Экологиялық химия

Дәріс 8

Тақырып:Гидросфераның экологиялық химиясы және мәселелері.

1. Судың физика – хмимялық қасиеттерінің ерекшеліктері және оның биосфера үшін маңызы.
2. Гидрологиялық айналым. Табиғи сулардың химиялық құрамы.
3. Табиғи сулардың химиялық құрамының қалыптаусына әсер етуші факторлар

Гидросфера - мұхиттар, теңіздер және құрлық суларының жиынтығынан тұратын орналасқан жердің үздікті су қабаты.

Гидросфера терминінің мағынасын тереңірек қарастыратын болсақ, судың үш агрегатты күйінен: атмосфералық су, жер асты сулары, мұздықтар және қар қабаты, сондай-ақ тірі организмдер мен химиялық қосылыстардағы сулар жиынтығынан тұратын жүйе. Гидросфераға литосфера және атмосферамен үздіксіз энергия және зат алмасу қасиеті тән. Термодинамикалық тұрғыда гидросфера ашық термодинамикалық жүйе. Планетадағы жалпы су мөлшері $(1,5\text{-}2,5)10^{18}$ т ; көлемі – $(1,5\text{-}2,5)\ 10^{9}$ км^3.
Гидросферадағы су қорының таралуы төменгі кестеде көрсетілген.

Гидросфераның құрамдас бөліктері	**Су көлемі, км^3**
Дүниежүзілік мұхит	1 370 000 000
Жерасты сулары	60 000 000
Топырақ ылғалы	82 000
Мұздықтар	24 000 000
Көлдер	230 000
Өзендер	1 200
Атмосферадағы су	14 000
Барлығы	1454 327 200

СУДЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ЖӘНЕ ОНЫҢ БИОСФЕРА ҮШІН МАҢЫЗЫ

Өзінің ерекше физико-химиялық қаситеттеріне сай су - жер бетіндегі тіршілік үшін өте маңызды рөл атқарады. Жер бетіндегі атмосфералық қысыммен температуралық диапазондарда су бірнеше агрегаттық күйде бола алады. Осы тұрғыда су басқа заттарға қарағанда айрықша, өйткені табиғи жағдайларда басқа заттар тек қана бір агрегаттық күйде бола алады (қатты минералдар, металдар, атмосфераның газ тәрізді құрамдастары). Қысым мен температураға байланысты судың агрегаттық күйінің өзгеруі оның фазалық диаграммасында бейнеленген (сурет 2.1.1).

Судың күй дигараммасы ғаламшардағы табиғи жағдайларға зор әсер ететін құбылыстарын көрсетеді. Химиялық таза су басқа табиғи қосылыстарда ерекшеленетін қасиеттерге ие. Бұл ерекше қасиеттерді судың аномалиясы дейді:

1. 0 ˚С –ден 4˚С -ге қыздырғанда судың көлемі ұлғаймайды, кішірейеді және оның максималды тығыздығы қату темперетурасына (0 ˚С) емес 4˚С-ге сай келеді. (дәлірек 3,98 ˚С)
2. Су қату кезінде басқа денелер секілді нығыздалмайды керісінше ұлғаяды. Тығыздығы кішірейеді.
3. Қысым жоғарлағанда судың қату темперетурасы төмендейді.
4. Судың меншікті жылу сиымдылығы басқа денелерге қарағанда аса үлкен.
5. Жоғары диэлектрлік тұрақтылығына байланысты басқа сұйықтықтарға қарағанда судың еріткіш және диссоциациялану қабілеті жоғары.
6. Сынаптан (436 эрг $см^{-2}$) басқа сұйықтықтардың ішінде судың беттік тартылуы жоғары - 75 $см^{-2}$ (глицерин- 65 эргсм$^{-2}$, аммиак -42, -30 эргсм$^{-2}$)

Судың барлық аномальды қасиеттері оның молекулалық құрылыс ерекшеліктеріне, молекулалық агрегаттар молекулаларды түзу қабілетіне байланысты.

Судың изотоптық құрамы. Су - сутегі мен оттегінен құралған өнім. Бұл екі элементтің бірнеше изотоптары бар. Сутегінің үш изотобы белгілі: протий ′Н салмағы 1,007822 (көміртектік бірлік), дейтерий 2 Н(D)-2,0141 к.б және тритий 3Н (Т) - 3,017001 к.б

Табиғи су құрамы келесідей бірнеше молекулалардың қоспасынан тұрады $H_{2,16}O$, $H_{2,17}$, $H_{2,18}O$, $HD_{16}O$, $HD_{17}O$, $HD_{18}O$, D>0, $D_{2,17}O$,$D_{2,18}O$.

$D_{2,16}O$, $D_{2,17}O$, $D_{2,18}O$ химиялық формулаларына сай су ауыр су деп ал, құрамына тритий T_2O кіретін су ең ауыр деп аталады.

Ауыр су - табиғи суды ұзақ уақыт электролиздегенде бөлінеді. Оның электролиттік ыдырауы қиын. Сондықтан электролизер түбінде қалады. Өйткені дейтерий ионының заряд беру жылдамдығы протий ионына қарағанда әлдеқайда төмен. Өзінің қасиетіне байланысты ауыр су қалыпты судан едәуір ерекшеленеді. Ол 3,8 ˚С –де қатады, 101,4 ˚С- қайнайды, тығыздығы 1,1059 (20 ˚С). Ауыр судың максималды тығыздығы +11 ˚С-ге сәйкес келеді. Мұндай суда тұздардың ерігіштігі төмен. Ауыр су жануарлар мен өсімдіктердің организмдерінде өтетін өмірлік процестерге тежеуіш әсер етеді. Ауыр су уран қазандықтарында ядролық ыдырауды баяулату үшін қолданылады.

Ең ауыр су T_2O константалары келесідей: балқу температурасы +9 ˚С, қайнау темепературасы 104 ˚С, тығыздығы 1,33. Сонымен су - әртүрлі тоғыз молекулалардың қоспасынан тұратын және олардың мөлшерлік ара қатынасына байланысты тығыздығы тұрақты бола бермейтін қоспа. Әртүрлі табиғи көздерден алынған сулардың тығызыдығын салыстырып көрейік (кесте 2.1.1) Бұл химиялық таза су үлгілерінің айырмашылығы химиялық өлшеуіш құралдармен анықталады.

Кесте 2.1.1- Судың тығыздығы

Су	**4˚С-ғы судың тығыздығы**
Қарлы	0,9999977

Жаңбырлы	0,9999990
Өзен	1,0
Мұхиттық	1,0000015
Жануарлардың ағзасынан бөлінген	1,0000012
Өсімдік ағзаларынан бөлінген	1,0000017
Минералдардың кристалданған суы	1,0000024

Кесте 2.1.1- Химиялық таза сұйық судың тығыздығының орташа қысымдағы температураға тәуелділігі

Р, кг/м^3	**Температура, ^{0}С**									
	0	1	2	3	4	5	10	15	20	30
	999,87	999,93	999,97	999,99	1000	999,99	999,73	999,13	998,23	995,68

Таза судың өзіндік сипаты: түссіз (жұқа қабатта) немесе көкшіл-жасыл түсті жылтыр сұйықтық, ешбір иісі не дәмі болмайды. Тазартылған өзен суының 1 мл мөлшерін грамм бірлігінде алады.

Төменде судың кейбір физико-химиялық қасиеттері көрсетілген (2.1.2 кесте). Басқа заттармен салыстырғанда судың жылу өткізгіштік қасиеті аса байқалмайды. Мысалы, таскендір - 0,3—0,6 кал·см$^{-1}$/с·град$^{-1}$; бетон-2-3; ағаш - 0,3-1,0; кірпіш 1,5-2,0; мұз - 5,5 кал·см$^{-1}$/с·град$^{-1}$.

Судың жылу өткізгіштік қасиетінің төмен болып, керісінше жылу сиымдылығының жоғары болуы, суды жылу тасымалдағыш ретінде қолдануға мүмкіндік береді.

Судың жылу сиымдылығы жоғары болғандықтан қыс мерзімдерінде өте баяу суынады да, жазда сәйкесінше баяу жылыйды, осылайша су - жер шарындағы температураны реттеуші факторлардың бірі болып саналды.

Кесте 2.1.2 – Судың физика-химиялық қасиеттері

Көрсеткіштер	**Мәні**
18°С-дегі меншікті электр өткізгіштігі	4,3-8 Ом$^{-1}$·см$^{-1}$
760 мм сын. бағ-ғы қату температурасы	0,00° С
Қайнау температурасы	100,00° С
Диэлектрлік өткізгіштігі: 0° С 8° С	 88,3 81,0
Жылу өткізгіштігі	0,00143 кал·см$^{-1}$/с·град$^{-1}$

Қайнау температурасы мен судың қатуы қысымға тікелей байланысты. Қалыпты атмосфералық қысымда (101,3 кПа) қайнау нүктесі мен қату сәйкесінше 100 және 0 °С-ге тең. Қысым жоғарлаған сайын қайнау температурасы төмендейді. Шынайы атмосфералық қысымда жер бетіндегі тұщы сулар 0 °С температурасында қата бастайды. Мұхиттың ең түбінде қысым 108Па (1000 атм) жоғарылағанда, тұщы судың қату температурасы – 12°С құраған. Теңіз суларының қату темепературасы төмендеген сайын, оның тұздану деңгейі арта түседі.

Судың меншікті жылу сиымдылығы – 4190 Дж/(кг·К) барлық қатты заттар мен сұйық заттарға қарағанда жоғары. Дүние жүзілік мұхит суларының жылу сиымдылығы жоғары болғандықтан, температуралардың ауытқуын деңгейлестіреді, сондай-ақ экватордан полюсқа дейінгі температуралардың айырмасы шамамен 30°С құрайды.

Тығыз судың еру жылулығы (мұз) 6,012кДж/моль құрайды, бұл басқа заттар үшін айтарлықтай жоғарғы көрсеткіш. Фазалық кезеңдерде (қардың еруі және мұз, судың қатуы) судың қатуы энергияның сіңірілуі және шығарылуымен (1м^3 су қату үшін, нақ осы мөлшерде жылу қажет) қатар жүреді. Еріту температурасының жоғары болуына байланысты жер бетінде мерзімдік өтпелі кезеңдер қалыптасады.

Сондай-ақ *судың булану жылулығының* (0 °С –ден - 2,5.10 3 кДж/кг, 100 °С – ден 2,26·103 кДж/кг) маңызы ерекше. Бұл жер бетіне түскен күн сәулесінің тек жердің беткі

қабатын жылытуға ғана емес, сонымен қатар біраз бөлігі судың буланууына да жұмсалатынын көрсетеді. Атмосферадағы судың буға айналуы жылу бөлінуімен қатар жүреді. Ауа температурасының өзгеруі атмосфералық айналымға тығыз байланысты.

Сұйық заттардың ішіндегі *судың беткі тартылу күші* (сынаптан басқа). Судың бетінде тіпті әлсіз жел болғанда да толқындардың пайда болуы , судың беткі тартылу заңдылығына байланысты. Осының салдарынан судың беткі қабатындағы атмосферамен байланысатын аумағы артып, жылу беру мен газ алмасу үрдістері қарқынды түрде жүре бастайды.

Судың беткі қабатының тартылуы капиллярлық күштердің әрекеттеріне де байланысты. Осының салдарынан су 10 -12м ыза суы деңгейіне дейін көтеріле алады.

Судың химиялық қасиеті. Су – реакцияға өте бейім зат. Су қышқыл металдар және жай металдармен әрекеттесіп, қышқыл сипатты және негізгі гидраттарды түзеді. Суға амфотерлі қасиет тән. Ол сілтілермен әрекеттескенде қышқыл ретінде, ал қышқылдармен әрекеттескенде негіз ретінде жүреді. Белсенді металдардың сумен әрекеттесуі сутектің бөлінуі арқылы жүреді. Мысалы, калий мен натрий суды қыздырмай-ақ ыдыратса, магний қыздыру арқылы, ал темір күшті қыздыру арқылы ыдыратады.

ГИДРОЛОГИЯЛЫҚ АЙНАЛЫМ. ТАБИҒИ СУЛАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫ

Табиғи су айналымы, оның манызы ауырлық күші әсерінен гидросфера, атмосфераны қамтитын үздіксіз айналымын Дуниежузілік ылғал деп атайды. Күн жылуы әсерінен теңіздер мен мұхиттардың, көлдермен қатар, топырақ пен өсімдіктерде буландырушы сфераға бөлініп шығады. Су айналымында ауа ылғалдығылығы: ауа массалары мұхит үстінен буланған ылғалды апарып жеткізеді. Жаңбыр күйінде жер бетіне қайта су айдындарын толықтырып, біразы топыраққа сіңеді, өсімдіктер оның артық бөлігін қайтадан бу күйінде атмосфераға шығарады. Құрлық өзендері өз суын теңіздер мен мұхиттарға жеткізіп, орнын толтыруға өз үлесін қосады. Ал теңіздер мен мұхиттардағы су атмосфераға түсіп, айналым тұйықталады.

Дегенмен соңғы жылдардағы зерттеулер су айналымының төмендігін дәлелдеп отыр. Өйткені, атмосфераның жоғары қабатында күн сәулесінің әсерінен оттек пен сутек иондарына ыдырап, ғарышқа өтіп кететіні байқалған. Ал жанартау атқылаулары барысында жердің ішкі қабатына келетін су (шамамен, жылына 130 млн т) гидросфераны толықтырып, осы сулар есебінен гидросфераның көлемі ұлғайып келеді деген болжам бар, өйткені мантиядағы су мөлшері 20 млрд км^3 (гидросфера көлемінен 151 артық) деп шамалануда.

Табиғатта су айналымының бірнеше түрлері бар:

1. Үлкен немесе әлемдік айналым – мұхит бетінде пайда болған су буы жел арқылы материктерге атмосфералық жауын түрінде түсіп, мұхиттарға ағын су ретінде қайта құйылуы. Бұл жағдайда судың сапасы біршама өзгерістерге ұшырайды: тұзды теңіз суы булану барысында тұщы суға алмасып, ал ластанған сулар тазартылған түрге көшеді.
2. Кіші немесе мұхиттық айналым – мұхит бетінде пайда болған су буы жауын ретінде қайта мұхитқа түсуі.

Континентаралық су айналымында құрлық бетінен буланған су қайтадан құрлық бетіне жауын-шашын түрінде түседі.

Соңында, жауын-шашынның орын алмасу процесі нәтижесінде дүние жүзілік мұхитқа қайта келеді. Судың әртүрлілігіне байланысты тасымалдау мен бөліну кезеңдері де әртүрлі болады. Сонымен қатар сулардың қайта жаңару кезеңдері де біркелі болмайды. Олар бірнеше сағаттан он мыңдаған жылдарға дейін өзгеріп отырады (кесте 2.2.1). Мұхит, теңіз және құрлықтан түскен атмосфералық ылғал, яғни бұлттар орташа есеппен әр сегізінші күні жаңарып отырады.

Тірі организмдер денесінде болатын сулар бір сағат ішінде қалыптасады. Бұл су алмасу процессінің айрықша бір түрі болып саналады. Тау мұздақтарында су қорын жинау үшін

шамамен 1 600 жыл қажет болса, полярлы елдерде салыстырмалы түрде жоғары, яғни шамамен 9 700 жыл керек.

Дүние жүзілік мұхит суының толықтай жаңаруы шамамамен әр 2700 жылда жүреді.
Судың барлық табиғат құрамбөліктерін қамтитын айналымы миллиондаған жылдар бойы тоқтаусыз жүруде. Жыл ішінде гидросфераның мардымсыз бөлігі ғана айналымға түседі (2.2.1 кесте).

2.2.1 кесте - Гидросфераның құрамдас бөліктерінің жанару кезеңдері

Гидросфераның құрамдас бөліктері	**Жаңару кезеңі**	**Гидросфераның құрамдас бөліктері**	**Жаңару кезеңі**
Дүниежүзілік мұхит	2500 жыл	Көлдер	17 жыл
Жерасты сулары	1400 жыл	Батпақтар	5 жыл
Топырақтағы ылғал	1 жыл	Өзен арналарындағы сулар	16 тәулік
Полярлық мұздықтар мен тұракты қар қабаты	9700 жыл	Атмосфералық су	8 тәулік
Тау мұздықтары	1600 жыл	Биологиялық су	Бірнеше сағат
Көпжылдық тоң аймактарындағы жерасты мұздары	10000 жыл		

Су жер шарының 70% құрайды, жер бетіндегі жалпы су қоры 1385984610 км^3. Жер бетіндегі жалпы су көлемі мен мұхиттардағы, атмосферадағы жыл сайынғы су алмасы үрдістерін 2.2.1 – суреттен көруге болады.

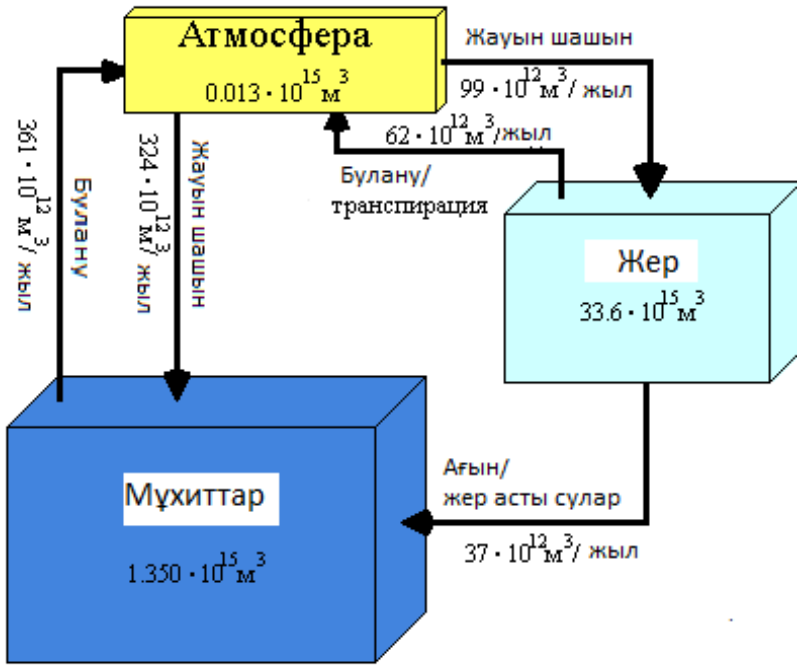


2.2.1-сурет. Табиғаттағы су айналымы

Су айналымы литосфера, гидросфера мен атмосфераны бір-бірімен байланыстыру арқылы географиялық қабықты қалыптастырды. Осы жер шарының жаңа қабығы — биосфераның (тіршілік қабығы) түзілуіне жатады. Су айналымының табиғаттағы айрықша рөлі мұнымен ғана тоқталмайды. Ылғал айналымы барысында жылудың алмасуы қоса жүреді. Өйткені бір жерде

буланyға жылу жұмсалса, екінші бір жерде ылғалдың конденсациялануы барысында, керісінше жылу бөлініп шығады. Бір жыл ішінде су айналымына күннен келетін жылудың 25%-ға жуығы қатысады. Сонымен су мен жылуды тасымалдау арқылы су айналымы жер шарының табиғат кешендерін қалыптастыруда маңызды рөл атқарады.

Су айналымына адамның шаруашылық әрекеті елеулі түрде ықпал етуде. Ормандардың жойылуы, орасан зор егістік алқаптардың пайда болуы, батпақтарды құрғату мен шөлдерді суландыру, жасанды алып бөгендердің құрылысы, шаруашылық мақсатта пайдаланылатын су мөлшерінің күрт артуы жер шарындағы гидрологиялық, яғни сумен байланысты процестердің жүру барысын өзгертуде. Өйткені, су айналымын үздіксіз тізбек түрінде елестетсек, сол тізбектің бір буынындағы өзгеріс бүкіл тізбектегі өзгерістерге себепші болады (2.2.2. сурет).



Сурет 2.2.2 – Жылдық су айналымы мен жер бетіндегі су мөлшері

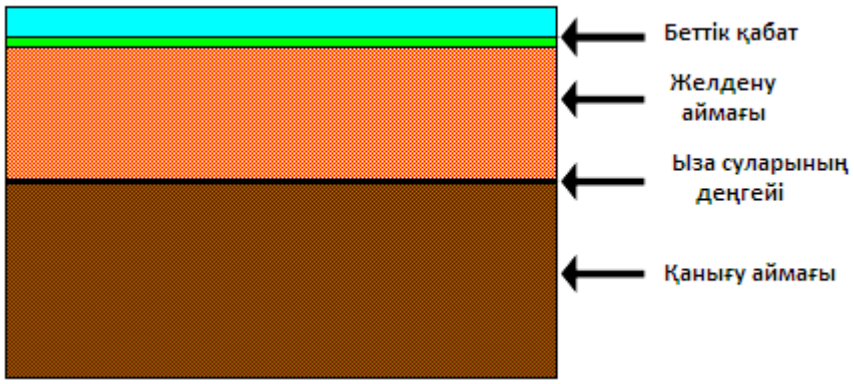
Ауа райының қалыптасуында судың маңызы ерекше, алайда мұхитта жалпы судың 97,5%, ал жерде 2,4% және атмосферада 0.001%-ға дейін болатыны таң қаларлық көрсеткіштер. Жер бетіне жыл сайынғы түсетін жауын-шашын 30-дан көп болса, атмосферадағы жалпы су жиынтығы жоғарылайды. Бұл жер мен атмосфера арасындағы судың тез айналымға түсетінін дәлелдейді.

Су жер бетінен буланған соң, атмосфераға сұйық түрден газ түріне алмасып жеткізіледі. Судың шамамен 80% мұхиттардың бетінен буланса, өсімдіктер мен құрылықта 20% буланады. Жел - мұхит не құрылықтан буланған суды жер шарына тасымалдап, әлемдік ауа ылғалдылығына септігін тигізеді.

Конденсация - су түрінің өзгеруі, оның газ күйінен сұйық түрге немесе кристаллды мұздарға ауысуы. Конденсация негізінен атмосферада жүреді. Бұл процесті былай түсіндіруге болады: жер бетінен көтерілген жылы ауа жоғарғы қабаттарда суынады да, өзінің су буын ұстап тұру қабілеті жойылады. Нәтижесінде артылған су буы конденсацияға түсіп бұлт тамшыларын түзеді.

Гидрологиялық айналымға түскен су буын атмосферада әртүрлі орналасатынын түсінуіміз қажет. Мысалы, су буының біраз бөлігін бұлт (мұз кристаллдары мен су тамшыларынан тұрады) ретінде көруіміз мүмкін. Бұлттар әртүрлі факторларға байланысты бір орыннан екінші орынға жылжып отырады. Алайда, 1км қалыңдықты құрайтын су буы бар бұлттардан, атмосфералық ылғалдылық 10-50 есе екендігіне қарамастан, тек ғана 1мм жауын –шашынның түсуі мүмкін.

Ыза суы. Ыза суы - жердің беткі қабаты арқылы өткен барлық сулар жиынтығы. Әдетте олар жердің бірінші және екінші қабаттарында кездеседі (2.2.3 сурет). Бірінші – беткі қабатқа жақын орналасқан – «желденген аумақ», бұлай аталу себебі, бұл қабат су және ауаға толы болады. Бұл қабаттан кейін «қаныққан аумақ», бұл жерде барлық қуыстар сумен қаныққан. Жалпы ыза сулары азайып не артса, сәйкесінше ыза суларының деңгейлері де көтеріліп не төмендейді. Егерде аталмыш екі қабатта суға толатын болса, онда су тасқыны болуы мүмкін.



Сурет 2.2.3- Жер қабаттары

Жер қабаттарында болатын суларды «қуыстылық» деп атаймыз. Жердің беткі құрылымына байланысты, суды сіңіру мен сіңіру жылдамдығы әркелкі болады. Егер беткі қабат суды сіңіруге бейім болып келсе және бұл процес тоқтаусыз жүріп отырса, ол күшті тасқын болуына бірден-бір себеп болады. Сондықтан да гидролог мамандары үшін жердің суды сіңіру қабілетін ұдайы бақылап отырудың маңызы ерекше. Осында су тасқындары көп жағдайда көктем мерзімдерінде болады. Бұл кезде қыс бойы қар астында болған топырақ өзінің сіңіру қабілетінен айырылады да, барлық жауын-шашын мен тоңған су мұхитқа қарай аға бастайды.

Су жартас не құз шыққанша жердің тереңгі қабатына дейін сарқылады да жылдамдығы бәсеңдей түседі. Осылайша, су жылдамдығының бәсеңдеген аумағын «су тасымалдағыш қабат» деп атаймыз. Осы аталған қабаттардан ыза сулары қайта шығып өзен, көлдер мен мұхиттарға құйылады (2.2.4 сурет). Ыза суы ағынының жалдамдығы, беткі қабаттағы сулармен салыстырғанда айтарлықтай төмен. Ол күніне сантиметрмен, жылына метрмен немесе тіпті жылына сантиметрмен де өлшенеді.

Кез келген су қоймасы не су көздері өзін қоршаған ортасына байланысты болады. Оларға беткі және жер асты суының қалыптасу жағдайлары, әртүрлі табиғат құбылыстары, индустрия, өндірістік және коммуналдық құрылыс, транспорт, шаруашылық және адамның тұрмыстық әрекеттері әсер етеді.



Сурет 2.2.4 – Судың беткі ағыны

Жоғарыда аталған факторлар су ортасына ластағыш жаңа заттарды да ала келуі мүмкін, осының салдарынан су сапасы төмендейді. Ластанған сулар әртүрлі деңгейде жіктеледі. Әдетте судың ластануын химиялық, физикалық және биологиялық деп бөледі. Судың химиялық ластануы – судың негізгі химиялық қасиеті өзгеріп, оның құрамында зиянды бейорганикалық (минералды тұздар, қышқылдар, сілтілер, балшықты бөлшектер) және органикалық (мұнай және органикалық қалдықтар, белсенді заттар, пестицидтер) заттардың мөлшері артады

Транспирация. Өсімдіктердің жапырақтары мен сабақтарынан буланған суды атаймыз. Өсімдіктер өз тамырлары арқылы жердің тереңгі қабатынан суды сіңіріп отырады. Мысалы, астық дақылдарының тамырлары 2,5 метрге дейін жетсе, кейбір шөл және шөлейт жерлерде кездесетін өсімдіктердің тамырлары 20 метр тереңдікке дейін барады. Өсімдік тамырлары арқылы сіңірілген су өсімдік сабақтары мен жапырақтарын қоректік элементтермен қамтамасыз етіп отырады. Жапырақтардың артқы бөлігінде орналасқан леп тесіктер арқылы сулар буланып, суды қайта сіңіруі реттеліпіп отырады. Өсімдіктердегі транспирация қоршаған ауа температурасы төмен болған жағдайда жүреді; кері жағдайда өсімдік леп тесіктері арқылы ауадағы ылғалды сіңіреді. Барлық ылғалдың 10% буланыуына транспирация әсер етеді.

Осылайша гидрологиялық айналым барлық процестерді біріктіреді. Гирологиялық айналым беткі мұхит суының буланыынан басталады. Буланған су бастапқыда жылы болады да, жоғары көтерілген соң суынып бұлтқа айналады. Ылғал қашан жауын түріне ауыспағанша жер шарын айналып жүре беруі мүмкін. Су жер бетіне жеткенде келесі екі процестің бірі жүруі мүмкін: 1) судың біраз бөлігі қайта атмосфераға буланып шығуы немесе 2) су жердің беткі қабатынан өтіп ыза суына айналуы мүмкін. Ыза сулары қайта мұхиттарға құйылуы мүмкін не транспирация арқылы қайта атмосфераға шығады.

Көлдердің үстінде қардың пайда болуы (жаууы) гидрологиялық айналымның үлкен бір жемісі десекте болады. Бұл процесс нақ жауынның пайда болуына ұқсас, тек айырмашылық атмосфераға көтерілген жылы су буы суық желдің нәтижесінде қатты суынады. Бұл көп жағдайда күз және қыс мерзімдерінде болатын жағдай.

Жоғарыда аталған процестің нәтижесінде пайда болған бұлттарда суық ауа массасының нәтижесінде қар қылауы пайда болады да, бұлт салмағы арта түседі, олар жауын секілді жағалауға жауа бастайды. Жағалаудың топографиялық сипатына байланысты қардың жауу қарқындылығы арта түседі. Қар еріген кезде жерге сіңіп ыза суына қосылуы мүмкін немесе ағын су ретінде қайта көлге құйылады.

Табиғи сулардың химиялық құрамы – табиғи сулардағы еріген минералды және органикалық заттардың молекулярлы, комплексті және коллоидты жағдайдағы жалпы жиынтығы. Табиғи сулардағы еріген барлық заттар дерлік жер бетінде белгілі элементтер жиынтығы. Мысалы, жер бетіндегі белгілі 87 элементтің 80-ге жуығы судан табылған. Жоғары сезімтал аналитикалық әдістермен қалған басқа элементтер анықталатын болады. Табиғи сулардың химиялық құрамы күрделі комплексті болып саналады. Оның құрамына еріген газдардың түрлері, әртүрлі органикалық қосылыстар мен минералдық байланыстар жатады. Оны алты түрге бөліп қарайды: негізгі иондар; еріген газдар; биогенндік заттар; органикалық заттар; микроэлементтер және ластанған заттар. Табиғи сулардың күрделілігі тек олардың құрамында химиялық элементтердің көп болуы және олардың әртүрлі болуы мен байланыстары ғана емес, сонымен қатар олардың әрқайсысының құрам ерекшеліктері, әртүрлі суларда олардың өзгеріске ұшырауын кіргізуге болады.

Суда еритін заттардың мөлшері, біріншіден, айналымға түскендегі жақын орналасқан заттарына тығыз байланысты, екіншіден, әрекеттесу барысындағы қолайлы факторлардың болуына (2.2.2 кесте).

Факторлар тікелей және жанама болуы мүмкін. Тікелей – судың құрамына тікелей әсер етуші заттар. Оларға тау жыныстары, тірі организмдер, басқа табиғи сулармен әрекеттесу, адам әрекеті жатады. Жанама әсер етуші факторларға климат, жер бедері, су режимі, өсімдік жамылғысы, гидрогеологиялық және гидродинамикалық жағдайларды жатқызуға болады.

Кесте 2.2.2. Табиғи судағы химиялық элементтердің орташа концентрациясы (Савенко бойынша, 1997).

Элемент	**Еріген формалардың концентрациясы, мкг/л**		
	Өзен сулары	**Гипергенез аймағының жерасты сулары**	**Теңіз суы**
Li	2,5	14	180

B	18	42	4500
C	15900	47200	29500
N	375	1250	500
F	100	450	1300
Na	5150	45500	$1,08p10^{7}$
Mg	3350	45500	$1,29p10^{6}$
Al	50	280	0,5
Si	4860	8100	2800
P	25**	58	70
S	2750	25000	$9,04p10^{5}$
Cl	5750	47000	$1,94p10^{7}$
K	1300	4590	$3,99p10^{5}$
Ca	13400	43900	$4,14p10^{5}$
Sc	0,004	(0,004)*	0,0007
Ti	3,0	11	1,0
V	1,0	1,6	1,5
Cr	1,0	2,9	0,25
Mn	8,2	49	0,03
Fe	40	547	0,05
Co	0,2	0,75	0,002
Ni	0,5	3,3	0,4
Cu	1,5	5,6	0,1
Zn	30	34	0,4
Ga	0,1	0,49	0,02
As	1,7	2,1	1,5
Br	20	183	67000
Rb	1,5	2,2	120
Sr	60	185	7700
Zr	2,6	1,3	0,03
Mo	0,5	2,1	10
Ag	0,2	0,29	0,003
Cd	0,02	(0,02)	0,08
Sn	0,04	0,04	0,001
Sb	1,0	1,5	0,15
I	70	16	50
Cs	0,03	(0,03)	0,3
Ba	60	20	10
La	0,04	(0,04)	0,005
Ce	0,06	(0,06)	0,002
W	0,03	(0,03)	0,01

Au	0,002	(0,002)	0,005
Hg	0,07	(0,07)	0,002
Pb	0,1	2,2	0,002
Th	0,1	0,42	0,0005
U	0,24	3,4	3,2

Кез-келген табиғаттағы судың (атмосфералық жауын-шашын, жер беттік және жер асты сулары) химиялық құрамына тікелей және жанама әсер етуші белгілі факторлар жиынтығы болады (2.2.3 кесте). Табиғи сулар химиялық құрамы бойынша және минералдануына байланысты бірнеше топтарға жіктеледі.

Кесте 2.2.3 – Жер бетіндегі судың химиялық құрамына әсер етуші факторлар

Тікелей факторлар		Жанама факторлар	
Аталуы	Нәтиже	Аталуы	Нәтиже
Атмосфералық жауын-шашын, топырақ, жыныстар, ағын сулар	Химиялық заттардың әртүрлі формада түсуі, көп мөлшерде коллоидты, ерігіш, комплексті байланыстар	Климат, жер бедері, өсімдік жамылғысы, су режимі	Беттік суларға химиялық заттардың түсуі кеңістік бойынша да (географиялық аймақ), уақыттық өлшем бойынша (гидрохимиялық режим) да түсуі

Табиғи сулардың жіктелуі. Тұрмыстық жағдайда қолданылатын табиғат суларының дәмі мен санитарлы-гигиеналық құрамы негізінен ондағы аниондар мен катиондарға байланысты болады, сондықтан да оларды химиялық құрамы мен минерализациялану деңгейлері бойынша жіктейді.

Минерализациялану деңгейі бойынша жіктеу. Табиғат сулары да су секілді оттегі мен сутегінің химиялық байланысы. Суда қатты, сұйық және газ тәріздес заттар ериді. Олар үш топқа бөлінеді:

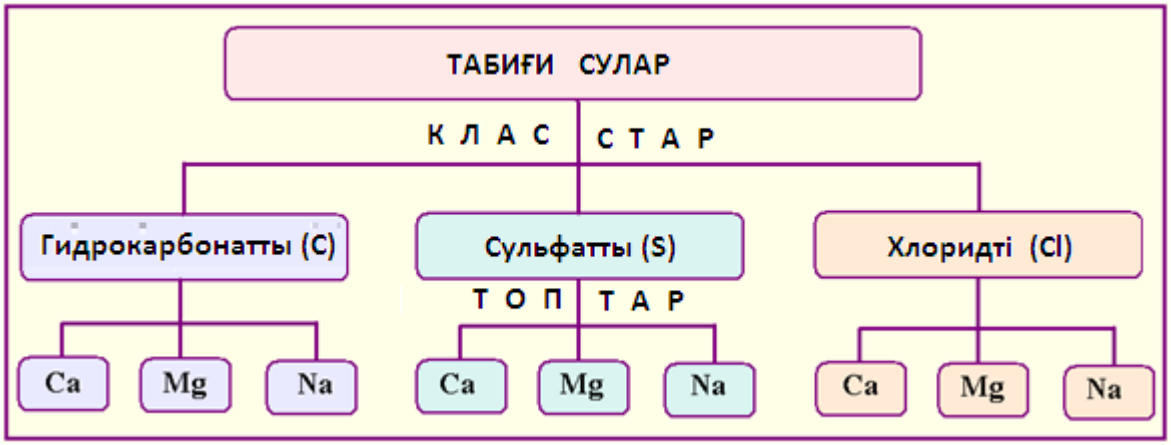
- Жеңіл еритін (100 г суда 10г артық заттар ериді);
- Нашар немесе аз еритін (100 г суда 1г аз заттар ериді);
- Ерімейтін (100 г суда 0,01г аз заттар ериді).

Суда кездесетін минералдық заттардың жиынтығын минерализация деп атайды. Тұщы сулардың минерализациялануы мг/л немесе г/л өлшем бірлігімен есептелінеді, ал тұзды суларда г/л немесе пайызбен көрсетеді. Табиғи сулар минерализациялану дәрежесіне байланысты бірнеше топтарға жіктеледі. Жіктелудің кеңінен таралған түрі төмендегі 2.2.4-кестеде көрсетілген.

Кесте 2.2.4 –Минерализациялану дәрежесіне байланысты табиғи сулардың жіктелуі

Аталуы	**Минерализация, г/кг**
Тұщы	1,0
Тұзды	1,0 - 25,0
Теңіз суы	25,0 - 50,0
Тұздық	50,0 және жоғары

Химиялық құрамы бойынша жіктелуі. Табиғи сулардың тұзды құрамы көп жағдайда Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+} катиондары және HCO_3^{-}, Cl^{-} , SO_4^{2-} аниондары арқылы анықталады. Бұл иондар судың негізгі иондары немесе макрокомпоненттері деп аталады. Олар судың химиялық түрін сипаттайды. Қалған иондар микрокомпонеттер болып саналады; олар судың химиясын көрсете алмайды.
Табиғи судың химиялық құрамын жіктеуді О.А. Алекин ұсынған (2.2.5-сурет).



2.2.5-сурет – Судың химиялық құрамы бойынша жіктелуі (Алекин бойынша)

Сулар құрамындағы анионға байланысты үш класқа бөлінеді: гидрокарбонатты, сульфатты және хлоридті. Әр топтағы сулар өз кезегінде, катиондарға байланысты үш класқа бөлінеді: кальцилі, магнийлі және натрийлі. Әр топ судағы иондардың қатынасына байланысты 4 топқа бөлінеді: С - HCO_3^{-}, S - SO_4^{2-}, Cl - Cl^{-}; катиондар: K^{+}, Na^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}; рим цифрлы – тип. Судың формуласы келесідей жазылады: класс белгісінің төменгі жағына индекс қойылады. Ол минерализацияны көрсетеді (0.1г/л дейін). Топ белігісінің жоғарғы жағына қойылатын индекс ондағы жалпы катиондардың құрамын көрсетеді (ммоль/л), мысалы: $C_{1,2}$ $Na^{0,5}$- гидрокарбонатты –натрийлі су 1,2г/л минерализацияланған және гидрокарбонат ионы мен натрий ионының концентрациясына қаныққан. Табиғи суларда сондай-ақ еріген газдар да болады. Негізінен бұл газдар суға атмосфералық ауадан оттегі, көміркышқыл газы ретінде түседі. Бірақ сонымен қатар жер беттік суларда күкіртті сутек, радиоактивті газ радон, сондай-ақ инертті газдар да кездеседі. 2.2.5-кестеде табиғи суларда көптеп кездесетін иондар көрсетілген.

2.2.5 – кесте - Табиғи суда кездесетін иондар

Катион		Анион	
Сутегі	H^{+}	Гидроксильді	OH^{-}
Натрий	Na^{+}	Бикарбонатты	HCO_3^{-}
Аммоний	NH_4^{+}	Хлоридті	Cl^{-}
Кальций	Ca^{2+}	Сульфатты	SO_4^{2-}
Магний	Mg^{2+}	Нитритті	NO_2^{-}
Темір (екі және үш валентті)	Fe^{2+}, Fe^{3+}	Нитратты	NO_3^{-}
Барий	Ba^{2+}	Силикатты	SiO_3^{2-}

Алюминий	Al^{3+}	Ортофосфорлы	PO_4^{3-}
Калий	K^+	Фторидті	F^-

Табиғи сулардағы әлсіз еритін және еритін тұздар. Тұщы суларда кездесін аниондар мен катиондар жауын-шашынның жынысына сәйкес анықталады. Сондықтан да суда K^+, Na^+катиондары мен Cl^-, SO_4^{2-} аниондары көптеп кездеседі. Кальций мен магний иондары карбонат иондарымен әрекеттесіп ерімейтін қосылыс түзеді. Табиғатта бұл қосылыстар әк, бор, мрамор, кальцит, доломит түрінде кездеседі. Сонымен қатар бикарбонат ионы кальций және магниймен әрекеттесіп жеңіл еритін қосылыс түзеді. Карбонат ионы сутегімен әрекеттесіп бикарбонат ионын түзеді.

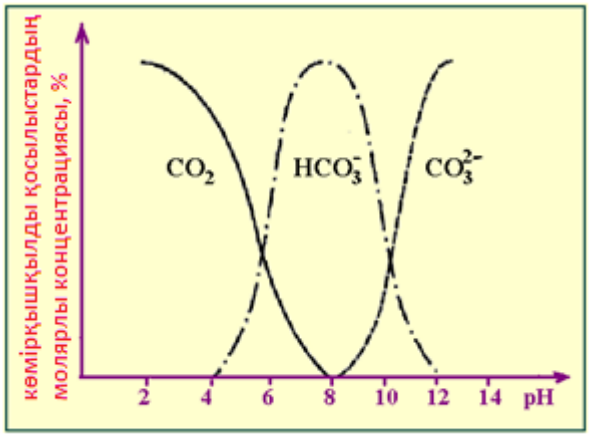
$CO_3^{2-}+H^+ \rightarrow HCO_3^-$

Сутегі ионының жоғарғы концентрациясында карбонаттар ери бастайды, сондықтан да табиғи суларда бикарбонат ионы, карбонат ионы, сондай-ақ Ca^{2+} және Mg^{2+} катиондары кездесуі мүмкін. Көмірқышқылы екі сатылы диссоциацияға түседі:

$H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$;

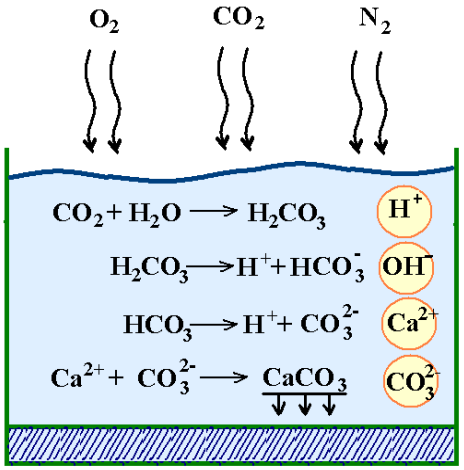
$HCO \rightarrow H^+ + CO_3^{2-}$

Табиғи суларда көмірқышқыл газының әртүрлі болуына байланысты сутектік көрсеткіштер де әртүрлі болады. Сондай-ақ сутегі ионының концентрациясы бикарбонат HCO_3^2 пен карбонаттын CO_3^{2-}қатынасын анықтайды.



Сурет 2.2.6 – pH көрсеткішіне байланысты судағы көмір қышқылының қатынасы

Көмірқышқыл газы, кальций ионы және ерімейтін кальций карбонатының арасындағы динамикалық тепе-теңдік.



Сурет 2.2.7 – Кальций карбонатының түзілуі

Суреттен көретініміз, ертіндіде қышқыл азайғанда сутегі иондарының концентрациясы төмендейді де, pH жоғарылайды және сілтілілік реакциясына тән болады, бикарбонаттар карбонатты түрге ауысып, әрекеттескен соң кальций ионымен жеңіл еритін кальций карбонатын түзеді.

ТАБИҒИ СУЛАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫНА ӘСЕР ЕТУШІ ФАКТОРЛАР

Табиғи сулардың химиялық құрамының қалыптасуы өте күрделі процесс әрі ол оған әсер етуші көптеген факторларға байланысты (сурет 2.3.1).

Атмосфералық су. Барлық табиғи сулардың негізгі көзі Дүние жүзілік мұхит болып саналады. Булану процесінде күн сәулесінен түскен энергиядан су буланып атмосфераға көтеріледі де, бір орыннан екінші орынға жылжып отырады. Жер беттік және жер асты суларының қалыптасуында атмосфералық судың рөлі бірінші орында екені белгілі.



Сурет 2.3.1 – Табиғи сулардың химиялық құрамына әсер етуші факторлар

Жалпы минерализациясы 10-20 мг/л. Алайда олар күшті қышқылдардың ертіндісі болуы мүмкін. Табиғатқа қышқылды жаңбыр орны толмас залалдар алып келетіні бәрімізге мәлім. Олар атмосферадағы ылғал мен газдардың әректтесуінен – күкірт қышқылы мен азот, органикалық жанармайдың сығылуы барысында пайда болады. Бұл газдардың еруі нәтижесінде атмосфералық суда сутектік көрсеткіш pH 3-4 жетеді.

Сонымен қатар атмосферада зиянды қоспаларда болуы мүмкін, соның салдарынан техногенді апаттар пайда болады. Бұл апат атмосферада тек жергілікті жерде жүріп ғана қоймайды. Ол алыс қашықтықтарға таралып табиғи суларды да ластайды. Чернобилде болған радиоактивті ластану әлі күнге дейін бәріміздің есімізде. Ол кезде Европаның көп бөлігі радионуклидпен ластанған еді. Осылайша табиғи сулардың химиялық құрамы мен сапасына атмосфералық судың әсері бар екендігін, сәйкесінше антропогендік факторлардың атмосфералық суға әсері болатынын байқадық.

Жергілікті климаттық жағдай. Судың химиялық құрамының қалыптасуына әсер етуші негізгі факторлардың бірі жергілікті жердің климаттық жағдайы. Атмосфералық жауын-шашын жер асты суы мен жер беттік суларының минерализациялануын баяулатады. Жергілікті климатқа географиялық факторлар әсер етеді. Олар: теңіз деңгейінен биіктігі, көлдердің орналасуы, жазықтықтардың орналасу және тау массивтері, өсімдік және қар жамылғысы.

Сондай-ақ климатқа антропогендік фактордың да әсері баршылық. Қолдан жасалған су қоймалары, ағын суларды реттеу, жылу, газ және атмосфераның аэрозолді ластануы, ормандардың жойылуы және т.б факторлар климаттың өзгеруіне елеулі әсер етеді.

Шөгінді тау жыныстары және олардың сілтісізденуі. Табиғи сулардың минерологиялық құрамының қалыптасуына әсер етуші факторлардың қатарына шөгінді тау жыныстарын да жатқызуға болады. Өзен сулары әртүрлі жеңіл еритін минералдардың иондарымен байытылған. Табиғи сулардың химиялық құрамын сипаттаушы негізгі жеңіл еритін минералдар галит және NaCl тұзы, гипс $CaSO_4$, кальцит $CaCO_3$ және доломит CaCO x $MgCO_3$. Табиғи сулардың химиялық құрамын сілтісіздену процесі немесе шөгінді жыныстарды химиялық желдету арқылы анықтайды. Шөгінді тау жыныстарының түзілу түрлері 2.3.1- кестеде көрсетілген.

Кесте 2.3.1 - Шөгінді жыныстардың түзілу процестері

Түрі	**Жыныстар түзуші процестер**
Магмалық	Балқыған магмалардың қатуы: Эффузивті немесе вулканды лавалар
Жауын-шашын (механикалық, химиялық және органогендік)	Біріншілік жыныстардың бұзылуы және механикалық жауын-шашын ретінде (құм, құмайт) немесе химиялық қалдық ретінде (тұз) түсуі
Метаморфты	Ертінділердің химиялық әсері; Магмалық және жауын-шашын жыныстарына жоғарғы қысым мен температураның әсері
** мұнда тірі организмдердің тіршілік әрекеттерінен пайда болған жыныстары да кіргізілген (бор, әк). Олардың сипаттамасы – қатпарлылығы және іздердің болуы;.*	

Жер бетіндегі тау жыныстарының қатынасты кездесуі 2.3.2-кестеде көрсетілген. Кестеде көрсетілгендей, табиғи судың химиялық құрамына әсер етуші жауынды және метаморфты тау жыныстары бар –жоғы 5% құрайды.

Кесте 2.3.2 –Жер бетіндегі тау жыныстары

Жыныстардың түрлері	**Жер қыртысында кездесуі, %**
Магмалық	95
Метаморфты	4
Жауын-шашынды	1

Жер қыртысында ең көп кездесетін магмалық жыныстардың құрамы мен олардың сілтісізденуін түсіну үшін 2.3.3-кестеде олардың жіктелуі мен белсенділігі көрсетілді.

Кесте 2.3.3 – Магмалық тау жыныстардың жіктелуі

Магмалық тау жыныстарының түрлері	**SiO_2, %**	**Мысал**
Қышқыл	66	Гранит
Орташа	66 и 65	Сиенит, диорит
Негізгі	45 - 55	Габбро, базальт

Ультра негізгі	45	Дунит
Сілтілі	Около 55	Нефелинді сиениттер

Кальций гдрокарбонаты жер асты суларының әк қабаты арқылы өтуінен пайда болады. Кальций сульфаты құрамында гипсы бар минералдардың еруінен қалыптасса, натрий хлориді тұздың сілтісізденуінен қалыптасады.

Тау жыныстарының негізгі түрлері 2.3.4-кестеде көрсетілген.

Кесте 2.3.4 – Негізгі тау жыныстары

Тау жыныстарының түрлері	**Жыныстардың аталуы**
Магмалық	Граниттер, диориттер, сиениттер, габбро, базальттар, липариттер, андезиттер, дуниттер, трахиттер және т.б.
Жауын-шашынды	Механикалық: құмдар, балшықтар және т.б. Химиялық жауын-шашын: тұз, гипс, ангидрит, мирабилит және т.б.
Метаморфты	Балшықты және кристалды қатпарлы тас жыныстар, құмдақ, гнейстер, дала шпаттары және т.б.

Кестеден табиғи сулардың химиялық құрамының қалыптасуына жауын-шашын жыныстарының маңызды екенін, дәлірек айтқанда жеңіл еритін минералдардың әсері көп болатынын байқаймыз. Жер бетіндегі негізгі минералдардың түрлері 2.3.5-кестеде көрсетілген.

Кесте 2.3.5 – Жер қыртысының минерологиялық құрамы

Минералдың аталуы	**Жер қыртысындағы мөлшері, %**	**Минералдың аталуы**	**Жер қыртысындағы мөлшері, %**
Дала шпатты	55	Фосфаттар	0,75
Силикаттар	15	Хлоридті байланыс	0,30
Кварц және оның әртүрі	12	Фторлы байланыс	0,20
Слюда	3	Доломит	0,10
Темір оксиді	3	Балшықтар сульфидтер	0,15
Су	9		
Кальцит	1,5	**Жалпы**	**100**

Табиғи сулардың қалыптасуында жүретін қышқылдану мен сілтісіздену реакциялары судың химиялық құрамына үлкен әсерін тигізеді. Атмосферадағы күкірт қышқылы, азот және көмірқышқыл газының мөлшеріне байланысты табиғи сулар әртүрлі белсенді реакциялар

көрсетеді. Табиғи сулардың қышқылдылығы жоғары болған сайын, онда көптеген химиялық элементтер еритін болады.

Табиғи сулардың қосылуы. Әртүрлі табиғи сулар қосылғанда судың химиялық құрамында елеулі өзгерістер пайда болады. Топыраққа түскен жауын суы немесе басқада табиғи сулар топырақтан өзіне органикалық заттарды сіңіреді. Олар жоғары молекулалы гумус пен фульвоқышқылы. Табиғи судың химиялық құрамының қалыптасуында су мен топырақ арасындағы ион алмасу процессі белсенді түрде жүреді.

Антропогендік факторлар. Табиғи сулардың химиялық құрамына әсер етуші факторлардың бірі ағын сулар. Тұрмыстық, ауылшаруашылық ағын сулардың құрамында адам қолынан енгізілген элементтер мен заттар болуы мүмкін. Ағын суларды толықтай тазарту күрделі мәселелердің бірі болып отыр. Ағын сулар оттегі концентрациясын төмендетіп, қышқылдану потенциалын арттырады да табиғи сулардың ластануына әкеледі. Табиғи сулардың химиялық құрамының өзгеруіне – минералдық тыңайтқыштар сақталған қоймалар, малшаруашылығы, шаң және көлік түтіндері, қала ауасы, сұйық қалдықтар және т.б әсер етеді.