm də onların kimyəvi reaksiyalarda iştirakı ilə əlaqədardır.

Canlı orqanizmlər yer səthindən başqa troposferin bir hissəsində, okean və dənizlərdə, litosferin üst qatlarında yaşayır. Yerin dərinliklərində 2000-3000 m və daha dərində canlı bakteriyalara rast gəlinir. Canlı orqanizmlərin yaşadığı bu mühit, yəni atmosferin troposfer hissəsi, hidrosfer və litosferin üst hissəsi bir yerdə *biosfer* adlanır. Biosferdə canlı maddənin miqdəri $2 \cdot 10^{16}$ t-a yaxındır. Güman edilir ki, Yerdə canlılar aləmi təxminən 4 mldr. il bundan qabaq Arxey erasında yaranmışdır. İlkin canlılara *eobiont* deyilir. Onlar abiogen üzvi maddə ilə qidalanan heterotroflardan ibarət idi. Bu orqanizmlər atmosferə xeyli CO₂ ixrac edir. Əslində o zaman atmosferin tərkibi əsasən CO₂-dən ibarət idi. Oksigen demək olar ki, yox dərəcəsində idi. Arxeyin sonu və Proterozoyun əvvəllerində avtotrof orqanizmlər, yəni fotosintez və xemosintez yolu ilə mineral birləşmələrdən özlərinə qida hazırlayan mikroorganizmlər əmələ gələndən sonra yer üzündə geokimyəvi şərait dəyişir. Fotosintez prosesinin inkişafı isə atmosferin tərkibində oksigenin artmasına,

ultrabənövşəyi radiasiyaya qarşı ozon ekranının yaranmasına və CO_2 -nin azalmasına səbəb oldu. Bunların və başqa amillərin aşınma proseslərinə təsiri olmaya bilməzdi. Məhz bu zaman karbonat çöküntüləri əmələ gəlməyə başlayır, karbonun təbiətdə cərəyanı genişlənir, o mühüm bir süxur əmələgətirən elementə çevirilir. Proterozoyun sonunda karbonun cərəyanı, əsasən, indiki vəziyyətini alır. Paleozoydan başlayaraq stratisferdə karbonun miqdarı tədricən artır. Belə ki, stratisferdə toplanan ümumi karbonun miqdarı Paleozoyda - 12,7 Mezozoyda - 27,6, Kaynozoyda - 55,7 %-ə çatır. CO_2 və oksigen mühüm aşınma amilləridir. CO_2 atmosferə müxtəlif mənbələrdən və müxtəlif yollarla, o cümlədən vulkan püşkürmələri zamanı, hidrosferdən ayrılmışla və xüsusilə canlıların nəfəsalma prosesində daxil olur. Aşınma proseslərində canlı orqanizmlərin rolü haqda qeyd etmək lazımdır ki, bitkilərin kökü süxur və minerallar daxilində, torpaq qatında inkişaf edərək onlara mexaniki təsir göstərir, parçalayıb dağıdır. Bitkilərin kökündən ixrac olunub torpağa və süxurlara daxil olan maddələr, o cümlədən üzvi turşular, onlara kimyəvi təsir də göstərir. Bitkilərin inkişafında fotosintez prosesi mühüm rol oynayır. Tələf olandan sonra onlar torpaqdan aldıqları və havadan fotosintez yolu ilə mənimmsədikləri maddələri geri qaytarır. Qida maddəsi kimi bitkilər torpaqdan və süxurlardan K, Ca, Mg, Na, P, S, Al, Fe, SiO_2 və başqa element və birləşmələri mənimmsəyir. Tələf olandan sonra bitkilərin qalıqları torpaqda çürüyür, parçalanır; bu zaman torpaqla, süxurlar arasında gedən reaksiyalar nəticəsində bir sıra yeni birləşmələr əmələ gəlir. Bu birləşmələrin bir qismi torpağın tərkibinə humus maddəsi kimi daxil olur, başqa bir qismi dərinliyə, köklü süxurların daxilinə keçir, onlara kimyəvi təsir göstərir. Aydındır ki, müxtəlif tərkibli torpaqların əmələ gəlməsi həm ana süxurlarla, həm də bitkilər və iqlim şəraiti ilə əlaqədardır.

Məşhur torpaqşunas V.V.Dokuçayeva görə torpaq-suyun, havanın, canlı və tələf olmuş müxtəlif orqanizmlərin birgə təsiri nəticəsində təbii olaraq dəyişmiş süxurların yer üzünə çıxan horizontlarıdır. Digər tərəfdən, bəzi tədqiqatçıların fikrincə, o

cümlədən V.I.Vernadskiyə və V.P.Vinoqradova görə, yer səthində təbii şəraitdə kimyəvi reagentlər mineral və süxurlara nisbətən zəif təsir göstərir. Yalnız bakteriyaların iştirakı ilə kimyəvi reaksiyalar güclənir və intensivləşir. Nəhayət, ilanlar, kərtənkələlər, çöl siçanları, soxulcanlar və başqa heyvanlar torpağı və onun altında olan ana süxurları dəlib, içəri daxil olur, onları parçalayırlar, aşınmalarına səbəb olur. Məskənləri torpaqda olan məməli heyvanların da süxurların aşınmasında rolları aydınlaşdır.

İndi isə denudasiya məfhumu və onun nəticəsində yaranan bəzi relyef formaları ilə qısaca tanış olaq. Məlumdur ki, aşınmış süxur hissələrini yağış yuyur, külək sovurub yerindən qoparır və dərələrə, düzənliklərə tökürlər. Süxurlar aşınib pozulduqdan sonra pozulma məhsulunun relyefin alçaq hissələrinə köçürülmə prosesi *denudasiya* adlanır. Denudasiya proseslərini şərtləndirən əsas amil ağırlıq qüvvəsidir. Ağırlıq qüvvəsi ya bilavasitə və ya başqa hərəkətdə olan qüvvələrin (məs., axar suyun, küləyin və s.) təsirində fəaliyyətə gəlir.

Denudasiya geniş sahələrdə və ya kiçik (məhəlli əhəmiyyətli) ərazilərdə baş verə bilər. *Səth denudasiyası* və ya *səthi denudasiya* adlanan birinci halda proses böyük və geniş sahələrdə, *xətti* və *lokal denudasiya* adlanan ikinci halda isə proses kiçik sahələrdə (məs., bir çay dərəsi boyunca, yaxud buzlağın hərəkət istiqamətində və s. məhdud ərazilərdə) gedir. Denudasiya proseslərini şərtləndirən müxtəlif amillər var. Geologiyada bunlara *denudasiya agentləri* adı verilmişdir. Əsas denudasiya amilləri (agentləri) aşağıdakılardır: axar suların yuyucu fəaliyyəti (eroziya), yeraltı və yerüstü suların aşınma fəaliyyəti (suffoziya); qar və buzun fəaliyyəti (ekzarasiya), küləyin fəaliyyəti (deflyasiya), dənizlərin dalğalanma ilə əlaqədar yuyucu, pozucu fəaliyyəti (abraziya) və s. Bitkilər və heyvanlar da denudasiya amilləridir. İnsanların son minilliklər ərzində olan fəaliyyəti də denudasiya amili sayila bilər. Denudasiya proseslərinin intensivliyi və gücü ən yeni tektonik hərəkətlərlə də sıx əlaqədardır. Bu proseslər nəticəsində denudasiya (*denudasion*)

və lay düzənlilikləri, pediplen və peneplenlər əmələ gəlir.

Denudasiya düzənlüyü dedikdə məhz denudasiya amillərinin təsirindən tektonik yüksəkliyin hamarlanıb düzənlüyü əvirlimiş nəzərdə tutulur. Lay düzənlüyü platforma sahələrində, demək olar ki, denudasiya prosesləri nəticəsində üfüqi və ya üfüqi vəziyyətə yaxın şəraitdə süxurların üzərində əmələ gələn düzənlüyü deyilir. Denudasiya prosesləri tektonik proseslər üzərində müvəqqəti üstünlüyə malik olanda - pediplen, uzunmüddətli üstünlükdə isə peneplen əmələ gəlir. Pedimentlərin də əmələ gəlməsi denudasiya prosesləri ilə bağlıdır. Pediment, pediplen məshumları denudasiya prosesləri ilə əlaqələr olaraq əmələ gələn düzənliliklərə aiddir.

Dağların və platoların ətəklərində az meylli ($3-5^{\circ}$) hamarlanmış səthlər pediment adlanır. Bunların bəzi növlərinə *dağətəyi qayalıq düzənlilik* də deyilir. Pedimentin əmələ gəlməsi yamacın denudasiyaya uğrayaraq geri çəkilməsi ilə əlaqədardır. Onların sahəsi bir neçə m^2 -ə qədər olur. Bir neçə pediment birləşərək pediplenlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Deməli, pediplen də dağətəyi və ya dağətrafi maili ($3-5^{\circ}$) düzənlilik olub, pedimentin daha da inkişaf etmiş bir növüdür.

Peneplen qədim dağların yerində əmələ gəlmış düzənlilik və ya üzərində kiçik təpəciklər olan düzənlüyü yaxın sahədir. Deməli, peneplen qırışılıqlı və ya kristallik substrat üzərində olan bir sahədir.

AŞINMA PROSESLƏRİNDE ARDICILLIQ

Aşınma proseslərində müəyyən ardıcılıq müşahidə olunur. Bu proseslər fiziki-coğrafi şəraitlə əlaqədar olaraq müxtəlif səciyyə daşıyır. Belə ki, nəmlik qılığı müşahidə edilən və su az olan, yaxud heç olmayan arid sahələrdə fiziki aşınma hökm sürür. İqlimi mələyim olan, tropik və subtropik zonalarda kimyəvi aşınma üstünlük təşkil edir. Onu da qeyd etməli ki, fiziki aşınma prosesləri bir qanun olaraq kimyəvi aşınma proseslərindən qabaq başlanır və süxurları, demək olar ki,

kimyəvi aşınmaya hazırlayır.

Aşınma prosesleri baş verən məkana *aşınma zonası* deyilir. Məkan dedikdə təkcə sahə deyil, həcm də nəzərdə tutulur. Başqa sözlə desək, aşınma zonası yer səthindən dərinlikdə də gedən aşınma proseslərini əhatə edir. Aşınma prosesləri nəticəsində *aşınma qabığı* adlanan süxur kompleksi əmələ gəlir. Bu süxur kompleksi-aşınma qabığı, litosferin üst hissəsində, kontinental şəraitdə müxtəlif aşınma amillərinin təsirindən çökəmə, maqmatik və metamorfik süxurlardan əmələ gəlir.

Bu qabıq, əsasən, yer səthində, aerasiya və su süzülən zonalarla bağlıdır. Nadir hallarda, əlverişli şəraitdə (məs., tektonik parçalanma olan və xüsusən su infiltrasiya edən geoloji mühitdə) aşınma qabığı bir qədər dərində formalasılır. Tərkib etibarilə aşınma qabığı, başlıca olaraq, aşınmaya uğramış ilkin süxurların struktur əlamətləri olan elüvidən ibarət olur. Bununla yanaşı aşınma qabığının tərkibində ilkin süxurların struktur əlamətlərini itmiş və kimyəvi aşınma ilə əlaqədar olaraq əmələ gəlmiş elüvial çöküntülər də iştirak edir.

Əmələgəlmə şəraitinə görə fiziki, kimyəvi və bioloji (yaxud biokimyəvi) aşınma prosesləri nəticəsində yaranmış aşınma qabıqları ayıırlar. Aydındır ki, aşınma prosesləri Yerin geoloji tarixi ərzində daim olmuş və daim aşınma qabıqları əmələ gəlmüşdir. Deməli, müasir aşınma qabıqları ilə bərabər, qədim aşınma qabıqları da mövcuddur.

Qrunt sularının səviyyəsindən aşağıda yerləşən süxurların aşınib dəyişməsini V.I.Vernadski və İ.I.Qinzburq *dərinlik aşınması* adlandırmışlar. Dərinlik aşınması B.B.Polinova görə 0,5 km dərinliyə qədər baş verə bilər. Başqalarının fikrincə bu proseslər daha dərində, məs., 1 km və daha böyük dərinliklərdə də gedə bilər.

Süxurların aşınma dərəcəsi və səciyyəsindən asılı olaraq aşınma qabıqlarının müxtəlif geokimyəvi tipləri əmələ gəlir. Son aşınma məhsullarının mineraloji tərkibinə görə allit, laterit, sialit, oksidləşmiş filizlər, karbonatlı, akkumulyativ və s. aşınma qabıqları ayıırlar. Üstünlük təşkil edən minerallara görə ən çox

gibbsitli, kaolinitli, montmorillonitli və başqa tipli aşınma qabıqları mövcuddur. Aşınma qabıqlarının qalınlığı bəzən onlarla və hətta yüzlərlə metrə çatır.

Aşınma qabığında və ümumiyyətlə, biosferdə baş verən süxur və mineralların aşınib pozulmasına səbəb olan prosesləri A.Y.Fersman *hipergen proseslər*, onların baş verdiyi zonanı isə *hipergenez zonası* adlandırmışdır.

N. B. Vassoyeviç hipergen proseslər baş verən mühiti iki zonaya ayırır: gizli hipergenez (criptohipergenez və əsl hipergenez (idiohipergenez) zonaları. Birinci zonada hipergen proseslər sərbəst oksigensiz, anaerob havasız) şəraitdə, yer səthindən dərinliklərdə (bəzən 1 km və daha dərində) baş verir. İkinci zonada isə yer səthində hava şəraitində təzahür edir.

Aşınma prosesləri ardıcıl mərhələlər üzrə baş verdiyi üçün hər mərhələnin özünəməxsus aşınma məhsulu və onların zonallığı da müşahidə olunur. Bu proseslərin müəyyən mərhələlərdə baş verməsi oksidləşmə, hidratlaşma, dehidratlaşma, hidroliz və s. ilə bağlıdır. Son mərhələdə əmələ gələn aşınma məhsulları aşınma zonasının üst horizontlarında davamlı olan kvars, kaolinit, beydellit, montmorillonit, palıqorsit, hidromikalar, hidroarkillit kimi minerallardır. Əsas mərhələlər B.B.Polinova görə bunlardır: 1) qırıntı, 2) əhəngli sialit, 3) turş sialit və 4) allit.

Birinci mərhələdə fiziki aşınma üstünlük təşkil edir. Süxurların mineraloji tərkibi bu mərhələdə, demək olar ki, dəyişmir və ya çox cüzi dəyişikliklərə məruz qalır. Bu zaman əmələ gələn elüviał çöküntülərin də tərkibi buna müvafiq olaraq ilkin süxurun müxtəlif ölçülü qırıntılarından ibarət olur. Belə elüviał çöküntülər cavan dağ sistemlərində, səhralarda və qütb'lərə yaxın ölkələrdə əmələ gəlir.

İsti və mələyim iqlimli ölkələrdə bu mərhələ qısa-müddətli olur və belə yerlərdə kimyəvi aşınma prosesləri üstünlük təşkil edir.

İkinci mərhələ əhəngli sialit (sialit termini silisium və alüminium elementlərinin rəmzlərindən təşkil olunmuşdur) və kimyəvi aşınmanın başlangıç mərhələsidir. Bu mərhələdə

montmorillonit qrupunun gil mineralları və qismən hidromikalar əmələ gəlir. Aşınma prosesində süxurlarda ayrılan kalsiumun torpaqda və qrunut məhlullarında olan CO_2 ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində aşınma qabığında nisbətən çətin həll olunan CaCO_3 duzu toplanır. Aydındır ki, belə elüvial çöküntülərdə xeyli kalsium-karbonat toplana bilər.

Üçüncü mərhədə turş sialit mərhələsidir. İkinci mərhələdə əmələ gəlmış, məs., montmorillonit qrupunun kecid gil mineralları və hidromikalar pozulur və kaolinit qrupunun gil mineralları əmələ gəlir. Maqmatik süxurlardan əmələ gəlmış elüvial çöküntülərdə artıq CaCO_3 duzu toplanır.

Dördüncü mərhələ allit mərhələsində gil minerallarının pozulması davam edir. Bu zaman yer səthi şəraitində davamlı olan alüminiumun, dəmirin və silisiumun sulu oksidləri (məs., boksitin tərkib hissələri olan qibbsit, bemit, diaspor, limonit, opal və bu kimi minerallar) əmələ gəlir. Sonuncu mərhələdə əmələ gələn elüvini *allit elüvisi* adlandırmışlar (allit termini-alüminium elementinin rəmzi ilə əlaqədardır). Bu növ elüvial çöküntüleri tropik və subtropik ölkələrdə daha geniş yayılmışdır.

Aşınma qabıqlarını öyrənməyin həm nəzəri, həm də daha çox əməli əhəmiyyəti vardır. Aşınma məhsulu əsasında aşınma süxurlar, aşınma mərhələləri, keçmişin iqlim şəraiti və s. haqda təsəvvür yaratmaq olar. Aşınma qabıqları bir sıra son dərəcə qiymətli, xüsusən almaz, platin, səpinti qızıl, dəmir, manqan, nikel, alüminium, qurğuşun və sink filizləri, o cümlədən odadavamlı gillər, kaolin və başqa faydalı qazıntılar xəzinəsidir. Bundan başqa, aşınma qabığının üst hissəsi torpaq qatıdır. Beləliklə, aşınma qabıqları həyat mənbəyi kimi qiymətləndirilməlidir.

TORPAQ VƏ TORPAQ ƏMƏLƏ GƏTİRƏN PROSESLƏR

Torpaq-yer qabığının məhsuldar üst hissəsi, təbii bir törəmə, bənzəri olmayan bir sərvətdir. Canlı və cansız təbiətin iştirakı ilə süxurların aşınması nəticəsində ə mələ g ələn torpaq qatı çox qalın deyil, adətən, santimetrlər lə ölçülür. Hazırda yer səthində yaşayan hər adama 0,3 ha torpaq düşdürü halda bəşəriyyətin artımı ilə əlaqədar olaraq 2000-ci ildə bu rəqəm azalıb, 0,23 ha-ya endi. Hazırda yer üzündə 1,45 mlrd. ha işlənən məhsuldar torpaq vardır. Güman edilir ki, Yer kürəsində məhsuldar torpaqların miqdarını 2,8 mlrd. ha-ya çatdırmaq mümkündür.

Torpaq və torpaq əmələ gətirən proseslər haqqında Rusiyada əsas elmi anlayışları V.V.Dokuçayev, P.A.Kosticəv və V.R.Vilyams yaratmışlar. Bu məhsuldar qatın əmələ gəlməsi üçün bitkilər, heyvanlar, mikroorganizmlər, yəni torpaq əmələ gətirən amillər birgə təsir göstərir. Eyni zamanda torpaq qatı, onu əmələ gətirən amillərə təsir edib, onların dəyişməsinə səbəb ola bilər.

Torpaq əsas iki hissədən ibarətdir: 1) mineral maddə, 2) üzvi maddə. Hər hansı bir torpaqda mineral maddə üzvi maddədən dəfələrlə artıq olur. Az olmasına baxmayaraq üzvi maddə torpağın münbitliyini, onun əsas xassələrini şərtləndirən çox mühüm tərkib hissəsidir. Deməli, yer üzündə canlılar aləmi yaranana qədər torpaq qatı yox imiş. Bu iki başlıca hissədən başqa torpaqda canlı orqanizmlər (bakteriyalar), torpaq suyu və hava olur. Deməli, torpaq bərk, maye və qaz fazalarından ibarətdir. Bərk fazanın mineral hissəsində ilkin (kvars, çöl şpatı, mika və s.) və törəmə (montmorillonit, kaolinit, hidromikalar və s.) minerallar üstünlük təşkil edir. Torpaqdakı üzvi maddələr, o cümlədən humus, torpaq kolloidləri və s. bu fazaya aiddir. Torpağın tərkibinə daxil olan suyun, yəni maye fazanın böyük əhəmiyyəti var. Su, mineral və üzvi maddələri həll edib, məhlulda mineral maddələr çox

olanda torpaq şoranlaşır, üzvi maddələr üstünlük təşkil edəndə isə torpaq torflu olur. Elə hallar da olur ki, məs., qumsal torpaqlardakı məhlulda həm üzvi, həm də mineral maddələr az olur. Torpaqda qeyd edildiyi kimi, qaz fazası, yəni hava da olur. Lakin atmosferdən torpağa daxil olan havanın tərkibi orada bir qədər dəyişir. Torpaqda olan üzvi maddələr daim pozulduğu üçün torpaq havasında karbon qazının miqdarı artır, oksigenin miqdarı isə azalır. Torpaqda canlılar aləmi də xeyli müxtəlifdir. Burada əsasən mikroorganizmlər yaşayır. Onların miqdarı torpağın hər qramında milyonlara çatır. Ağacların köklərində mikroorganizmlər xüsusən çox olur, onlar əsasən burada qidalanır.

Torpaqşunaslıq elminin banisi V. V. Dokuçayev hələ XIX əsrde qeyd etmişdir ki, torpaq təbii-tarixi bir cisimdir. V.R.Vilyamsa görə torpaq Yer kürəsinin bitkilərin məhsulvermə qabiliyyətinə malik olan üst kövrək horizontdur. Onun fikrincə torpaqşunaslıq geologiyanın bir fəsl kimi litosferin bilavasitə hidrosfer və atmosferlə təmas edən horizontlarında baş verən prosesləri öyrənir. Dokuçayevin tələbəsi və onun ardıcıllarından biri olan N.M.Sibirtsevə görə torpaq-qıtəldərə orqanizmlərin və ümumiyyətlə, biosfer elementlərinin təsirinə məruz qalan süxurların üzərində əmələ gələn törəmələrdir. Bir sözlə Dokuçayev, onun tələbələri və ardıcılları torpağı təbii-tarixi bir cisim, aşınma proseslərinin məhsulu sayırlar. Torpaq əmələ gəlmə proseslərində beş amil iştirak edir: 1) ana sūxur; 2) bitkilər və heyvanlar; 3) iqlim şəraiti; 4) relyef; 5) ərazinin yaşı. Bütün bu təbii amillər eyni zamanda fəaliyyətdə olur və bir-birinə qarşılıqlı təsir göstərir. Ancaq bunlardan ən mühümü bioloji amil və xüsusən bitkilər sayıla bilər. Bitkilər torpağın davamlı olması üçün çox vacib amildir. Eyni zamanda torpaq bitkinin qida mənbəyidir.

Torpaqlar müxtəlif tiplidir və məhsuldarlığına, xassə və tərkib elementlərinə görə, demək olar ki, bütün torpaqlar bir-birindən fərqlidir. Qeyd edildiyi kimi, torpağın əmələ gəlməsi aşınma prosesləri ilə bir zamanda başlanır. Bu prosesi belə təsəvvür etmək olar: ana sūxur fiziki, kimyəvi və bioloji

aşınmaya məruz qalır, mikroorganizmlər də bu proseslərdə mühüm rol oynayır. Onlar atmosferdən sərbəst azotu və karbon qazını mənimsəyir, üzvi turşular ifraz edərək süxurların tərkibindəki çətin həll olunan mineral maddələrin aşınmasını sürətləndirir. Beləliklə, torpaqəmələgəlmə prosesi başlanır və uzun sürür.

Aşınmış ana süxurun üzərində əmələ gələn torpaq qatı get-gedə qalınlaşır və şəraitdən asılı olaraq üzvi maddələrlə bu və ya başqa miqdarda zənginləşir.

Torpağın tərkib hissəsi olan və ona münbitlik verən əsas üzvi maddə humusdur. Humus maddələri torpağın tərkibində olan çox mühüm əhəmiyyətli maddələrdir. Humus maddələrinin tərkibinə humin turşuları, fulvoturşular və huminlər daxildir. Bunların humin maddələrindən ayrılb çıxarılması həmin maddələrin müxtəlif həllədicilərdə həll olmasına əsaslanır. Belə ki, humin turşuları qələvilərdə həll olunur və məhluldan turşularla çökdürülür. Fulvoturşular həm qələvilərdə, həm də turşularda həll olur, huminlər isə həll olunmayan fraksiyadır. Humin turşuları yüksəkmolekullu birləşmələrdir. Onlar əsas etibarilə aromatik, nüvə və heterosikllərdən ibarətdir. Bu birləşmələrin tərkibində heteroelementlərdən azot iştirak edir. Fulvoturşular humin turşularından karbonun və azotun az, oksigenin çox olması ilə fərqlənir. Torpaqlarda olan huminlər çox güman ki, üzvi-mineral komplekslərdir. Bunlar humin və fulvoturşulardan əmələ gəlir. Müxtəlif torpaqlarda humin maddələrinin miqdarı müxtəlif olur. Məs., Rusyanın şimalında iynəyarpaqlı ağacların altında olan *kuli* (*podzol*) torpaqlarda ümumi maddəyə görə humin turşular - 20 %, fulvoturşular 35 %, huminlər - 32 %-ə qədərdir. Bu torpaqlarda humus oksigenlə zəngindir. V.V.Dokuçayev humusa görə torpaqda 3 genetik horizont ayırır: humus maddələri toplanan üst horizont (A), humusu kəskin surətdə azalan orta (illüvial) horizont (B) və yuxarıdan gələn humus maddələrinin dəmir və manqan oksidləri ilə birləşib həll olunmayan birləşmələr əmələ gələn alt horizont (C).

Torpaq kolloidləri də torpağın mühüm tərkib hissəsidir.

Bunların miqdari müxtəlif torpaq növlərində müxtəlif olur. Belə ki, humusla zəngin gilli və gilicəli torpaqlar torpaq kolloidləri ilə də zəngindir. Humusu az olan qumlu və qumsal torpaqlarda kolloidlərin də miqdari az olur. Əsas torpaq növləri aşağıdakılardır: 1) tundra torpaqları; 2) küli (podzol) torpaqlar; 3) qara torpaqlar; 4) boz meşə torpaqları; 5) şabalıdı torpaqlar; 6) quru səhraların qonur torpaqları; 7) boz və ya açıq rəngli səhra torpaqları; 8) şoran torpaqlar; 9) qırmızı rəngli torpaqlar. Bu əsas torpaq növlərinin də müəyyən xüsusiyyətləri ilə bir-birindən fərqlənən yarımnövləri vardır. Strukturlu torpaqlarda müxtəlif aerob və anaerob proseslər baş verir. Aerob, yəni havanın iştirakı ilə gedən proseslərdə torpağın üzvi maddələri minerallaşır və bitkilər onlardan qida kimi istifadə edə bilir. Anaerob, yəni havasız şəraitdə gedən prosesdə isə torpağın tərkibindəki yapışdırıcı maddələr-çürüntülər mühafizə olunur, bu da öz növbəsində aqreqatlaşmanın yaxşı getməsinə kömək edir. Nəticədə torpaq daha məhsuldar olur.

Torpaqlar tərkibi və məhsuldarlığı ilə fərqləndiyi kimi, fiziki xassələri ilə də fərqlənir. Bu xassələr, əsasən, su, hava və temperatur rejimi ilə əlaqədardır.

Torpaqların fiziki xassələrinə onların mexaniki və qranulometrik tərkibi, həcmi, xüsusi çəkisi, plastikliyi, rütubət tutumu, rütubət buxarlanması, istilik keçirmə, aerasiya və s. aid edilir. Torpağın fiziki xassələri onun eroziyasına da təsir göstərir. Eroziya nəticəsində torpağın qida maddələri ilə zəngin olan üst hissəsi yuyulub aparılır, onun münbitliyi azalır. Eroziya prosesləri konkret təbii şəraitdən və insanın antropogen fəaliyyətdən asılı olaraq bəzi hallarda tədricən və yavaş-yavaş, başqa hallarda isə sürətlə gedə bilər. Torpağın eroziyası, əsasən, küləyin (külək eroziyası) və suyun (su eroziyası) təsirindən baş verir. Torpaqdan səmərəli istifadə etmək üçün eroziya proseslərinin mümkün qədər qarşısı alınmalıdır. Son zamanlar torpaqların energetikası haqda qiymətli elmi nəticələr alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, fotosintez nəticəsində və bakteriyaların fəaliyyəti ilə əlaqədar olaraq bitki qalıqları parçalanır, torpaqda

üzvi-mineral reaksiyalar baş verir, nəticədə torpaqda müəyyən miqdar enerji yaranır. Bu təbii yolla yaranan enerjiyə *torpaq enerjisi* deyilir. Belə enerjidən səmərəli istifadə edilməsi kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığının artmasına sabəb ola bilər və deməli, hər konkret torpaq növü üçün müəyyən aqroenergetika tədbirləri işlənib, tətbiq olunmalıdır. Hər bir torpağın müəyyən morfoloji əlamətləri vardır. Onlar çöl şəraitində ekspedisiyalar zamanı öyrənilməli, ətraflı təsvir olunmalıdır. Torpağın fiziki-kimyəvi xassələri də hər ərazi üçün ayrıca və ətraflı öyrənilməlidir. Azərbaycan ərazisində torpaq münbit və məhsuldardır. Onun fiziki və kimyəvi xassələri yaxşı öyrənilmiş, aqrotexniki tədbirlər və meliorasiya üçün əlverişlidir. Bitkilərin qidalanması üçün bizim torpaqlarda qida maddələri boldur. Bununla bərabər müxtəlif torpaqlarda qida maddələri ehtiyatı müxtəlifdir və onlara keyfiyyətli gübrə verilməklə lazımi elementlərlə təmin edilməsi vacibdir. Torpaqdan səmərəli istifadə elilməsi üçün qida rejiminə dəqiq riayət edilməli, vaxtında aqrotexniki tədbirlər görülməli, bir sözlə, torpaq eroziyadan, şoranalşmadan və s.-dən mühafizə edilib qorunmalıdır.

SƏKKİZİNCİ FƏSİL

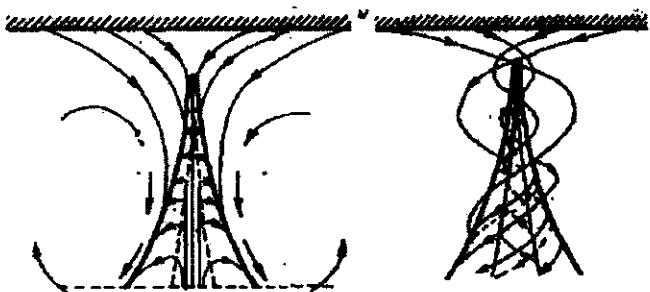
KÜLƏYİN GEOLOJİ FƏALİYYƏTİ

ÜMUMİ MƏLUMAT

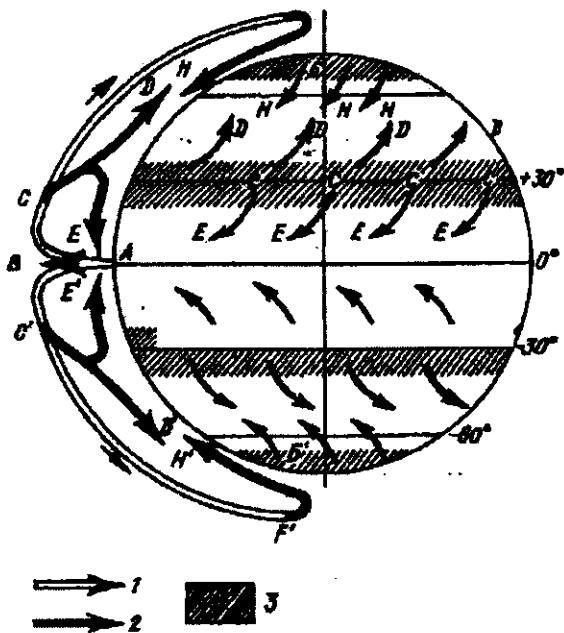
Başqa geoloji amillər kimi küləyin də fəaliyyəti müxtəlif regionlarda müxtəlif səciyyə daşıyır. Küləklə əlaqədar olan geoloji proseslər güclü külək əsən, yağıntısı az, buxarlanması ondan bir neçə dəfə çox olan, gecə-gündüz ərzində temperatur kəskin surətdə dəyişən, bitki örtüyü zəif inkişaf etmiş, ya heç bitki olmayan sahələrdə xüsusilə güclü olur. Başqa sözlə, küləyin fəaliyyəti planetimizin quru hissəsinin 20 %-nə qədər sahəsini əhatə edən səhra və yarımsəhralarla əlaqədardır. Yer üzərində belə sahələr Afrika, Avstraliya və Asiya qitələrində çox, Avropa və Amerika qitələrində nisbətən azdır.

Küləyin fəaliyyəti deflyasiya (sovurma), korroziya (yonma), daşima və akkumulyasiyadan (toplanmaqdan) ibarətdir. Küləyin fəaliyyəti ilə baş verən bütün proseslər - eol prosesləri, əmələgələn çöküntülər - eol çöküntüləri, yaranan relyef formaları *eol relyefformaları* adlanır (şəkil 26, 27).

Süxurların aşınib pozulmuş hissəsini bərk küləklər sovurub aparır, sakit yerlərdə çökdürür. Bu proses *deflyasiya* adlanır. Küləyin apardığı sükür qırıntıları, qum dənələri, torpaq hissələri hərəkət istiqamətində rast gələn başqa süxurlara vurulur və onları yonur. Bu proses *korroziya* deyilir. Küləyin sovurduğu qumun çox hissəsi 1-2 m hündürlükdə olur və bu səviyyədə rast gəldiyi qayaları cızır, yonur, onların üzərində kiçik qanov və deşiklər yaradır. Nəticədə qayalar yonularaq bəzən çox qəribə formaya düşür (şəkil 27). Bu prosesdə korroziyanın rolü böyükdür. Aşınan süxurların forma və şəkli deflyasiya (sovruma) nəticəsində də dəyişir. Bəzən uzun müddət ərzində aşınmış süxurların üzərindən aşınib-pozulmuş məhsul sovurulandan sonra, çox qəribə və maraqlı formaya düşür. Ümumiyyətlə, küləyin fəaliyyəti nəticəsində əmələ gələn



Şəkil 26. Qasırğa qıfi ətrafında hava cərayanlarının istiqaməti (tərtib edən L.Z.Prok)



*Şəkil 27. Hava kütlələrinin təxminini cərayan sxemi:
1-isti hava; 2-soyuq hava; 3-yüksək təzyiq zonaları;
CE-passat küləklər; C-cənub-qərb istiqamətli küləklər;
CH-şimal-şərq qütb küləkləri*